N Série:……..

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعةالشهيد حمة لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

THEME

Caractérisation physico-chimique et organoleptique du lait des espèces laitières dans la région du Souf (wilaya d'El Oued)

Présenté Par:

M^{elle}:BOUZID Amel

M^{elle}:LABIDI Hana

Devant le jury composé de:

Président:	**M^{r}.KHALEF Y.**	**M.A.B, Université d'El Oued.**
Examinateur:	**M^{me}.TOUMI I**	**M.A.A, Université d'El Oued.**
Promoteur :	**M^{r}. MEDJOUR A.**	**M.A.B, Université d'El Oued.**
Invitée:	**M^{me} BEKKOUCHE A**	**M.A.B, Université d'El Oued.**

- Année universitaire 2015/2016-

Remerciements

Au terme de cette étude nous remercions avant tout Dieu le Tout Puissant, de nous avoir guidé durant les années d'études et qui a éclairé le chemin du savoir pour réaliser cet œuvre modeste.

La réalisation de cette mémoire fût une occasion merveilleuse de rencontrer et d'échanger avec de nombreuses personnes. Nous ne saurons pas les citer toutes sans dépasser le nombre de pages raisonnablement admis dans ce genre de travail. Nous reconnaissons que chacune a des degrés divers, mais avec une égale bienveillance, apporté une contribution positive à sa finalisation. Mes dettes de reconnaissance sont, à ce point de vue, énormes à leur égard.

Nous pensons particulièrement au notre promoteur M^{r}. MEDJOUR Abdelhak, pour avoir accepter de nous encadrer, nous diriger et la finesse de ses attitudes sur le plan aussi bien humain que scientifique. Ses remarques successives ont permis d'améliorer les différentes versions de ce travail. Il a toujours trouvé comme promoteur le juste équilibre entre la liberté qu'il nous avons laissée dans le choix des grandes orientations et dans la détermination des pistes à suivre, d'une part, et un soutien total et sans faille dans les moments délicats, d'autre part.

Je tiens également à présenter mes remerciements aux membres de jury; M^{r}. KHALAF Yahia président, M^{me}. TOUMI Ikram examinateur et M^{me} BEKKOUCHE Amel invitée.

Nous tenons à remercier toute l'équipe du laboratoire de contrôle de la qualité au niveau du Centre Algérien du contrôle de la qualité et de l'emballage (CACQE), El-Oued chacun avec son nom, pour l'accueil et la place qu'elle nous a réservé dans ce laboratoire, pour son disponibilité, son bonne humeur et toute l'aide fournie.

Nous tenons à remercier aussi M^{r} REDOUAN Wahid, responsable des études au niveau de l'institut national de la formation professionnelle INSFP, Ghardaïa pour l'accueil et la place qu'elle nous a réservé, pour son disponibilité, son bonne humeur et toute l'aide fournie.

Nous tenons à remercier aussi nos professeurs dés le début jusqu'à la fin de nos études.

Aussi nos salutations, à nos collègues d'études de toutes les filières surtout les biochimistes

Enfin, nous disons que l'université ce n'est pas juste des études et se terminent avec diplôme mais aussi des souvenirs et aventures du savoir.

RESUME

La composition physicochimique du lait est variable selon l'alimentation des animaux, les conditions environnementales ainsi que la période de lactation. Dans le but de comparer les paramètres physicochimiques et organoleptiques du lait cru des trois espèces (cameline, bovine et caprine) les plus consommables dans la région d'OUED SOUF. Les analyses physicochimiques et organoleptiques ont porté sur dix échantillons du lait cru pour chaque espèce, prélevés à différente localisation, selon des réglementations précises. Ainsi nous avons procédé à la détermination du pH, de l'acidité Dornic, de la densité, de l'extrait sec total, des teneurs : en cendres, en matière grasse, en protéines,….et etc.

Les principaux résultats obtenus sont comme suit:

Les trois échantillons de lait ont une couleur blanche, mais avec une nuance différente : opaque, crème et jaunâtre (respectivement pour le lait : camelin, caprin et bovin). Par ailleurs, le lait de chamelle se singularise d'un goût un peu salé résultant sans doute des plantes de parcours broutées par cet animal. De plus, il parait que le lait de vache est caractérisé par une odeur animale forte, tandis qu'il n'y a pas d'odeur caractéristique pour les deux autres types de lait.

En outre, les analyses physiques montrent que le pH du lait camelin est légèrement plus faible (6.54) par rapport au lait bovin et caprin (avec un pH de 6.6 et de 6.694 respectivement). Son acidité Dornic est de 15.30°D. Elle est relativement plus basse par rapport au lait bovin et caprin. D'autre part, la densité du lait camelin (1.024) parait légèrement plus faible par rapport aux deux autres types du lait analysés et qui semblent presque similaires.

Cependant, les analyses biochimiques montrent que le lait bovin présente les taux les plus élevés en cendres (7.571 g/) ainsi qu'en protéines totales (41.652 g/l) par rapport au lait camelin et caprin. La teneur en matière sèche totale du lait caprin est égale à 120 g/l. Elle semble plus élevée que celle du lait camelin et caprin. Le lait caprin, quant à lui, présente les teneurs les plus élevées en matière grasse (27.571 g/l) et en lactose (51.188 g/l).

Enfin, l'examen fait par le microscope optique a pu montrer que des globules gras ayant des grands diamètres se fréquentent dans les deux échantillons de lait (bovin et caprin). Inversement, l'échantillon de chamelle présente des globules gras avec une fréquence des tailles plus minimales.

Mots-clés : Lait, camelin, bovin, caprin, analyses physicochimiques.

ملخص:
التركيبة الفيزيوكيميائية للحليب تختلف وفقا لتغذية الحيوان، الظروف البيئة وفترة الرضاعة.
من أجل تحديد المعايير الفيزيوكيميائية والذوقية للحليب الطازج من ثلاث أنواع حيوانية (**ابل، بقر وماعز**) الأكثر استهلاكا في منطقة وادي سوف.
التحاليل الفيزوكيميائية **والذوقية** تمت بإستعمال 10 عينات من الحليب الطازج بحيث أخذت كل عينة من موقع مختلف في ظل ظروف محددة. حيث قمنا بتحديد درجة الحموضة pH، **الكثافة**، البقايا الجافة، نسبة الرماد، نسبة المادة الدهنية والبروتينات... الخ.
النتائج الرئيسية المتحصل عليها كلاتي:
ثلاث نماذج من الحليب بيضاء اللون، ولكن مع وجود فروق: معتم، كريمي ومصفر (**على** التوالي حليب الابل، الماعز والبقر). الى جانب ذلك يتميز حليب الابل بنكه قليلة الملوحة نظرا لطبيعة الأعشاب المستهلكة من طرف الابل. وعلاوة على ذلك، يبدو ان حليب البقر يتسم برائحة حيوانية قوية، في حين أنه لا توجد رائحة مميزة بنسبة لباقي النوعين.
بالاضافة الى التحليل الفيزيائية التي تظهر حليب الابل أقل ضعفا مما يتعلق بدرجة الحموضة pH (6.54) مقارنة مع حليب البقر والماعز (**على التوالي**: 6.6 **و** 6.694). أما فيما يخص الحموضة هي تساوي 15.30°D وهي اقل نسبيا مقارنة بحليب البقر والماعز. من جهة أخرى، تظهر كثافة حليب الابل (1.024) أقل نسبيا مقارنة بنوعيين الآخرين التي تظهر كثافة متشابهة تقريبا.
تظهر التحاليل الكيميائية حليب البقر بأعلى معدلات الرماد (7.571 غ) **وكذلك في اجمالي** البروتينات (41.652 غ) مقارنة بحليب الابل والماعز. في حين ان النسبة العالية للمواد الجافة تظهر عند حليب الماعز بنسبة تساوي 120 غ/ل. كذلك بنسبة للمواد الدهنية 27.571 غ/ل **و اللاكتوز** (51.188 غ/ل) .
وأخيرا، المعاينة التي تمت تحت المجهر **الضوئي** للعينات أظهرت الكريات الدهنية **وفق أقطار** كبيرة عند حليب البقر والماعز. وعلى العكس من ذلك، فإن عينة حليب الابل يقدم الحد الأدنى **من الأحجام**.
الكلمات المفتاحية: حليب، بقري، ماعز، ابل، وتحاليل فيزيوكيميائية.

SOMMAIRE

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction…….....…	**01**
PARTIE I: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre I : Généralité sur le lait	
1.1.Lait cru…….....	**02**
1.2. Sécrétion du lait…….	**02**
1.3. Différentes phases de l'évolution naturelle du lait……	**03**
2. Composition du lait……..	**04**
2.1. Eau……	**05**
2.2. Protéines …….	**05**
2.2.1. Caséines……..…….....	**05**
2.2.2. Lactosérum ……..……..	**07**
2.3. Glucides…….……	**08**
2.4. Lipides…….…….....	**09**
2.5. Vitamines……..…….	**11**
2.6. Minéraux ……..……	**12**
2.7. Enzymes…….……	**12**
2 .8. Flore originelle…….……....	**13**
Chapitre II : **Caractéristiques et variation**	
2.1. Caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques……...	**15**
2.1.1. Propriétés physico-chimiques du lait…….…….....	**15**
2.1.2. Caractéristique organoleptique…….…..……	**17**
2.2. Variations dans la composition du lait……..…	**18**
2.2.1. Facteurs intrinsèques……...……..……..…	**18**
2.2.2. Facteurs extrinsèques……..……..…..…	**19**
2.3. Caractéristiques du lait selon les espèces……..……	**20**
2.3.1. Lait de chamelle ……..……..……	**21**
2.3.2. Lait de vache……..……	**22**
2.3.3. Lait de chèvre……..……...	**22**

PARTIE II: PARTIE PRATIQUE

Chapitre I : MATERIEL ET METHODES

1.1. Présentation de la région d'étude……	**27**
1.1.1. Données climatiques……	**28**
1.2. Matériels……	**28**
1.2.1. Echantillonnage……	**28**
1.2.2. Conditions du prélèvement……	**29**
1.2.3. Appareillage ……	**30**
1.2.4. Petit matériel……	**31**
1.2.5. Produits chimiques, Réactifs et Matériel Biologique……	**31**
1.2.6. Procédure expérimental ……	**32**
1.3. Méthode ……	**33**
1.3.1. Collecte du lait……	**33**
1.3.3. Etude des caractéristiques du lait collecté……	**33**
1.3.3.1. Caractéristiques organoleptiques……	**33**
1.3.3.2. Analyses physico-chimiques……	**34**
1.3.3.3. Analyses biochimiques……	**35**
1.4. Méthode statistique……	**36**

Chapitre II : **RESULTATS ET DISCUSSIONS**

2.1. Caractéristiques organoleptiques……	**37**
2.2. Caractéristiques physico-chimiques……	**38**
2.2.1. Paramètres physiques……	**38**
2.2.1.1. Mesure de pH……	**39**
2.2.1.2. Acidité titrable……	**40**
2.2.1.3. La densité……	**41**
2.2.1.4. Point de congélation……	**42**
2.2.1.5. Masse volumique……	**42**
2.2.2. Paramètres biochimiques……	**43**
2.2.2.1. Teneur en protéines totales……	**43**
2.2.2.2. Matière sèche ……	**44**
2.2.2.3. Matière grasse……	**45**
2.2.2.4. Teneur en lactose……	**45**
2.2.2.5. Teneur en cendres……	**46**

2.2.2.6. Taille des globules gras…….……...…...	**47**
Conclusion	
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

LISTE DES FIGURES

Nombre	Titre	Page
Figure 01	Les cellules sécrétrices et les canaux sécréteurs de la glande mammaire formant le système sécrétoire.	**02**
Figure 02	Les différentes phases de l'évolution naturelle du lait.	**03**
Figure 03	Structure d'une micelle (A) et sub-micelle (B) caséique.	**06**
Figure 04	Proportions des diverses protéines du lait.	**08**
Figure 05	Formules spatiales des anomères α et β du lactose.	**09**
Figure 06	Composition de la matière grasse du lait.	**10**
Figure 07	Géolocalisation de la région d'El-Oued.	**27**
Figure 08	Les trois espèces visitées : (A) Sahraoui ; (B) chèvre Arabo-maghrébine; (C) pie noire.	**28**
Figure 09	Matériel de prélèvement et de transport du lait : glacière et flacons de lait	**30**
Figure 10	Procédure expérimental.	**32**
Figure 11	Aspect et taille des globules gras après coloration par le rouge Soudan (x400).	**48**

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	*Titre*	*Page*
Tableau 01	Composition moyenne du lait entier.	**04**
Tableau 02	Composition vitaminique moyenne du lait.	**11**
Tableau 03	Composition minérale du lait.	**12**
Tableau 04	Caractéristiques des principaux enzymes du lait.	**13**
Tableau 05	Flore originelle du lait.	**14**
Tableau 06	Composition moyenne du lait de différentes espèces laitières.	**20**
Tableau 07	Caractéristiques physiques (valeurs moyennes) du lait des trois espèces laitières.	**23**
Tableau 08	Composition moyenne en g/l et distribution des protéines dans le lait des trois espèces laitières.	**24**
Tableau 09	Teneurs en minéraux (g/litre) des laits des trois espèces laitières.	**25**
Tableau 10	Teneurs en vitamines des laits (mg/l) de trois espèces laitières.	**25**
Tableau 11	Caractéristiques des élevages et des espèces laitières.	**29**
Tableau 12	Résultats des tests organoleptiques du lait des trois espèces laitières.	**37**
Tableau 13	Résultats des paramètres physiques du lait des trois espèces laitières.	**39**
Tableau 14	Résultats des paramètres biochimiques du lait des trois espèces laitières.	**44**

LISTE D'ABREVIATIONS

- **AC:** Acidité
- **AFNOR**: Association Française de Normalisation
- **AG:** Acide Gras
- **β-lg:** β-lactoglobuline
- **CIPC:** Commission Interprofessionnelle des Pratiques Contractuelles
- **C°:** centigrade
- **DEN:** Densité
- **DSA**: Direction des Services Agricole
- **°D**: degré Dornic
- **EST:** Extrait Sec Total
- **FAO**: Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organization of the United Nation)
- **g**: Gramme
- **GG**: Globules Gras
- **Ig**: Immunoglobulines
- **Kg:** Kilogramme
- **JORA:** Journal Officiel de la République Algérienne
- **l**: Litre
- **Lac:** Lactose
- **mg**: Milligramme
- **MS**: Matière Sèche
- **MV**: Masse Volumique
- **PC**: Point de congélation
- **pH**: Potentiel d'hydrogène
- **Pro**: Protéines
- **TeC:** Teneur en Cendre
- **TG**: Triglycérides
- **µg**: Microgramme
- **Vit:** Vitamines

Introduction

INTRODUCTION

L'Algérie est un pays de tradition laitière. Le lait et les produits laitiers occupent une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, ils apportent la plus grosse part de protéines d'origine animale. En regard de son contenu en énergie métabolisable. Le lait présente une forte concentration en nutriments, mais il n'a pas seulement un intérêt alimentaire, il occupe une place centrale dans l'imaginaire des algériens. Ce n'est d'ailleurs pas par hasard qu'il est offert comme signe de bienvenue, traduisant, ainsi par l'acte notre tradition d'hospitalité (GHAOUES, 2011).

Les besoins algériens en lait et produits laitiers sont considérables. Avec une consommation moyenne de 110 litres de lait par habitant et par an, estimée à 115 litres en 2010, l'Algérie est le plus important consommateur de lait dans le Maghreb. La consommation nationale s'élève à environ 3 milliards de litres de lait par an, la production nationale étant limitée à 2,2 milliards de litres, dont 1,6 milliard de lait cru (KACI et SASSI, 2007)

Le lait cru est un produit hautement nutritif. Sa production doit être sévèrement contrôlée en raison des risques éventuels qu'il peut présenter pour la santé humaine. Il en résulte ainsi un intérêt nutritionnel lié aux caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques propres à chaque type du lait (GHAOUES, 2011).

C'est dans ce contexte que nous avons choisi de mener une étude portant sur l'appréciation des caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques du lait cru des trois espèces laitières (cameline, bovine et caprine) dans la région d'El-Oued, dans un sens et dans l'autre sens, il s'agit de mettre en valorisation d'autre sources laitières (chamelle et chèvre en l'occurrence) qui demeurent à l'écart envers le lait conventionnel (bovin) afin de couvrir le manque en ce produit essentiel.

Partie I: synthèse bibliographique

Chapitre I: Généralités sur le lait

1. Généralité sur le lait

1.1. Lait cru

Le lait est produit par les cellules sécrétrices des glandes mammaires des mammifères femelles. La fonction première du lait pour chaque espèce de mammifères est de nourrir les nouveau-nés (ALAIS, 1975).

Le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré (ABOUTAYEB, 2009).

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes) (FREDOT, 2005).

1.2. Sécrétion du lait

Le lait est produit par des cellules spécialisées sécrétrices, constituant des alvéoles. Les pis présentent une irrigation sanguine importante et indispensable à la production de lait. Le lait produit circule dans des canaux lactifères qui débouchent sur une cavité appelée « citerne », puis sur un canal excréteur de la mamelle. **La figure 01** représente ce système de sécrétion (MARTINET et HOUDEBINE, 1993).

La production du lait est intimement liée aux cycles de reproduction. Sa sécrétion est sous contrôle hormonal. La quantité de lait produite est maximale vers 8 semaines après le vêlage et ensuite diminue progressivement jusqu'à la période de tarissement (DOSOGNE et *al*., 2000).

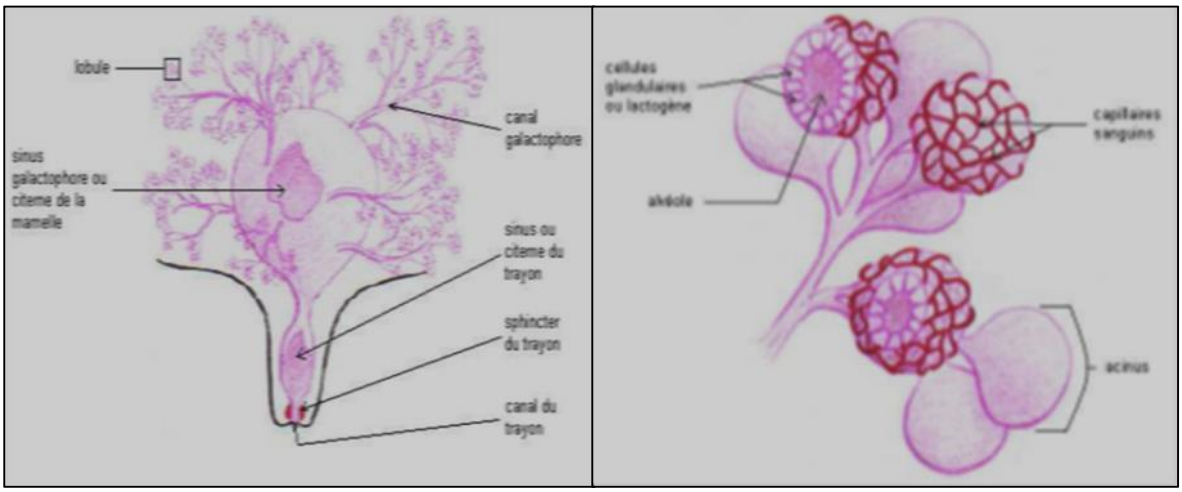

Figure 01 : Les cellules sécrétrices et les canaux sécréteurs de la glande mammaire formant le système sécrétoire (DOSOGNE et *al*., 2000).

1.3. Différentes phases de l'évolution naturelle du lait

Le lait est un mélange hétérogène. Laissé un certain temps à température ambiante (20°C) **(Figure 02)**, le lait évolue et différentes phases apparaissent lors de son évolution (trois compartiments) (BRAGERE, 1996) :

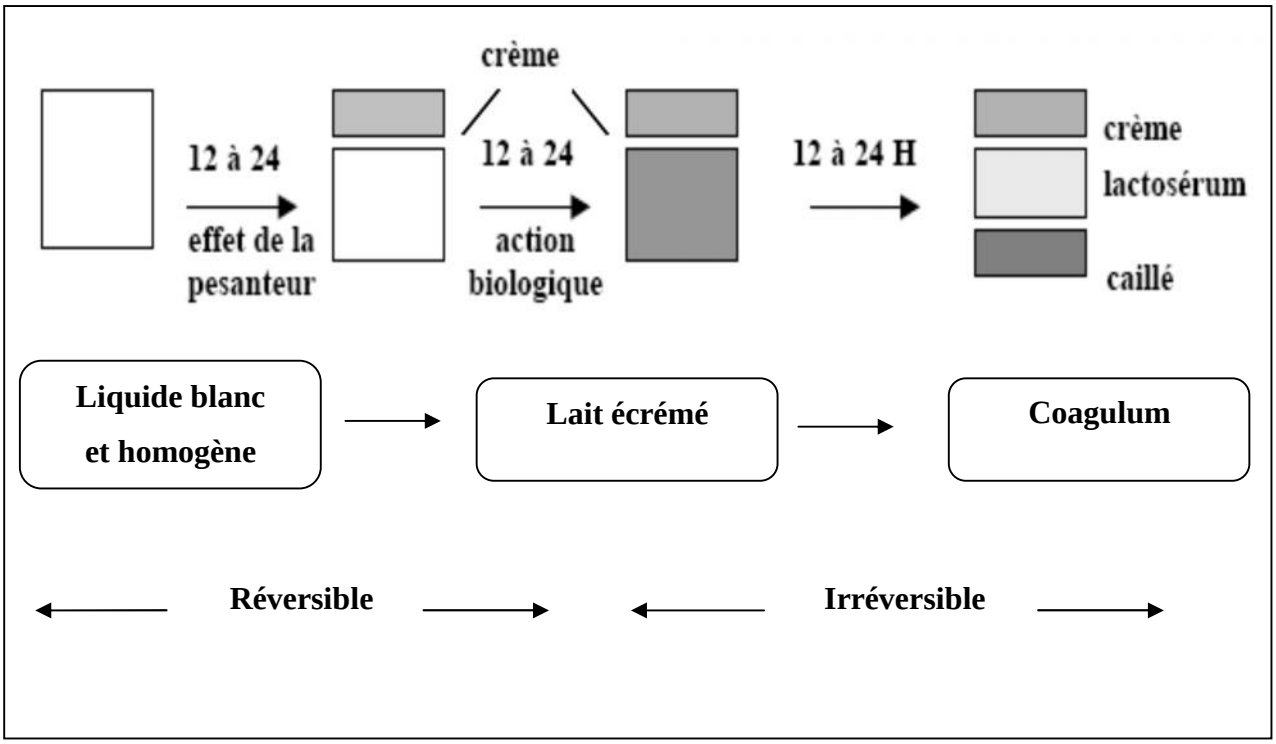

Figure 02: Les différentes phases de l'évolution naturelle du lait (BRAGERE, 1996).

Le lait est un milieu hétérogène dans lequel trois phases distinctes coexistent :

- **phase aqueuse** qui contient l'eau (87% du lait) et les produits solubles pouvant donner naissance au lactosérum (lactose, sels, protéines solubles, composés azotés non protéiques, biocatalyseurs tels que vitamines hydrosolubles ou enzymes) (LUQUET, 1985);
- **suspension colloïdale micellaire** (2,6%) qui peut donner naissance au caillé obtenu par la coagulation des caséines suite à l'action de micro-organismes ou d'enzymes (LUQUET, 1985) ;
- **émulsion** (4,2%) qui peut donner naissance à la crème qui est une couche de globules gras rassemblés à la surface du lait par effet de gravité (BRAGERE, 1996).

2. Composition du lait

Le lait contient plus de 100 composants différents (WATTIAUX, 1997), dont certains en quantités infimes. On peut regrouper ces divers éléments de telle sorte qu'un litre de lait directement issu de la mamelle (ALVES, 2006 ; WATTIAUX, 1997).

Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon POUGHEON et GOURSAUD (2001) sont :

- eau, très majoritaire,
- glucides principalement représentés par le lactose,
- lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras,
- sels minéraux à l'état ionique et moléculaire,
- protéines ; caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles,
- éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

La composition moyenne du lait entier est représentée dans **le tableau 01.**

Tableau 01 : Composition moyenne du lait entier (FREDOT, 2005).

Composant	Teneurs (g/100g)
Eau	***89.5***
Dérivés azotés	***3.44***
Protéines	***3.27***
Caséines	***2.71***
Protéines solubles	***0.56***
Azote nom protéique	***0.17***
Matières grasses	***3.5***
Lipides neutres	***3.4***
Lipides complexes	***<0.05***
Composés liposolubles	***<0.05***
Glucides	***4.8***
Lactose	***4.7***
Gaz dissous	***5% du volume du lait***
Extrait sec total	***12.8 g***

2.1. Eau

L'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides (AMIOT et LAPOINTE, 2002).

2.2. Protéines

Les protéines (Pro) de lait constituent un ensemble complexe dont la teneur totale à voisin 35g/l, elles sont réparties en deux fractions distinctes :

- Les caséines qui précipitent à pH 4.6, représentent 80٪ des protéines totales,
- Les protéines sériques solubles à pH 4.6, représentent 20٪ des protéines totales (JEANTET, 2007).

2.2.1. Caséines

La caséine est un polypeptide complexe, résultat de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine. Le caséinate de calcium, de masse molaire qui peut atteindre 56000 g mol-1, forme une dispersion colloïdale dans le lait (ADRIAN et *al*., 2004).

La phase micellaire de caséine ont un diamètre de l'ordre de 0,1 µm **(Figure 03).** contient environ 92 à 93% de protéines et 8% de minéraux. La partie minérale de la micelle comporte 90% de phosphate de calcium et 10% d'ions citrate et de magnésium (2,9 % de Ca, 0,1% de Mg, 4,3% d'ions phosphate, 0,5% d'ions citrate) (CAYOT et LORIENT, 1998). La présence de phosphate de calcium lié à la caséine est l'une des forces responsables de la stabilité de la structure des micelles de caséine (MARCHIN, 2007).

Une propriété importante des micelles est de pouvoir être déstabilisée par voie acide ou par voie enzymatique et de permettre la coagulation. Elle constitue le fondement de la transformation du lait en fromage et en laits fermentés (RAMET, 1985).

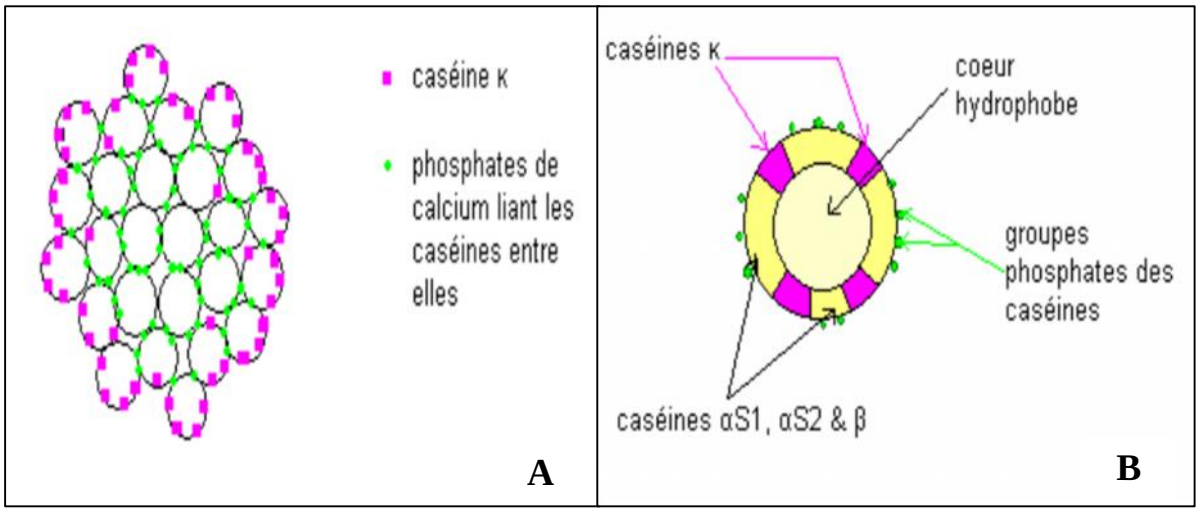

Figure 03*:* Structure d'une micelle **(A)** et sub-micelle **(B)** caséique (MATHIEU, 1998).

Une micelle représente la caséine totale (environ 80% des protéines du lait) du lait. Elle est formée par quatre protéines individuelles se trouvent en des pourcentages différents:

A. Alpha-caséines ou caséine α

Il y ' a deux types :

- **caséine αs1 36 %:** Elle contient 207 acides aminés avec un poids moléculaire de 25,773 kDa et un pH isoélectrique de 4,4 (KAPPELER et *al*., 1998).
- **caséine αs2 10 %:** Cette fraction est présente dans le lait à une moyenne de 2,6 g/l (ALALAWI et LALEYE, 2011). La structure primaire contient 178 résidus d'acides aminés dont 11 résidus de sérine phosphorylés et deux résidus cystéine font un pont disulfure. Le poids moléculaire de cette fraction est d'environ 21,266 kDa, alors que son pH isoélectrique est 4,58 (KAPPELER et *al*., 1998).

B. Bêta-caséine ou caséine β

La β-caséine (34 %) est constituée de 217 acides aminés avec un poids moléculaire de 28.6 kDa d'après MOHAMED (1993) cité par AL HAJ et Al KANHAL (2010), cette valeur est nettement plus élevée que celles rapportées par KAPPELER et *al*. (1998) qui est 24,651 kDa pour la caséine β caméline et EIGEL et *al*. (1984) qui est 24 kDa pour la caséine β bovine. Son point isoélectrique est à pH 4,76 (KAPPELER et *al*., 1998).

C. Kappa-caséine ou caséine κ

La caséine la plus étudiée avec un pourcentage de 13 %, en raison de son rôle dans la coagulation du lait par la présure (CAYOT et LORIENT, 1998 ; FILION, 2006), de son importance dans la stabilité de la micelle et de son intérêt en transformation laitière. Elle se différencie des autres caséines par sa grande sensibilité à la chymosine, son peu d'affinité pour le calcium et la présence de résidus glucidiques (FILION, 2006). La κ-caséine du lait de chamelle est composée de 162 acides aminés avec un pH isoélectrique de 4,11 et une masse moléculaire de 18,254 kDa (KAPPELER et *al*., 1998).

D. Gamma-caséines ou caséine γ

Caséine γ est **7 %** (produits de la protéolyse de la β-caséine) (GOY et *al*., 2005).

2.2.2. Lactosérum

Les protéines du lactosérum représentent 15 à 28 % des protéines du lait et 17 % des matières azotées (DEBRY, 2001).

Définit les protéines du lactosérum comme protéines d'excellente valeur nutritionnelle, riches en acides aminés soufrés, en lysine et tryptophane. Elles ont de remarquables propriétés fonctionnelles mais sont sensibles à la dénaturation thermique (THAPON, 2005). Elles sont divisées en :

A. α-lactalbumine

L'α-lactalbumine est une protéine de 123 acides aminés comportant trois variantes génétiques (A, B, C). Métalloprotéine (elle possède un atome de calcium par mole) du type globulaire (structure tertiaire quasi sphérique). Elle présente environ 22% des protéines du sérum (VIGNOLA, 2002).

B. β-lactoglobuline

La β-lactoglobuline (β-lg) est la plus importante des protéines du sérum puisqu'elle en représente environ 55 %. Son point isoélectrique est 5.1 la β-lg est une protéine de 162 acides aminés comportant 7 variantes génétiques (A, B, C, D, E, F, G). Lors du chauffage la fixation d'une molécule de caséine K et d'une β-lg se fasse également par un pont disulfure (DEBRY, 2001).

C. Sérum-albumine

Représente environ 7% des protéines du sérum. Elle est constituée de 582 résidus d'acides aminés. Comptant un seul variant génétique A est identique au sérum albumine sanguine (VIGNOLA, 2002).

D. Immunoglobulines

Ce sont des glycoprotéines de haut poids moléculaire responsable de l'immunité. On distingue trois grandes classes d'immunoglobulines (Ig): IgA, IgG et IgM. Elles sont très abondantes dans le colostrum. Les Ig sont les protéines du lactosérum les plus sensibles à la dénaturation thermique (THAPON, 2005).

E. Protéoses-peptones

Elles forment la fraction protéique soluble après chauffage du lait acidifié à pH 4.6 vers 95°C pendant 20 à 30 minutes. C'est un groupe hétérogène issu de la protéolyse par la plasmine de la caséine β (DEBRY, 2001) voir **(figure 04)**.

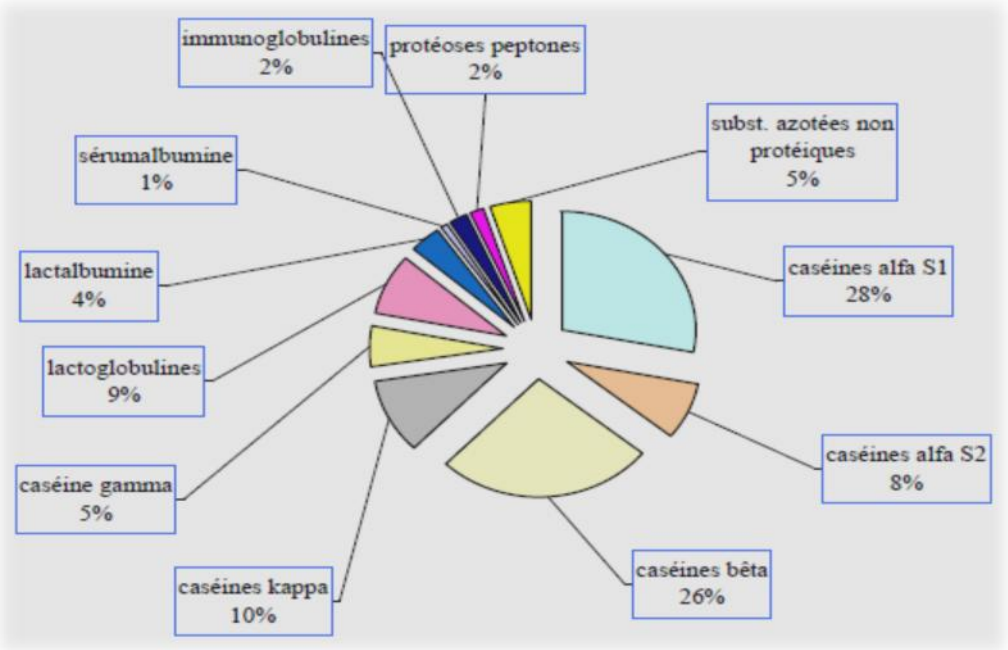

Figure 04 : Proportions des diverses protéines du lait (ALAIS et *al*., 2008).

2.3. Glucides

Le lactose (lac) ($C_{12}H_{22}O_{11}$) représente l'immense majorité des glucides du lait, sa concentration variant très peu, entre 48 et 50 g/L (seulement 28 g/L dans le colostrum). Son taux peut varier quelque peu, augmentant avec le cycle de lac. C'est un sucre spécifique du lait (LUQUET, 1985).

C'est un disaccharide constitué par de l': β- D galactopyranosyl, 1-4 D glucopyranosyl (α ou β), c'est un disaccharide à saveur relativement peu sucrée (1/6 par rapport au saccharose), peu soluble (environ 10 fois moins à l'équilibre que le saccharose à température ambiante) qui possède un groupement réducteur (LUQUET, 1985) voir **(figure 06).**

Le lac est fermentescible par de nombreux micro-organismes et il est à l'origine de plusieurs types de fermentations pouvant intervenir dans la fabrication des produits laitiers (MORRISSEY, 1995).

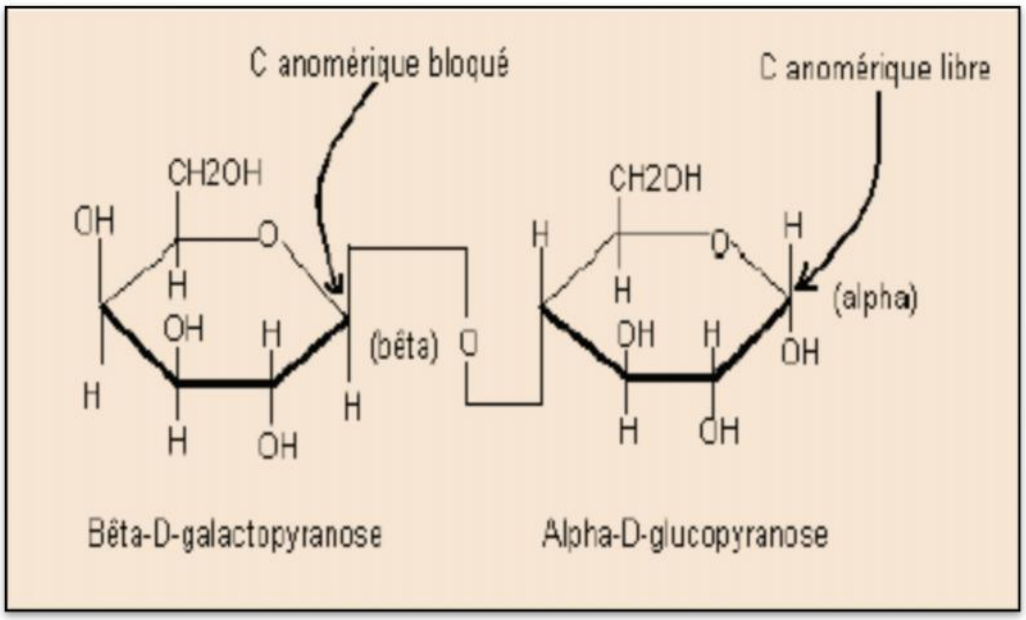

Figure 05 : Formules spatiales des anomères α et β du lactose (MORRISSEY, 1995).

2.4. Lipides

Le lait contient environ 25 à 45 g de lipides (matières grasses MG du lait) par litre, le taux varie de 2.5-5 % (LUQUET, 1985). Elle est constituée par 98,5 % de glycérides (esters d'acide gras(AG) et de glycérol), 1% de phospholipides polaires et 0,5 % de substances liposolubles cholestérol, hydrocarbures et vitamines A, D, E, et K (GOURSAUD, 1985).Les lipides de lait peuvent être regroupés en 4 fractions selon (LUQUET, 1986 ; ALAIS et LINDEN, 1994).

- **Triglycérides (TG)** : 98 % chez la vache, dont la composition en AG est très variable d'une espèce à l'autre, les TG contiennent principalement :

  - AG saturé (60-70 %) : dont une proportion importante d'AG à pré élevée (C14-C16-C18) ;

  -AG à chaine courte (C4-C5) volatiles ;

  -AG mono-insaturés : 25-30 % ;

  - Très peu d'AG Phosphorilés : 2 à 5 %.

- **Phospholipides** (1%) : Constitués essentiellement de lécithine, céphaline, leurs caractéristiques à la fois lipophiles et hydrophiles leur permettre de former des ponts entre la phase grasse et aqueuse ;
- **Stérol** : (0.3-0.4%) dont le cholestérol à peu près (70mg/l, vitamine D 0.02 mg/l ;
- **Caroténoïdes** : dont carotène 0.15 mg/l, β-carotène, vitamine A 0.5mg/l.

La MG est dispersée en émulsion, sous forme de microgouttelettes de TG entourées d'une membrane complexe au nombre 1.5 à 4.6×10^{12}/l, leurs diamètre moyenne est de 1.5 µm, le plus souvent < 4 µm, dans la phase dispersante qu'est le lait écrémé (BOUTONNIER, 2008) voir **(figure 06)**.

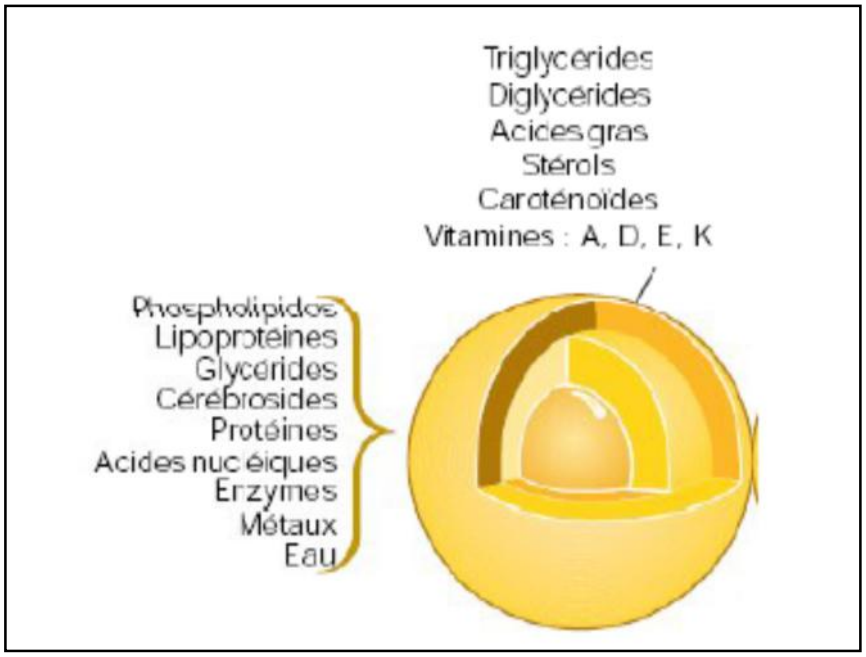

Figure 06: Composition de la matière grasse du lait (BYLUND, 1995).

Cet état globulaire est fragile ; toute altération de la membrane par voie chimique, physique et microbienne conduit à la déstabilisation de l'émulsion. Cette évolution peut être accidentelle, elle se traduit alors le plus souvent par une séparation de la phase grasse sous forme d'huile ou d'agrégats et/ou par l'apparition de flaveurs indésirables (rancidité-oxydation) ; lorsqu'elle est dirigée, elle permet la concentration de la phase grasse sous forme de beurre après barattage, ou sous forme d'huile de beurre et de MG laitière anhydre après chauffage et centrifugation (MADJI, 2009).

2.5. Vitamines

Ce sont des molécules complexes de taille plus faible que les protéines, de structure très variées ayant un rapport étroit avec les enzymes, car elles jouent un rôle de coenzyme associée à une apoenzyme protéique (ADRIAN, 1987). On classe les vitamines (Vit) en deux grandes catégories :

- vitamines hydrosolubles (Vit du groupe B et Vit C) de la phase aqueuse du lait;
- vitamines liposolubles (Vit A, D, E, et K) associées à la matière grasse, certaines sont au centre du globule gras et d'autres à sa périphérie (DEBRY, 2001).

Dans le lait des ruminants, seules les Vit liposolubles sont d'origine alimentaire et les conditions de vie de l'animal exercent une influence sur les teneurs vitaminiques du lait : les productions estivales offrent donc un plus grand intérêt que les laits de stabulation. Au contraire, la Vit C offre un taux relativement constant en raison de sa synthèse régulière dans l'épithélium intestinal. L'origine de ces variations annuelles est poly factorielle : elle dépend de la saison, de la photopériode mais également de l'alimentation (REMONS et JOURNET, 1987).

Le lait et ses dérivés sont des sources notables en Vit A, B12 et B2 ; dans une moindre mesure en Vit B1 et B6. Par contre, ils ne contiennent que peu de E, Vit d'acide folique et de biotine (ENJALBERT, 1993) voir (**tableau 02**).

Tableau 02: Composition vitaminique moyenne du lait (AMIOT et *al*., 2002).

Vitamines	Teneur moyenne
Vitamine liposolubles	
Vitamine A (+caroténes)	40µg/100ml
Vitamine D	2.4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	2µg/100ml
Vitamines Hydrosolubles	
Vitamine C (acide ascorbique)	2 mg/100ml
Vitamine B_1 (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B_2 (riboflavine)	175µg/100ml
Vitamine B_6(pyridoxine)	50µg/100ml
Vitamine B_{12} (cyanocobalamine)	0.45µg/100ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide pantothénique	350µg/100ml
Acide folique	5.5µg/100ml
Vitamine H(biotine)	3.5 µg/100ml

2.6. Minéraux

Le lait contient tous les éléments minéraux indispensables à l'organisme notamment, le calcium et le phosphore (BRULE, 1987). La matière minérale et saline du lait constitue environ 9 g/l. Les matières minérales ne se sont pas exclusivement sous la forme de sels solubles (molécules et ions). Une partie importante se trouve dans la phase colloïdale insoluble (micelles de caséines) (GUENGUEN, 1995 ; NEVILLE et JENSEN, 1995). La composition minérale est variable selon les espèces, les races.

Les principaux macroéléments rencontrés dans le lait sont : le calcium, le phosphore, le magnésium, le potassium, le sodium et le Chlore (NEVILLE et JENSEN, 1995 ; WEHRMULLER et RYFFEL., 2007).

Le lait contient également les oligoéléments indispensables pour l'organisme humain tels que le zinc, le fer, le cuivre, le fluor et l'iode (GUEGUEN, 1995).

La composition minérale est variable selon les espèces, les races, le moment de la lactation et les facteurs zootechniques (BRULE, 1987).

Tableau 03 *:* Composition minérale du lait (JEANTET, 2007).

Eléments minéraux	Concentration ($mg.kg^{-1}$)
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlorure	772-1207

2 .7. Enzymes

Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes : la distinction entre éléments natifs et éléments extérieurs n'est donc pas facile **(tableau 4)** (VIGNOLA, 2002).

Ces enzymes peuvent jouer un rôle très important en fonction de leurs propriétés (GOT, 1997 ; LINDEN, 1987) :

- Lyses des constituants originels du lait ayant des conséquences importantes sur le plan technologique et sur les qualités organoleptiques du lait (lipase, protéase).
- Rôle antibactérien ; elles apportent une protection au lait (lactoperoxydase et lysozyme).
- Indicateurs de qualité hygiénique (certaines enzymes sont produites par des bactéries et des leucocytes), de traitement thermique (phosphatase alcaline, peroxydase, acétylestérase, sont des enzymes thermosensibles) et d'espèces (test de la xanthineoxydase pour détecter le lait de vache dans le lait de chèvre).

Tableau 04 *:* Caractéristiques des principaux enzymes du lait (VIGNOLA, 2002).

Groupes d'enzymes	Classes d'enzymes	pH	Température (C°)	Substrat
Hydrolases	**Estérases**			
	Lipases	8.5	37	Triglycérides
	Phosphatase alcaline	9-10	37	Esters phosphoriques
	Phosphatase acide	4.0-5.2	37	Esters phosphoriques
	Protéases			
	Lysozyme	7.5	37	Parois cellulaire microbienne
	Plasmine	8	37	Caséines
Désydrogénases ou oxydases	Sulfhydrile oxydase	7	37	Protéines, peptides
	Xanthine oxydase	8.3	37	Bases puriques
Oxygénases	Lactoperoxydase	6.8	20	Composés réducteurs + H_2O_2
	Catalase	7	20	H_2O_2

2.8. Flore originelle

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 103 germes/ml). A sa sortie du pis, il est pratiquement stérile et est protégé par des substances inhibitrices appelées lacténines à activité limitée dans le temps (une heure environ après la traite) (CUQ, 2007).

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles .Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles (VIGNOLA, 2002).

Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation (GUIRAUD, 2003) et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (VARNAM et SUTHERLAND, 2001). **Le tableau 05** regroupe les principaux microorganismes originels du lait avec leurs proportions relatives (VIGNOLA, 2002).

Tableau 05: Flore originelle du lait (VIGNOLA, 2002).

Microorganismes	**Pourcentage (%)**
Micrococcus sp	30-90
Lactobacillus	10-30
Streptococcus ou *Lactococcus*	<10
Gram négatif	<10

Chapitre II: Caractéristiques et variation

2.1. Caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques

2.1.1. Propriétés physico-chimiques du lait

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique et la densité, le point de congélation, le pH et l'acidité (GAUCHER, 2007).

- **Acidité du lait**

L'acidité de titration **(AC)** indique le taux d'acide lactique formé à partir du lactose. Un lait frais a une AC de titration de 16 à 18° Dornic (°D). Conservé à la température ambiante, il s'acidifie spontanément et progressivement (MATHIEU, 1998). C'est la raison pour laquelle on distingue l'acidité naturelle, celle qui caractérise le lait frais, d'une acidité développée issue de la transformation du lactose en AC par divers microorganismes (CIPC LAIT, 2011).

- **Densité du lait**

La densité du lait **(DEN)** d'une espèce donnée n'est pas une valeur constante. Deux facteurs de variation opposés la déterminent :

- La concentration des éléments dissous et en suspension (solides non gras). La densité varie proportionnellement à cette concentration
- La proportion de matière grasse. Celle-ci ayant une densité inférieure à 1. La densité globale du lait varie de façon inverse à la teneur en graisse (FILIPOVITCH, 1954).

- **pH du lait**

Les différents laits ont une réaction ionique voisine de la neutralité. Le pH est compris entre 6,4 et 6,8. C'est la conséquence de la présence de la caséine et des anions phosphorique et citrique, principalement. Le pH n'est pas une valeur constante. Il peut varier au cours du cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation. Cependant, l'amplitude des variations est faible dans une même espèce**.** Le pH du lait change d'une espèce à l'autre, étant donné les différences de la composition chimique, notamment en caséines et en phosphates (GAUCHER, 2007).

- **Point de congélation**

NEVILLE et JENSEN (1995) ont pu montrer que le point de congélation (PC) du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le PG. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait. Sa valeur moyenne se situe entre - 0.54 et - 0.55°C, celle-ci est également la température de congélation du sérum sanguin. On constate de légères fluctuations dues aux

saisons, à la race de la vache, à la région de production. On a par exemple signalé des variations normales de - 0.530 à - 0.575°C. Le mouillage élève le PC vers 0°C, puisque le nombre de molécules, autres que celles d'eau, et d'ions par litre diminue. D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entrainent un changement du PC (MATHIEU, 1998).

- **Masse volumique**

La masse volumique (MV) d'un liquide est définie par le quotient de la masse d'une certaine quantité de ce liquide divisée par son volume. Elle est habituellement notée ρ et s'exprime en $Kg.m^{-3}$ dans le système métrique. Comme la MV dépend étroitement de la température (POINTURIERE et ADDA, 1969). Il est nécessaire de préciser à quelle température (T°C). La MV du lait entier à 20°C et en moyenne de 1030Kg.m-3.

Comme la MV de l'eau à 4°C est pratiquement égale à 1000Kg.m-3, la densité du lait à 20°C par rapport à l'eau à 4°C est d'environ 1.030 (d20/4). Il convient de signaler que le terme anglais «density» prête à confusion puisqu'il désigne la MV et non la densité (POINTURIERE et ADDA, 1969).

- **Extrait sec total**

Différentes expressions ont été utilisées : extrait sec, résidu sec, matière sèche. La teneur en extrait sec du lait des différentes espèces de mammifères se situe entre des valeurs extrêmes très éloignées : de 100 à 600 g/l. La cause de ces différences est essentiellement la teneur en matière grasse. Etant donné que la densité dépend de la concentration des substances en solution et en suspension, d'une part, et de matière grasse, d'autre part, on a cherché à relier entre ces valeurs dans les formules qui permettent de calculer la teneur en extrait sec total (EST) du lait. Connaissant G : matière grasse par Kg de lait et D : densité à 15° (AFNOR, 1985), les plus connues sont :

1. Formule de Fleischman : $ES‰ = 1{,}2\,G + 2665\,\frac{D-5}{D}$

2. Formule de Richmond : $ES‰ = 1{,}2\,G + \left[\frac{1.000(D-1)}{D} + 0{,}14\right]$

2.1.2. Caractéristiques organoleptiques

Le lait se présente comme un liquide blanc opaque, parfois un peu jaunâtre selon sa concentration en β-carotènes. Son odeur est discrète et son goût légèrement sucré. Il peut être plus jaunâtre s'il s'agit de colostrum, mais dans ce cas il n'est pas apte à la consommation humaine. En effet, le colostrum est le produit sécrété par la mamelle pendant la première semaine post-partum, il est de couleur jaune, possède un goût salé et amer ainsi qu'une odeur marquée, critères qui le distinguent nettement du lait (ALVES, 2006).

- **Odeur**

L'odeur est caractéristique le lait du fait de la matière grasse qu'il contient fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur), à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette) (VIERLING, 2003).

- **Couleur**

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le B-carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait (FREDOT, 2005).

REUMONT (2009) explique que dans le lait, deux composants, les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils renvoient, est identique en composition au rayonnement solaire, à savoir une lumière blanche.

- **Goût**

A. Viscosité

La viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes.

La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité dépend également de paramètres technologiques.

La viscosité est une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur (RHEOTEST, 2010).

B. Saveur

La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraiche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. Il en est en parfois de même du colostrum. L'alimentation laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, etc. peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (THIEULIN et VUILLAUME, 1967).

2.2. Variations dans la composition du lait

Le lait constitue une matière première dont la composition n'est pas fixe. Ce caractère rend donc l'utilisation de cette matière première assez difficile, diminue les rendements et modifie les caractères organoleptiques des produits finis (STOLL, 2003).

Deux grands types de variation existent, au stade de l'animal et au stade du traitement du lait. La composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs (STOLL, 2003).

Ces principaux facteurs de variation sont bien connus. Ils sont soit intrinsèques liés à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire, etc.), soit extrinsèques liés au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation). Cependant, si les effets propres de ces facteurs ont été largement étudiés, leurs répercussions pratiques sont parfois plus difficiles à interpréter compte tenu de leurs interrelations (WOLTER, 1988).

2.2.1. Facteurs intrinsèques

- **Facteurs génétiques**

On observe des variations importantes de la composition du lait entre les différentes races laitières et entre les individus d'une même race. D'une manière générale, on remarque que les fortes productrices donnent un lait plus pauvre en matières azotées et en matière grasse. Ces dernières sont les plus instables par rapport au lactose (VEISSEYRE, 1979).

JAKOB et HÄNNI en (2004), notent l'existence de variant génétiques A et B issus des mutations ponctuelles. Ces derniers donnent des protéines différentes qui ne se distinguent que par l'échange d'un ou deux acides aminés. Les variantes génétiques des protéines du lait, notamment ceux de la caséine κ et de la β-lactoglobuline, influencent la composition du lait et certains critères de productivité des vaches.

- **Stade de lactation**

Au cours de la lactation, les quantités de matière grasse, de matières azotées et de caséines évoluent de façon inversement proportionnelle à la quantité de lait produite. Les taux de matière grasse et de matières azotées, élevés au vêlage, diminuent au cours du premier mois et se maintiennent à un niveau minimal pendant le deuxième mois (MEYER et DENIS, 1999).

Ils amorcent ensuite une remontée jusqu'au tarissement. L'amplitude de variation est généralement plus importante pour le taux butyreux que pour le taux protéique.

Les laits de fin de lactation présentent les mêmes caractéristiques des laits sécrétés par les animaux âgés. En outre, les deux taux, protéique et butyreux, ont tendance à diminuer au cours des lactations successives (MEYER et DENIS, 1999).

- **Age et nombre de vêlage**

VEISSEYRE en 1979, montre que la quantité de lait augmente généralement du 1er vêlage au $5^{ème}$, puis diminue sensiblement et assez vite à partir du $7^{ème}$.

Le vieillissement des vaches provoque un appauvrissement de leur lait, ainsi la richesse du lait en matière sèche tend à diminuer. Ces variations dans la composition sont attribuées à la dégradation de l'état sanitaire de la mamelle ; en fonction de l'âge, le nombre de mammites croit et la proportion de protéines solubles augmente en particulier celles provenant du sang (MAHIEU, 1985).

- **Etat sanitaire**

Lors d'infection, il y a un appel leucocytaire important qui se caractérise par une augmentation de comptage cellulaire induisant des modifications considérables dans la composition du lait (BADINAND, 1994).

Les mammites sont les infections les plus fréquentes dans les élevages laitiers. Elles sont à l'origine d'une modification des composants du lait avec pour conséquence, une altération de l'aptitude à la coagulation du lait et du rendement fromager (TOUREAU et *aL*., 2004).

2.2.2. Facteurs extrinsèques

- **Alimentation**

L'alimentation n'est pas un des principaux facteurs de variation du lait mais elle est importante car elle peut être modifiée par l'éleveur. Une réduction courte et brutale du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité de lait

produite et une baisse variable du taux protéique mais la mobilisation des graisses corporelles entraine une augmentation très importante du taux butyreux associée à une modification de la composition en matière grasse (augmentation de la part des acides gras à chaines longues) (POUGHEON et GOURSAUD, 2001).

Avec un apport de fourrages à volonté un niveau d'apports azotés conduit à un meilleur taux azoté avec un accroissement de l'apport non protéique et des caséines. L'addition de matières grasses dans la ration induit le plus souvent une baisse du taux butyreux. Elle est due à une perturbation des fermentations ruminales, mais elle influence la composition en AG de la matière grasse du lait (POUGHEON et GOURSAUD, 2001).

- **Saison et climat**

L'effet propre de la saison sur les performances des vaches laitières est difficile à mettre en évidence compte tenu de l'effet conjoint du stade physiologique et des facteurs alimentaires (COULON et *al*., 1991).

À partir des travaux réalisés par COULON et *al.* (1991), il a été montré que la production laitière est maximale au mois de juin et minimale en décembre. A l'inverse, les taux butyreux et protéique du lait sont les plus faibles en été et les plus élevés en hiver.

2.3. Caractéristiques du lait selon les espèces

Les caractéristiques physico-chimiques des différents laits sont regroupées dans les tableaux 6, 7, 8, 9 et 10. Les valeurs moyennes données dans les tableaux ne rendent pas compte de la variabilité, qui peut être très importante, selon la race, l'alimentation, la saison, l'ancienneté des valeurs, etc. les valeurs des tableaux ne correspondent certainement pas à celles prévalant dans la majorité des laits produits en Algérie.

Tableau 06 : Composition moyenne du lait de différentes espèces laitières (g/l) (FAO, 1995).

Constituants	Chamelle	Vache	Chèvre
Extrait sec total	**136**	**128**	**134**
Protéines	**35**	**34**	**33**
caséine	**28**	**26**	**24**
lactose	**50**	**48**	**48**
Minéraux	**8**	**9**	**7.7**
Matières grasses	**45**	**37**	**41**

2.3.1. Lait de chamelle

Le lait de chamelle est de couleur blanche mate, goût un peu salé et d'un aspect plus visqueux que le lait de vache, qui est de couleur jaunâtre. Ces caractéristiques et surtout le goût du lait de chamelle diffère selon l'alimentation des animaux et la disponibilité en eau (FARAH et BACHMAN, 1987).

❖ **Caractéristiques physicochimiques**

Le dromadaire est par excellence un animal adapté aux conditions de sécheresse et la composition du lait de chamelle reflète les conditions de vie de l'animal.

Globalement, sa composition est relativement proche de celle du lait de vache.

Cependant, il présente un certains nombres de particularités bosse D'après El-AGAMY (2006) et Al HADJ et Al KANHAL (2010) :

- ses micelles de caséines ont des tailles variables, avec des micelles plus grosses que celles de vache, brebis, chèvre et buffle, à cause du faible taux en κ-caséine, ce qui augmente le temps de coagulation et rend le coagulum moins ferme.
- l'α–lactalbumine et la bêta-caséine sont les protéines majeures des caséines et du sérum, respectivement **(tableau 08).**
- La β-lactoglobuline est absente **(tableau 8).**
- Les systèmes protecteurs lysozyme, lactoferrine et immunoglobulines sont en quantités supérieures à, et plus thermo tolérantes que, celles des laits de vache et chèvre ; le lysozyme a une action sur *S. typhimurium* et pas d'action sur *Lc. lactis*, au contraire du lysozyme de lait de vache.
- Il s'acidifie spontanément moins vite que le lait de vache à température ambiante; trois causes sont proposées : la présence des quantités plus importantes d'agents antimicrobiens, et/ou un taux plus bas de microflore acidifiante indigène, et/ou la présence signalée d'un inhibiteur potentiel de protéases.
- Des globules gras de taille inférieure à celles du lait de vache et chèvre, conduisant à un mauvais écrémage.
- Les acides gras à courte chaine (C4-C12) sont en plus faible quantité que dans les laits de vache, et surtout de chèvre et de mouton, conduisant à des températures de fusion et de solidification plus élevées de la matière grasse (42 °C et 30,5 % vs 33 °C et 23 °C pour le lait de vache) et à des températures de 20 °-25 °C au lieu de 8 °C-12 °C pour baratter le beurre. Les acides gras insaturés et C16:1 sont, par contre, en plus forte quantité.

- son contenu en minéraux est proche de celui du lait de vache **(tableau 9)**, sauf pour le citrate (128 mg/100 ml vs 160 mg/100ml pour le lait de vache).
- il se distingue du lait de vache par des teneurs élevées en vitamine B3 et vitamine C (**tableau 10**), similaire à celles du lait de brebis.
- son pH est bas comparé à celui des laits de vache et chèvre **(tableau 07)**.

2.3.2. Lait de vache

Le lait de vache est Blanc, mat ou opalescent, le lait à une odeur très faible, une saveur douceâtre faiblement sucré. Lait qui a été le plus étudié et qui sert de référence. Les données sont des approximations quantitatives, qui varient en fonction d'une multiplicité de facteurs : race animale, alimentation et état de santé de l'animal, période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite. Il reste que la composition exacte d'un échantillon de lait ne peut s'obtenir que par analyse (ROUDAUT et LEFRANCQ, 2005).

2.3.3. Lait de chèvre

Le lait de chèvre est plus blanc que le lait de vache à cause de l'absence de β-carotène, **(tableau 10)** ; (CHILLIARD, 1997). Il est caractérisé par une flaveur particulière et un goût plus relevé que celui du lait de vache, en grande partie due à certains acides gras libres et à la lipolyse du lait (CHILLIARD, 1997; JAUBERT, 1997; MORGAN et *al.* 2001).

❖ **Caractéristiques physicochimiques**

Les caractéristiques physico-chimiques des laits de chèvre varient de manière importante d'une étude à une autre, car rendant compte de situations locales qui ne peuvent pas être généralisées. Ces laits semblent cependant partager beaucoup de points communs avec le lait de vache. Le rapport au lait de vache qui semble marquante d'après la revue de PARK et *al.* (2006).

- absence de β-carotène totalement converti en vitamine A
- déficit en acide folique et vitamine B12 **(tableau 10)**
- des globules gras de plus petite taille que ceux des laits de vache, permettant une meilleure homogénéisation dans le lait et ainsi sa meilleure digestibilité, et permettant une lipolyse accrue par augmentation de la surface.
- des micelles de caséine contenant plus de calcium et de phosphate inorganique, moins hydratées, moins stables à la chaleur, et perdant plus facilement leur β-caséine

- solubilisation plus élevée des caséines à 20 °C, ainsi que du phosphate colloïdal et des caséines au froid,
- déficit en agglutinine, qui rendrait difficile son écrémage, surtout à froid
- stabilité plus faible lors du chauffage
- structure plus lâche lors de la coagulation acide (yaourt), donc une fermeté plus basse.
- des taux d'acides gras à courte et moyenne chaine plus élevés,
- taux de cholestérol plus bas (11/14 mg/100g)
- la β-caséine est la caséine majeure avec 58 % des caséines (αS1 avec 38 % dans le lait de vache), suivie par la -caséine (tableau 8) La quasi –absence de l'αS1l-caséine fait que les sujets allergiques uniquement à cette protéine supportent souvent le lait de chèvre.
- taux d'azote non protéique plus élevé (8.7 % vs 5.2 %)
- quantités d'enzymes différentes (exemples : ribonucléase, phosphatase, xanthine oxydase, lipase)
- plus de calcium, potassium, phosphore, magnésium et chlore ; moins de sodium et de sulfure.

Tableau 07: Caractéristiques physiques (valeurs moyennes) du lait des trois espèces laitières selon PARK (2006)., EL–AGAMY (2006)., AL HADJ et AL KHANHAL (2010).

Espèces / **Caractéristiques**	**Chamelle**	**Vache**	**Chèvre**
pH à 20°C	6.20-6.80 6.55*	6.60-6.68 6.80*	6.45-6.60 6.70*
Acidité D^0	15	15-17	14-18
Densité	1.025-1.038	1.028-1.033	1.027-1.035
Point de congélation (C^0)	-0.580	-0.520 - -0.550	-0.550 - -0.583

*: pH Moyen

Tableau 08 : Composition moyenne en g/l et distribution des protéines dans le lait des trois espèces laitières selon PARK (2006)., El–AGAMY (2006)., Al HADJ et Al KHANHAL (2010).

Caractéristiques	**Espèces**		
Protéines (g/l)	**Chamelle**	**Vache**	**Chèvre**
a-lactalbumine	>**5.0**	1.5 (25%)	2.0 (25%)
b-lactoglobuline	absent	2.7 45%)	4.4 (55%)
Albumine sérique	--	0.3 (5%)	**0.6 (7%)**
Immunoglobuline	--	0.7 (12%)	0.5 (0.6%)
Protéose-peptone	--	0.8 (13%)	0.6 (7%)
Totale de protéine soluble (100 %)	6.3-8.0 (100%)	6.0 (100%)	8.10 (100%)
Caséine aS	(31.5%)	12.0 (46.6%)	(25.8%)
Caséine B	**(65%)**	9.0 (36%)	**(54.8%)**
Caséine K	3.5%	3.5 (13%)	**(20.4%)**
Caséine Y	--	1.5 (6%)	--
Totale de Caséine (100 %)	16.3-27.6 (100%)	26.0 (100%)	15.8-26.0 (100%)
Protéines totaux	32.0	32.0	34.1

Note: Les valeurs les plus élevées en **gras**

Tableau 09: Teneurs en minéraux (g/litre) des laits des trois espèces laitières selon PARK (2006)., El–AGAMY (2006)., Al HADJ et Al KHANHAL (2010).

Minéraux (mg/litre)	Chamelle	Vache	Chèvre
Sodium (g/kg)	0.56	0.50	0.37
Potassium (g/kg)	1.44	1.50	1.55
Calcium (g/kg)	1.29	1.25	1.35
Magnésium (g/kg)	0.12	0.12	0.14
Phosphore (g/kg)	0.87	0.95	0.92
Chlore (g/kg)	1.42	1.00	**2.20**
Fer (mg/kg)	0.20-0.50	--	0.55
Cuivre (mg/kg)	--	0.10-0.40	0.40
Zinc (mg/kg)	5.3	3-6	5.60
Manganèse (mg/kg)	0.5	0.10-0.30	0.32

Note:

- Les valeurs sont des valeurs moyennes ou dans quelques cas des valeurs extrêmes.
- Le signe «-» indique que les données font défaut ou sont sujettes à caution.
- Les valeurs les plus élevées en **gras**.

Tableau 10 : Teneurs en vitamines des laits (mg/l*)* de trois espèces laitières selon PARK (2006)., El–AGAMY (2006)., Al HADJ et Al KHANHAL (2010).

Vitamines	Chamelle	Vache	Chèvre
B1	0.33-0.60	0.42	0.41
B2	0.42-0.80	1.72	1.38
B6	0.52	0.48	0.60
B12	0.002	0.0045	0.0008
B3	**4-6**	0.92	3.28
B9	0.004	**0.053**	0.006
C	**24-52**	18	12.9
A	0.37-**1.26**	0.37	0.24
B-carotènes	0.16-**0.46**	0.21	<0.10

Note:

- Les valeurs sont des valeurs moyennes ou, dans quelques cas, des valeurs extrêmes.
- *: Park et al 2006 Le signe «-» indique que les données font défaut ou sont sujettes à caution.
- Les valeurs les plus élevées en **gras**

Partie II:

Partie pratique

Chapitre I:

Matériels

et méthodes

1. Matériel et méthodes

1.1. Présentation de la région d'étude

La Wilaya d'El Oued est située au Sud-Est de l'Algérie, elle a une superficie de 44 586.80Km 2 (NEGUIA, 2014). Elle demeure une des collectivités administratives les plus étendues du pays. Elle est limitée :

- au Nord est par la wilaya de Tebessa ;
- au Nord par la wilaya de Khenchela ;
- au Nord-Ouest par la wilaya de Biskra ;
- à l'Ouest par la wilaya de Djelfa ;
- au sud et ouest par la wilaya de 'Ouargla ;
- à l'est par la Tunisie (NEGUIA, 2014).

La longueur de sa frontalière avec la Tunisie est de 300 Kms environ. Elle est couverte par le grand Erg Oriental sur les 2/3 de son territoire (BEKAKRA, 2006).

La configuration du relief se caractérise par deux grands ensembles à savoir :

- Une région de sable qui couvre la totalité du Souf.
- Une région de dépression, la zone des chotts qui est située au Nord de la Wilaya et se prolonge vers l'Est pour rejoindre le chott Djerrid en Tunisie.

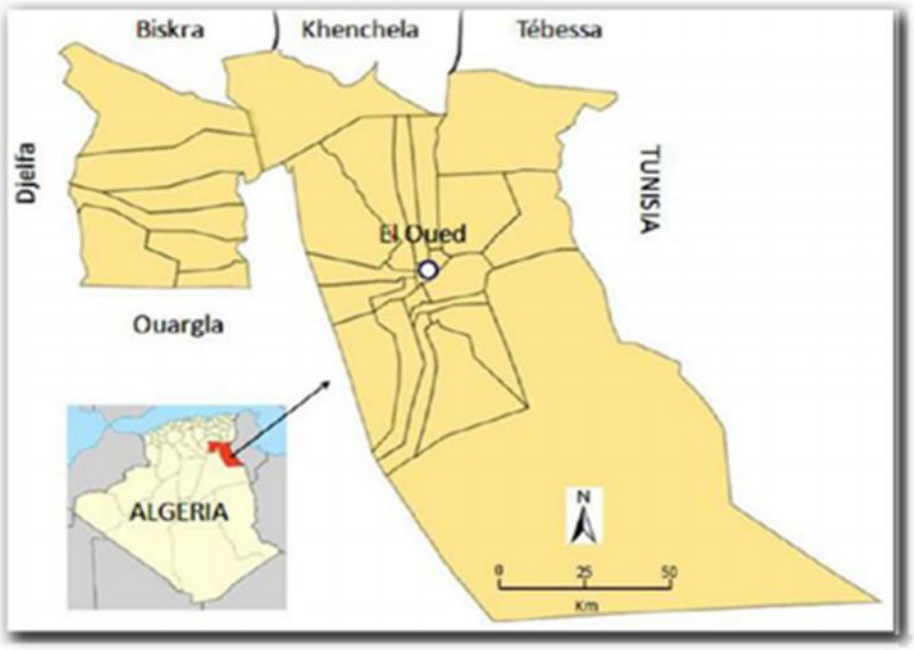

Figure 07: géolocalisation de la région d'El-Oued (DSA Oued Souf, 2016).

1.1.1. Données climatiques

La région d'El-Oued se caractérise par un climat aride de type saharien désertique, en hiver la température baisse au-dessous de 0°c alors qu'en été elle atteint 50°c; la pluviométrie moyenne varie entre 80 et 100 mm/an (période d'Octobre à février) **(BEKAKRA., 2006).**

1.2. Matériels

La partie expérimentale de cette étude a été réalisée au niveau de deux endroits en premier lieu c'est au niveau de laboratoire du Centre Algérien du contrôle de la qualité et de l'emballage (CACQE), El-Oued. En deuxième lieu au niveau l'Institut National Spécialisé de la Formation Professionnelle (INSFP) dans la wilaya de Ghardaïa.

1.2.1. Echantillonnage

Les échantillons de lait dans le cadre de cette étude, proviennent de troupeaux camelins et caprins implantés dans trois régions : Oued El Alenda, Ben Guecha et Hassi khalifa. Les autres échantillons du lait bovin proviennent de troupeaux bovins implantés dans deux régions : Robah, et Bayiadha. Le choix des élevages était basé principalement sur : **(Tableau 11)**

- La période de lactation ;
- La race.

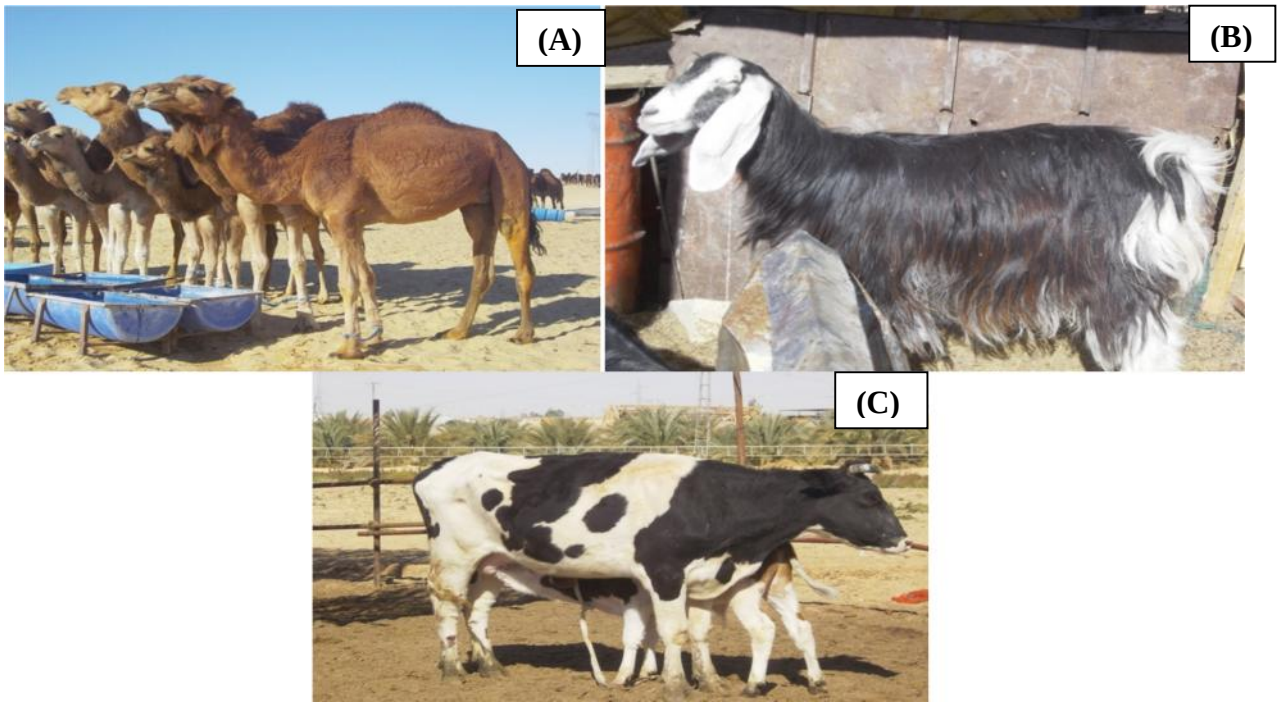

Figure 08: Les trois espèces visitées : **(A)** *Sahraoui* **; (B)** ch**è**vre Arabo-maghrébine**; (C)** pie noire **(photo originale, 2016).**

Tableau 11: Caractéristiques des élevages et des espèces d'étude.

Espèce	Race	Nombre des échantillons	Région	Mode d'élevage	Nutrition
Chamelle	*Sahraoui* *(Camelus dromedarius)*	10	Oued El Alenda, Ben Guecha et Hassi khalifa	Semi-intensif	Des herbes sahraouis, dattes séchés, et son
Chèvre	La ch**è**vre Arabo-maghrébine	10	Oued El Alenda, Ben Guecha et Hassi khalifa	Intensif	Pomme de terre, orge, son, dattes séchées, et herbes
Vache	La pie noire	10	Robah, et Bayiadha	Intensif	Pomme de terre, foin, et son

1.2.2. Conditions du prélèvement

Les règles suivantes ont été prises en considération :

- Lavage des mains et la mamelle de chacune des espèces avant la traite ;
- Porter des gants stériles durant la traite ;
- Eliminer les premiers jets de chaque quartier ;
- Les échantillons sont transportés dans des flacons préalablement stérilisés par chauffage.

Le matériel de prélèvement est composé de flacons stériles en plastique, de 1000 ml de volume et qui sont identifiés par espèces, numérotés pour chaque échantillon, par région et par date. Une glacière isotherme et des glaçons congelés étaient nécessaires pour le transport des prélèvements, et un ultracongélateurr a permet de maintenir la température des échantillons de lait à – 18 C° (**Figure 09)**.

Figure 09: Matériel de prélèvement et de transport du lait : glacière et flacons de lait **(photo originale, 2016).**

1.2.3. Appareillage :

- Centrifugeuse pouvant développer une accélération centrifuge égale à 1400 g **(FUNKE GERBER type super Vario-N**, **Made in Germany)**.
- Etuve UN 110 **(Memmert type UN110, Made in Germany).**
- Four à moffle **(modèle Nabertherm B 180, Made in Germany)**.
- Agitateurs magnétiques de paillasse, chauffants et non chauffants **(STUART**, **Made inGermany).**
- Lactodensimètre **(FUNKE GERBER**, **Made in Germany)**, avec thermometer incorporé,
- pH-mètre **(modèle Zubharbax pH WTW®, made in Germany).**
- Balance analytique avec une précision de 0,01mg **(OHAUS Adventurer Pro AV313, Made in Germany).**
- Plaque chauffante **(modèle STUART US 152, Made in Germany).**
- Thermomètre **(S/R.1102, Made in France).**
- Dessiccateur.
- Pycnomètres.
- Microscope optique **(Motic Model: BA210LED).**
- Analyseur Lactostar **(FUNKE GERBER**, **Made in Germany)**.

1.2.4. Petit matériel

Ce travail nécessite un certain nombre d'accessoires et petits matériels spécifiques comme : Micropipettes ; Pipettes graduées, Pipettes jaugées, Poire d'aspiration, Béchers, Erlenmeyers, Fioles jaugées, Fiole à vide, Papiers filtre, Burettes, Eprouvettes, Entonnoirs, Spatules…etc.

1.2.5. Produits chimiques, Réactifs et Matériel Biologique

Les Produits chimiques, les réactifs et le matériel biologique utilisés dans cette étude sont:

- solvants (acide acétique, acide borique, acide chlorhydrique, acide sulfurique, acide trichloracétique, éthanol, glycérol, méthanol, alcool iso amylique, eau distillée, ammoniaque, propanol-2, formaldéhyde) ;
- sels et tampons (hydroxyde de sodium, acétate de zinc, carbonate de sodium, chlorure de sodium, hexacyanoferrate de potassium (II), sulfate de cuivre, sulfate de potassium, sulfate de sodium, tartrate double de sodium et potassium, permanganate de potassium, oxalate de sodium);
- colorants et réactifs spécifiques (réactif de Folin-Ciocalteu, rouge soudan, Glycine, TRIS) ;
- matériel biologique : lactose.

1.2.6. Procédure expérimental

La méthodologie de travail suivi dans cette étude est représentée dans la figure suivante :

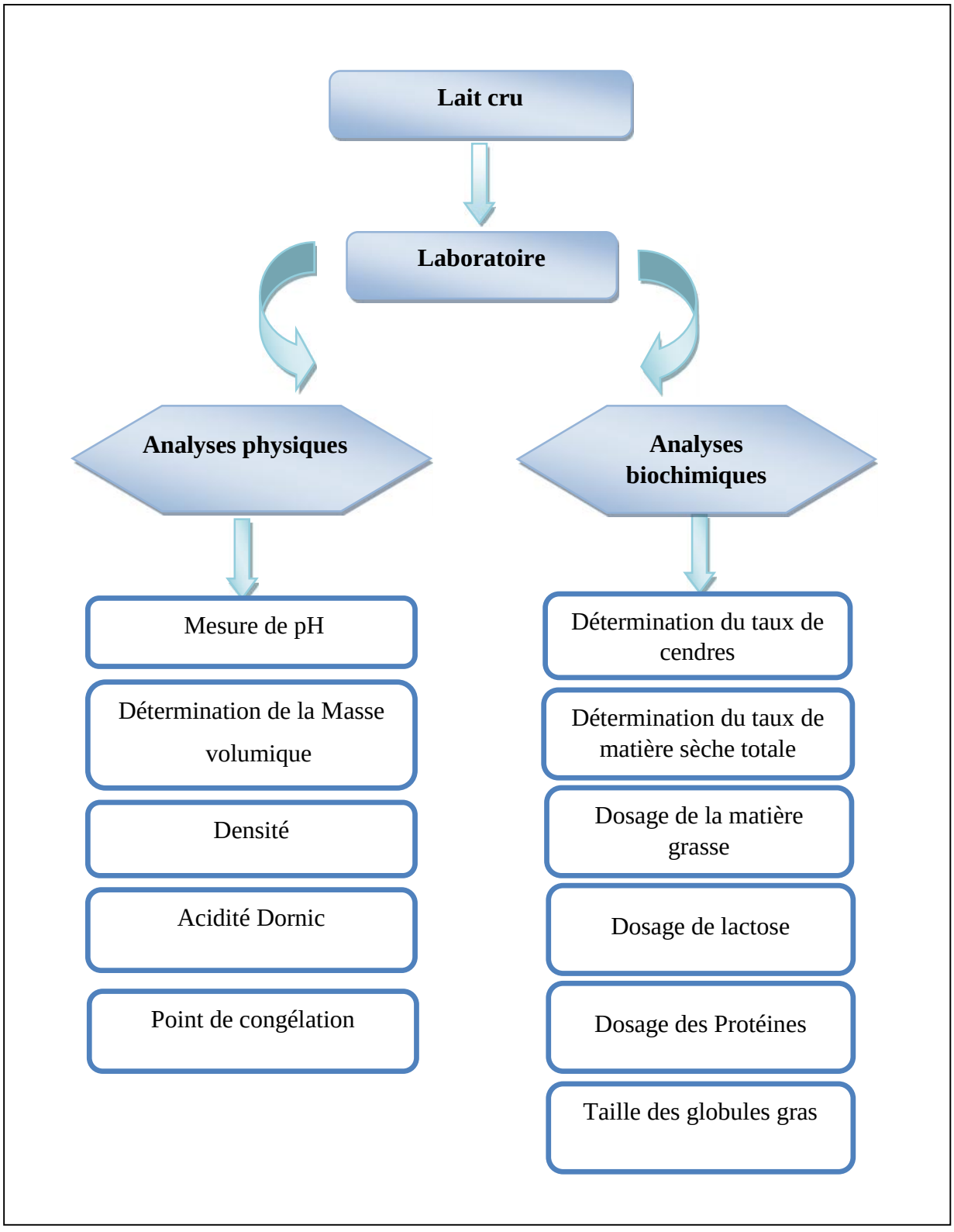

Figure 10: Procédure expérimental **(photo originale, 2016).**

I.3. Méthode

I.3.1. Collecte du lait

À l'arrivée au laboratoire, chaque échantillon est devisé en deux parties ; une partie du lait frais destinée pour la détermination du pH, l'acidité Dornic et la densité tandis que l'autre partie du lait est congelée à -18°C.

1.3.3. Etude des caractéristiques du lait collecté

1.3.3.1. Caractéristiques organoleptiques

Les tests portent sur l'appréciation du goût, de la couleur et de l'odeur. L'objectif est de déterminer le profil organoleptique de chaque type du lait (camelin, bovin et caprin).

- **Jury de dégustation**

Nous avons composé des jurys de 50 sujets (étudiants des sciences de la nature et de la vie). On les considère comme sujets qualifiés, en plus des sujets au niveau la direction de commerce comme sujets experts. Plusieurs facteurs ont été pris en considération avant l'évaluation afin d'obtenir des performances optimales de la part des sujets:

- ✓ Les sujets ne souffrent d'aucune maladie,
- ✓ Les sujets ne peuvent ni fumer, ni manger, ni boire autre chose que de l'eau pendant la dernière demi-heure précédant l'évaluation.

- **Préparation des échantillons**

Les échantillons sont amenés au laboratoire dans une glacière. Nous avons utilisés deux litres pour chaque type du lait. On a suivi quelques étapes:

- ✓ Les échantillons sont versés directement dans les gobelets en plastique transparents et étiquetés.
- ✓ Une bouteille d'eau et un verre pour le rinçage de la bouche pendant la dégustation,
- ✓ Des mouchoirs en papier pour les éventuels débordements,
- ✓ Une fiche des tests organoleptiques.

- **Test de dégustation**

Nous avons expliqué aux dégustateurs l'objectif du test organoleptique; nous leur avons proposé de déguster les trois types du lait cru puis les classer par ordre croissant de la qualité pour trois caractéristiques: couleur, odeur et saveur.

Les différentes étapes de dégustation que nous avons proposé sont citées dans la fiche du test organoleptique **(Annexe 01).**

1.3.3.2. Analyses physico-chimiques

- **Mesure de pH**

Le pH est déterminé à l'aide d'un pH-mètre. Le principe repose sur la mesure directe du pH à l'aide d'électrode plongée dans le liquide. La valeur est lue directement.

Le pH-mètre est une méthode potentiométrique. Elle mesure l'acidité réelle d'une solution et permet de quantifier les propriétés acide- base des constituants à analyser. La valeur du pH a une importance exceptionnelle par l'abondance des indications quelle donne sur la richesse du lait en certains de ces constituants sur son état de fraicheur ou sur sa stabilité (MATHIEU, 1998) **(Annexe 03).**

- **Détermination de la densité**

La densité est le rapport qui existe entre le poids spécifique d'un corps et le poids du même volume d'eau distillée, l'eau étant prise pour unité de poids spécifique égale à 1.

La DEN du lait est donc la résultante des densités de ses divers constituants.

La DEN du lait est déterminée par l'utilisation de lactodensimètre (la température du lait est égale à 20 °C) comme il est montré dans la photo **(Annexe 04)**.

- **Détermination de l'acidité Dornic**

Elle est réalisée selon la Norme Française 04-206 (Janvier 1969). Elle n'est pas applicable au lait additionné d'un conservateur, ce dernier pouvant fausser les résultats. Elle est basée sur le titrage de l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur **(Annexe 02).**

- **Détermination de la masse volumique**

La masse volumique représente la masse par unité de volume ; elle est exprimée en Kg/m^3 ρ_{20}. La MV déterminée à l'aide d'un pycnomètre, Elle sert au calcul de la matière sèche et permet en outre de déterminer le taux de mouillage.

La masse du lait dépend de tous ses constituants, C'est le rapport des masses d'un même volume de lait et d'eau à une température donnée, généralement 20 °C **(Annexe 11)**.

- **Point de congélation**

Le point de congélation du lait varie peu. Il est de - 0,555 pour le lait de vache ; c'est-à-dire le même que celui du sérum sanguin. C'est la caractéristique la plus constante du lait et sa mesure est utilisée pour déceler la fraude. L'altération par fermentation lactique et l'addition de sels solubles abaissent le point de congélation (LARPENT, 1990) **(Annexe 10)**.

1.3.3.3. Analyses biochimiques

- **Détermination du taux de Matière sèche totale (MS)**

Le principe de la méthode utilisée consiste à une dessiccation à l'étuve à 105 ± 2°C pendant 3 heures d'une quantité déterminée de lait (5ml) dans une coupelle préalablement pesée, suivie d'une pesée du résidu sec total après refroidissement dans un dessiccateur garni d'anhydride phosphorique **(Annexe 07).**

- **Détermination de la teneur en cendre (TeC)**

La détermination des cendres est réalisée par incinération de la matière sèche du lait. Dans un creuset préalablement pesée. Elle consiste à l'introduction 5 ml du lait à l'aide d'une pipette jaugée puis on la place dans un four à moufle réglé à 530 °C ± 20°C pendant 3 heures **(Annexe 05)**.

- **Détermination de la teneur en matière grasse**

Se fait par la méthode acido-butyrométrique (norme AFNOR : NF V04-210 de décembre 1990).

Principe : La méthode acido-butyrométrique est une technique conventionnelle qui, lorsqu'elle est appliquée à un lait entier de teneur en matière grasse moyenne et de masse volumique moyenne à 20°C, donne une teneur en matière grasse exprimée en grammes pour 100 ml de lait qui est équivalente à celle obtenue par la méthode de référence gravimétrique. Cette technique de dosage rapide, applicable au lait entier et partiellement écrémé, n'est pas applicable aux laits homogénéisés tels les laits UHT.

Les protéines du lait sont dissoutes par l'acide sulfurique, les matières grasses, résistantes à l'action de l'acide sulfurique concentré sont séparées par centrifugation, à chaud en présence d'alcool isoamylique (3-méthyl-1-butanol) qui facilite la séparation. On en mesure le volume vers 65-70°C dans un butyromètre de Gerber. **(Annexe 06).**

Le taux de MG est calculé par soustraction des valeurs de l'extrait sec dégraissé de celles de l'extrait sec total. Le résultat est exprimé en g/l.

- **Détermination du lactose**

Après défécation par l'hexacyanoferrate (II) de zinc ; le lactose est dosé dans le filtrat, une solution cupro-alcaline est réduit à chaud par le filtrat obtenu ; le précipité d'oxyde cuivreux formé est dessous par une solution de sulfate ferrique et le sulfate ferreux formé est dosé par manganimétrie en présence d'orthophénantroline ferreuse comme indicateur

(Annexe 08).

- **Détermination de la teneur en protéines totales**

Déterminée par l'analyseur LactoStar de type **FUNKE GERBER**, un nouvel appareil d'analyse du lait et ces dérivés avec calibrage du point zéro complètement automatique pour analyser le lait rapidement et exactement. LactoStar utilise un échantillon du lait de 12 ml, mis dans un bécher, le lait ensuite est aspiré dans les cellules de mesure au moyen d'une pompe **(Annexe 09).**

- **Taille des globules gras (TGG)**

La comparaison de tailles des globules gras entre l'échantillon du lait camelin, caprin et du lait bovin a été faite après coloration des lipides membranaires de globules gras, en utilisant le rouge soudan (à 1g/100 ml d'éthanol à 70°).Une goutte de chaque échantillon du lait de chaque espèce laitière, est mise entre lame et lamelle avec l'ajout d'une goutte de rouge soudan, ce qui permet la visualisation des globules gras sous le microscope optique avec un grandissement (x400) **(Annexe 12).**

1.4. Méthode statistique

D'après nos résultats physico-chimiques dans la présente étude, on a choisi le logiciel SAS et plus précisément le test de Duncan's qui se base sur la comparaison entre plusieurs paramètres en regroupant les résultats similaires dans le même groupe en signalant comme un résultat non significatif. Tandis que les résultats différents entre ils sont signalés dans des groupes différents signalant comme un résultat significatif. Tous les groupes sont notés en lettres majuscules. Concernant la moyenne et l'écart-type, sont réalisés par le logiciel Excel version 2010 (Microsoft).

Chapitre II: Résultats et discussion

2. Résultats et discussion

2.1. Caractéristiques organoleptiques

Les résultats de l'analyse organoleptique sont illustrés dans le **tableau 12.** Les résultats montrent une différence entre le lait des trois espèces.

Tableau 12: Les résultats des tests organoleptiques du lait des trois types espèces.

Type du Lait / Caractéristiques	Chamelle	Chèvre	Vache
Couleur	Blanc opaque	Blanc crème	Blanc jaunâtre
Gout	Un peu salé	Un peu sucré	Un peu sucré
Odeur	Non spécifique	Non spécifique	Animale forte

Le lait de chèvre est plus blanc que le lait de vache, en raison de l'absence de B-carotène (CHILLIARD, 1997), le lait caprin a un gout légèrement sucré (DUTERTRE et *al*., 2005). Il est caractérisé par une flaveur particulière et un gout plus relevé que le lait de vache (JOUYAND et ABROUMAND, 2010). Cette flaveur, en grande partie due à certains acide gras libres (JAUBERT, 1997 ; MORGAN et *al*., 2001) .

Le lait de chamelle est de couleur blanche opaque pour l'absence de la riboflavine responsable de la couleur blanc-jaunâtre du lait bovin. La présence de la β-carotène est responsable de la couleur jaunâtre de la matière grasse du lait bovin. Cette vitamine liposoluble, absente dans le lait camelin est responsable de la couleur blanche de la MG de ce lait (YAGIL et ETZION, 1980 ; EL-AGAMY, 2006; WANGOH et *al*., 1998 ; FARAH, 2004).

D'après de nombreux auteurs, le goût du lait de chamelle dépendrait de la nature des fourrages broutés (YAGIL et ETZION, 1980 ; EL-AGAMY, 2006 ; WANGOH et *al*., 1998 ;FARAH, 2004 ; SIBOUKEUR, 2007 ; AL HAJ et AL KANHAL, 2010 ; EL IMAM ABDALLA, 2012). Il se caractérise par un goût légèrement salé conféré par l'ingestion des plantes halophytes (YAGIL, 1982).

Par ailleurs, le type d'alimentation et l'endroit d'élevage auraient probablement une influence sur l'odeur du lait (GAST et *al*., 1969). Donc, dans nos résultats concernant le lait de chèvre, l'odeur animale forte peut être est due à l'influence de l'endroit d'élevage sur le lait. En revanche, les deux types du lait (bovin et camelin) ont rien signalé concernant l'odeur (non spécifique).

2.2. Caractères physico-chimiques

Les principaux facteurs de variation de la composition chimique du lait sont bien connus. Ils sont liés à l'animal (facteurs génétiques, stade physiologique, état sanitaire) ou au milieu (saison, alimentation, traite). Parmi ces facteurs, certains agissent dans le même sens sur les taux butyreux et protéique (stade physiologique, saison) et peuvent entraîner des variations entre les mois extrêmes selon les situations (COULON et *al*., 1991).

Plusieurs auteurs scientifiques provenant de divers pays rapportent des études sur ces différents facteurs affectant la composition du lait. Par contre, ces données sont souvent locales et propres au pays d'étude et peuvent ne pas s'appliquer directement à nos élevages.

Nous avons donc essayé de déterminer la composition des laits prélevés et quelques caractères physicochimiques.

La composition globale du lait ne fait apparaître que les grandes catégories de ses constituants et les valeurs données sont des valeurs moyennes. On remarque immédiatement que le constituant principal du lait est l'eau tandis que la matière sèche ne représente qu'une partie minoritaire.

2.2.1. Paramètres physiques

Les résultats de l'analyse physique sont illustrés dans le **tableau 13.**

Tableau 13 : Les résultats des paramètres physiques du lait des trois types des espèces.

Type du lait / Paramètres	Lait de chamelle		Lait de chèvre		Lait de vache	
	Moyenne	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
pH à 20 C°	6,54 [b]	0,17	6,694 [a]	0,048	6,600[a]	0,036
Acidité Dornic D°	15,30[b]	2,750	17,1[a]	1,374	18,129[a]	0,810
Densité	1,024[b]	0,002	1,033[a]	0,002	1,032[a]	0,002
Masse volumique (Kg /m^3)	1026,946[b]	4,461	1033,298[a]	1,976	1033,339[a]	4,237
Point de congélation C°	-0,929 [b]	0,189	-0,857[a]	0,244	-0,571[a]	0,787

a, b, c: Moyennes dans la même ligne affectées de lettres différentes sont significativement distincts ($p < 0, 05$)**.**

2.2.1.1. Mesure de pH

Les pH du lait des chèvres sont les plus élevées avec une moyenne égale à 6.694± 0,048, viennent ensuite les vaches avec une moyenne égale à6.600 ± 0,036, tandis que les chamelles ont une moyenne de 6,54± 0,17.

Le test statistique (Duncan) montre que le pH du lait camelin affecté de lettre « b » a une différence significatif de celui du lait bovin et caprin, affecté tous les deux de la lettre « a ».

Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par d'autres auteurs qui mentionnent que le pH camelin est légèrement plus faible que celui des laits des autres espèces, notamment bovines (pH=6.6).

YAGIL en 1982 avait estimé que la teneur relativement élevé en vitamine C du lait de dromadaire, serait à l'origine du pH bas. Par ailleurs, le pH bas du lait camelin peut être attribué à la forte concentration en acide gras volatils (YAGIL, 1982). Le pH ainsi que le goût du lait peuvent dépendre de la nature des fourrages et de la disponibilité de l'eau (GORBAN et IZZELDIN, 2001; SALEY, 1993).

Le pH du lait camelin frais se situe entre 6.0 et 6.7 cité par (KHASKHELI *et al*., 2005). Les valeurs de pH relevées dans notre étude se rapprochent de celles rapportées par certains auteurs tels que MEHAIA (1995) en Arabie Saoudite (pH = 6.61±0.02), ABULEHIA (1994) en Arabie Saoudite (pH = 6.55 ±0.04).D'autres auteurs mentionnent des valeurs plus bas, tels que SIBOUKEUR (2007) (pH= 6,31±0,15) et SBOUI et *al* (2009) (pH=6,41), SAWAYA et *al*. (1984) et ABU-TARBOUSH et *al*. (1998), en Arabie Saoudite (pH= 6.49±0.024 ; 6.48), KAMOUN (1995) en Tunisie (pH = 6.51 ± 0.12).

La valeur moyenne obtenue pour le lait de vache est dans l'intervalle des valeurs mentionnées par LABIOUI et *al*. (2009) qui indiquent que le pH du lait bovin varie de 6.44 à 6.71, et au pH enregistré par SRAIRI (2008) au Maroc (6.67). Elle est supérieure au pH obtenue par SBOUI et *al*. (2009) (6.56±0.28).

Le pH du lait de chèvre est 6.694± 0,048, cette valeur est dans l'intervalle des valeurs mentionné par REMEUF (1994) pour le lait caprin qui a mentionné que le pH du lait de chèvre se caractérise par des valeurs allant de 6.45 à 6.90.

2.2.1.2. Acidité titrable

L'AC titrable du lait de vache la plus élevée avec une moyenne égale à 18.129D° ±0,810, vient ensuite le lait de chèvre avec une moyenne égale à 17.1D° ±1.371, et puis le lait de chamelle avec une moyenne égale à 15.30D° ±2.750.

Concernant l'AC titrable du lait des trois espèces, on observe une différence hautement significative entre le lait de chamelles (b) avec les deux autres types du lait chèvres et vaches (portant ensemble la lettre a).

Ces résultats sont en accord avec ceux mentionnés par PARK et *al*. (2006) en ceux qui concerne le lait de chèvre avec une acidité de 14-18 D°, mais ils ne sont pas en accord avec la valeur d'AC du lait de vache mentionné par le Al HADJ et AL KANHAL (2010) qui ont trouvé que le lait de vache est moins acide que le lait de chèvre avec une valeur de 15-17 D°. La valeur de l'AC titrable obtenue pour le lait de vache est supérieure à celle enregistrée (16.75 D°) par SABOUI et *al*. (2009) et (15 D°) par SAWAYA et *al*. (1984).

L'acidité naturelle est liée à la teneur en caséine, sels minéraux, ions. Le lait de chèvre peut constituer une profitable alternative au lait de vache (GOURSAUD, 1985).

Les échantillons du lait camelin cru analysés est moins acides. De nombreux auteurs rapportent des valeurs supérieures ou égales à 15°D, tels que ABU-LEHIA (1994)

en Arabie Saoudite (15°D± 4) ; KAMOUN (1995) en Tunisie (15.6°D ±1.4) et SBOUI et *al*. (2009) 17,2°D, car il contient des substances acides (caséine, vitamine C, acide organiques, phosphates), ces valeurs dépendent de certains facteurs, tels que le rang et le stade de lactation, la race, le type d'élevage, la saison de lactation. Cependant, l'alimentation reste le facteur le plus déterminant. En outre nos résultats sont supérieurs aux résultats obtenus par SIBOUKEUR (2007).

Toutefois, nous pouvons estimer que les échantillons du lait analysé sont de qualités hygiéniques acceptables vue l'acidité globale ne dépasse pas 21°D (GUIRAUD, 1998).

Le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions, des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique, de la manutention du lait (SABOUI et *al*., 2009).

2.2.1.3. Densité

Les résultats des deux types du lait bovin et caprin sont très proche respectivement avec une moyenne égale à (1,032 ±0,002, 1,033±0,002), aucune différence significative été observée entre les deux. D'autre part, une différence significative entre le lait camelin (b) et les deux autres types du lait (affectés de la lettre a).

La DEN du lait de vache obtenue est en accord avec les valeurs mentionnées par (SABOUI et *al*., 2009 ; FAO, 1995) d'après une compilation de diverses sources (1,0250-1,0380). Al HADJ et AL KANHAL (2010) ont trouvé aussi que la DEN du lait de vache oscille entre1.028 et 1.033.

Concernant nos résultats de la DEN du lait de chèvre, qui sont en accord avec les résultats mentionnés par PARK et *al. (*2006) où la DEN oscille entre 1.027 et 1.035.

Les résultats obtenus pour la DEN du lait de chamelle ne sont pas comparables à celles rapportées par la FAO (1995) d'après une compilation de diverses sources (1,0250-1,0380).De même qu'elles sont très loin des valeurs signalées par KHAN et IQBAL (2003), en Arabie Saoudite et celle de ALLOUI-LOMBARKIA et *al*. (2007), respectivement égales à 1,029-1,032 ; 1,028- 1,038 et 1,029. Tandis qu'elles sont en accord avec celles rapportées par SABOUI et *al.* (2009) (1,020) et SIBOUKEUR (2007) (1,023).

La DEN du lait varie en fonction de la concentration des éléments dissous et en suspension (SIBOUKEUR et *al.,* 2005), ce qui explique la variabilité des valeurs entre les différents échantillons du lait et entre cités dans la littérature.

La DEN des échantillons du lait de vache, égale à1.032 en moyenne, est plus élevée que celle du lait de chamelle. Ces constatations ont été évoquées par de nombreux auteurs (RAMET, 2003).

La densité dépend de la teneur en matière sèche, en matière grasse, de l'augmentation de la température et des disponibilités alimentaires (SABOUI et *al*., 2009).

2.2.1.4. Point de congélation

Le PC du lait chamelle est le plus élevé avec une moyenne égale à -0.929±0.189, vient ensuite le lait de chèvre avec une moyenne égale à -0.857±0.244, alors que le lait de vache apparait avec une moyenne égale à -0.571±0.787.

Concernant le PC du lait des trois espèces, Il y a une différence significative entre celui du lait camelin d'une part et ceux des deux autres espèces de l'autre part. Par ailleurs, aucune différence n'est aperçue entre le lait de vache et le lait de chèvre en ce qui concerne le point de congélation, tous les deux sont affectés de la même lettre « a ».

Les valeurs moyennes du PC du lait de camelin et caprin sont respectivement égale à -0,929 et -0,857°C, qui sont supérieures à celle du lait bovin (-0.571 °C). Le PC prend une moyenne d'environ -0.55°C, tout dépend, des variations saisonnières ; de la race et la région de production. Il est à noter que l'acidification du lait ou l'addition de sels minéraux abaissent le PC (CODOU, 1997). On a par exemple signalé des variations normales de -0.530 à - 0.575°C. Le mouillage élève le PC vers 0°C, puisque le nombre de molécules, autres que celles d'eau, et d'ions par litre diminue.

D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entrainent un changement du point de congélation (MATHIEU, 1998).

2.2.1.5. Masse volumique

Les MV du lait de chèvre ont une moyenne égale à 1033.298±1.976, et le lait vache avec une moyenne égale à 1033.339±4.237. On observe que ces résultats sont presque similaires pour les deux types caprin et bovin, contrairement au lait de chamelle qui apparait avec une moyenne égale à 1026±4.461.

Une différence significative est notable ($p < 0, 05$) entre le lait de chamelle et les deux autres laits (bovin et caprin) qui se trouvent dans le même rang.

Nos résultats du lait de vache sont en accord avec les valeurs représentées par les normes AFNOR (1995) mais aussi avec le JORA (2001). Mais les deux sources ne confirment pas nos résultats concernant le lait caprin et camelin.

Le paramètre MV en corrélation avec le paramètre densité, ce qui apparait dans nos résultats précédents des deux paramètres qui ont une similarité. Comme la MV de l'eau à 4°C est pratiquement égale à 1000Kg.m^{-3}, la densité du lait à 20°C par rapport à l'eau à 4°C est d'environ 1.030 ($d_{20/4}$) (POINTURIER, 2003).

2.2.2. Paramètres biochimiques

Les résultats de l'analyse biochimiques sont illustrés dans le **tableau 14.**

Tableau 14 : Les résultats des paramètres biochimiques du lait des trois types des espèces.

Type du lait / Paramètres	Lait de chamelle		Lait de chèvre		Lait de vache	
	Moyenne	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Protéines totales (g/l)	25,668 ^{b}	1,990	37,035 ^{a}	7,856	41,652 ^{a}	8,133
Matière sèche (g/l)	92,429 ^{b}	17,261	120 ^{a}	24,906	101,809 $^{a/b}$	12,146
Matière grasse (g/l)	22 ^{b}	1,041	27,571 ^{a}	1,018	12,214 ^{c}	6,027
Lactose (g/l)	27,381^{c}	1,740	51,188 ^{a}	3,655	35,934 ^{b}	4,237
Taux de cendre (g/l)	5,286 ^{b}	1,113	4,286 ^{c}	0,756	7,571 ^{a}	0,600

a, b, c: Moyennes dans la même ligne affectées de lettres différentes sont significativement distincts (P < 0, 05)**.**

a/b: Moyenne appartient au deux groupes a et b.

2.2.2.1. Teneur en protéines totales

La teneur en Pro du lait de vache est nettement supérieure à celle du lait de chèvre et de chamelle.

Toutefois, il paraît qu'une différence significative se loge entre le camelin et les deux autres laits en ce qui concerne la teneur en protéines.

Les résultats trouvés pour lait de chamelle, ne sont pas en accord avec les résultats mentionnés par SBOUI et al. (2009), 34,15 g/l ; KAMOUN (1994), 34,3 g/l ; 30,72 g/ ATTIA et *al*. (2000) ; 30,8 et 33,1 g/l WANGOH (1997) ; 34,6 g/l SHAMSIA (2009) et 35,6 g/l SIBOUKEUR et *al*. (2005).

Par ailleurs, des résultats obtenus pour le lait de chamelle sont élevés (41 g/l - 49 g/l) qui ont été rapportés par MEHAIA (1995).

Toutefois, les résultats obtenus du lait bovin et caprin ne sont pas en accord avec les résultats mentionnés par (PARK et *al*., 2006 ; AL KANHAL, 2010), qui ont trouvé que le lait du chèvre est plus riche en Pro que le lait de vache qui ont respectivement une moyenne égale à (34,1 et 32,0 g /l).

De nombreux auteurs montrent qu'un régime alimentaire basé sur l'herbe entraine la baisse des taux de Pro et de MG du lait SRAIRI (2008), montrent qu'un régime à base de blé a induit un accroissement modéré du taux en Pro du lait de vache par rapport à un régime à base d'herbe conservée ou pâturée. Il précise que le taux butyreux est amélioré lors d'apport de concentrés en quantités plus importantes. WOLTER (1997), montre que l'élevage par ensilage de maïs, betteraves et concentrés entraine une augmentation de taux de Pro, alors que l'élevage par l'herbe ou un ensilage médiocre, entraine un abaissement de taux de protéines.

Enfin, les races et les conditions saisonnières en particulier influenceraient également la teneur en Pro du lait (AL HADJ et KANHAL, 2010).

2.2.2.2. Matière sèche

Une différence significative de la matière sèche totale est remarquable entre le lait de chamelle et le lait de chèvre qui sont affectés des lettres : a et b respectivement, alors qu'il n'en a pas entre les valeurs de MST de ces derniers et le lait bovin appartenant au groupe (a et b) d'après le test de Duncan.

Le taux en MS totale du lait caprin, bovin et camelin analysé est plus bas que celui obtenu par (FAO, 1995) qui ont respectivement une moyenne égale à (134,128 et 136 g/l).Le taux en MS totale pour le lait de vache est plus élevé que celui du lait de chamelle ce qui n'est pas en parfait accord avec les travaux antérieurs de SABOUI et *al*. (2009) qui ont montré que le lait de vache est plus pauvre en MS que celui de la chamelle où la teneur moyenne en MS totale de nos échantillons du lait de chamelle analysé est égale à 92.429±17.261, qui apparait plus faible par rapport à celle du lait bovin.

Elle se situe dans la fourchette des travaux de GNAN et *al*. (1994) (95.6 g/l) et de SIBOUKEUR (2007) (113,11 g/l ±10.58). RAMET (1994) a indiqué que l'une des principales caractéristiques du lait camelin est en effet, sa teneur en MS réduite par rapport à celle des laits d'autres espèces. En été, la teneur en eau du lait augmente et donc sa MS diminue davantage sous l'effet du stress hydrique. Ceci constitue selon YAGIL et ETZION

(1980), une réponse physiologique au stress hydrique, permettant d'assurer la survie du chamelon (BENGOUMI et *al.*, 1994).

La teneur en MS totale du lait varie également en fonction du stade de lactation (BENGOUMI et *al.*, 1994). Ainsi, elle diminue durant le mois suivant le vêlage, puis augmente suite à l'accroissement des taux de matière grasse et azotée (FAO, 1995).

2.2.2.3. Matière grasse

Les résultats sont très variables. Les valeurs les plus élevées sont notées chez les chèvres avec une moyenne de 27.571±1.018. Les valeurs les plus basses sont observées chez la vache avec une moyenne de 12.214±6.027.

Les différences enregistrées entre les différentes valeurs de trois types du lait en ce qui concerne la MG semblent toutes significatives, les trois valeurs sont affectées différemment par des différentes lettres (a, b et c).

Les résultats de la MG du lait vache ne sont pas en accord d'une part, avec l'intervalle de 28,5 à 32,5 g/l avancé par l'AFNOR (1995) et d'autre part avec la valeur mentionnée parle Al HADJ et AL KANHAL (2010), qui ont trouvé que le lait de vache est moins gras que le lait de chèvre avec une valeur de 37 g/l. Dans ce cas, la variabilité de la teneur en MG dépend de plusieurs facteurs tels que les conditions climatiques, le stade de lactation et l'alimentation (HODEN et COULON, 1991).

La MG du lait camelin est légèrement plus faible que la valeur rapportée par SIBOUKEUR (2007) est de (28g/l ±6) et CHETHOUNA (2011) est de (29,33 g/l± 0,51).

Il est établi qu'en dehors de la race, le rang de la traite influe sur le taux de matière grasse. La MG du lait camelin renferme des acides gras essentiels tels que l'acide linolénique contrairement à celle du lait bovin dans laquelle les acides gras à courte chaines non saturée prédominante (SIBOUKEUR, 2007).

Dans la présente étude, le taux de la MG du lait de chèvre est légèrement élevé par rapport au lait de vache et plus bas que le lait de chamelle où ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par FAO (1995).

La variabilité de la teneur en matière grasse dépend de facteurs tels que les conditions climatiques, le stade de lactation et l'alimentation (SABOUI et *al*., 2009).

2.2.2.4. Teneur en lactose

Les différences enregistrées entre les différentes valeurs de trois types du lait en ce qui concerne la teneur en lactose semblent toutes significatives, les trois valeurs sont affectées différemment par des différentes lettres (a, b et c) d'après le test de Duncan.

Les valeurs moyennes du lac chez les vaches sont plus faibles que celles étudiés par (MATHIEU, 1998) (43,51 contre 49,00 g/l). Le lac principal sucre présent dans le lait, substrat de fermentation lactique pour les bactéries lactiques, est dans l'intervalle normal pour un lait cru soit 40-50 g/l (LABIOUI, 2009).

On observe un taux plus faible concernant le lait de camelin. Ce qui est en accord avec les résultats de KARUE (1998), en Arabie Saoudite (36,5 g/l), contre 44,4 g/l rapporté par MEHAIA (1995). Le taux de lactose peut être influencé par la race cameline, KADIM et MAHGOUB (2012) ont déclaré que la race Al-dowasir, qui est élevée en Arabie saoudite donne le rendement laitier le plus élevé de toutes les races dans la région du Golf et son lait est le plus riche en lactose.

Concernant le lait caprin, la teneur en lac est plus élevée que les deux types du lait où ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par FAO (1995).

La valeur de l'extrait sec dépend de facteurs climatiques et alimentaires (SABOUI et *al*., 2009).

2.2.2.5. Teneur en cendres

Les différences enregistrées entre les valeurs de trois types du lait en ce en termes de cendres (taux des minéraux), semblent toutes significatives, les trois valeurs sont affectées différemment par des différentes lettres (a, b et c) selon le test de Duncan.

Le résultat pour le lait de chamelle, n'est pas en accord avec ceux rapportés par SBOUI et *al.* (2009) en Tunisie avec 7,5 g/l, SIBOUKEUR (2007) avec 7,28 g/l. Ainsi, les valeurs obtenues sont loin comparés d'une part avec ceux mentionnées par le lait du vache SBOUI et *al.* (2009) en Tunisie avec 6.67 g/l et d'autre part avec les résultats affichés par FAO (1995) avec une moyenne de (9 g/l).

Concernant le lait caprin, le TeC est le plus bas par rapport aux deux types du lait.

Ces résultats ne sont pas en parfait accord avec les chiffres affichés par FAO (1995) avec une moyenne de (7,7g/l).La composition minérale est variable selon les espèces, les races, le moment de lactation et les facteurs de zootechniques. D'après YAGIL (1982), le taux de sels minéraux du lait varie dans une large gamme de mesure, selon l'apport alimentaire, il est plus faible dans le lait d'animaux déshydratés. La teneur en cendres (minéraux) du lait camelin diminue en cas de privation d'eau (YAGIL, 1982). Elle varie également en fonction du stade de lactation (SIBOUKEUR, 2007).

2.2.2.6. Taille des globules gras

La présence de globules de MG dans le lait a été rapportée pour la première fois par VAN LEEUWENHOEK en 1674, après une analyse microscopique du lait placé dans un tube capillaire fin, depuis lors, les propriétés physiques des GG de lait et leur taille de distribution ont fait l'objet de nombreuses études (HUPPERTZ et KELLY, 2006).

Le lait camelin (A) présente, une plus grande fréquence de GG de petite taille comparativement à l'échantillon de lait bovin (C). Plusieurs auteurs ont rapporté que la MG du lait se trouve principalement sous forme de gouttelettes sphériques et qui sont plus petites pour le lait camelin que pour le lait bovin. Allant de 1,5 à 9 µm pour les GG camelins selon MEHAIA (1995) et de 1,2 à 4,2 µm selon YAGIL (1982), contre 3 à 6 µm pour ceux issus du lait bovin.la MG du lait de chamelle qui représente environ 3,6 % de la composition (LOPEZ et *al.*, 2001), est dispersée sous la forme de globules, enveloppés dans une membrane (KHAN et IQBAL, 2001), qui provient de la cellule sécrétrice du lait et est constituée par des complexes protéiniques, des phospholipides.

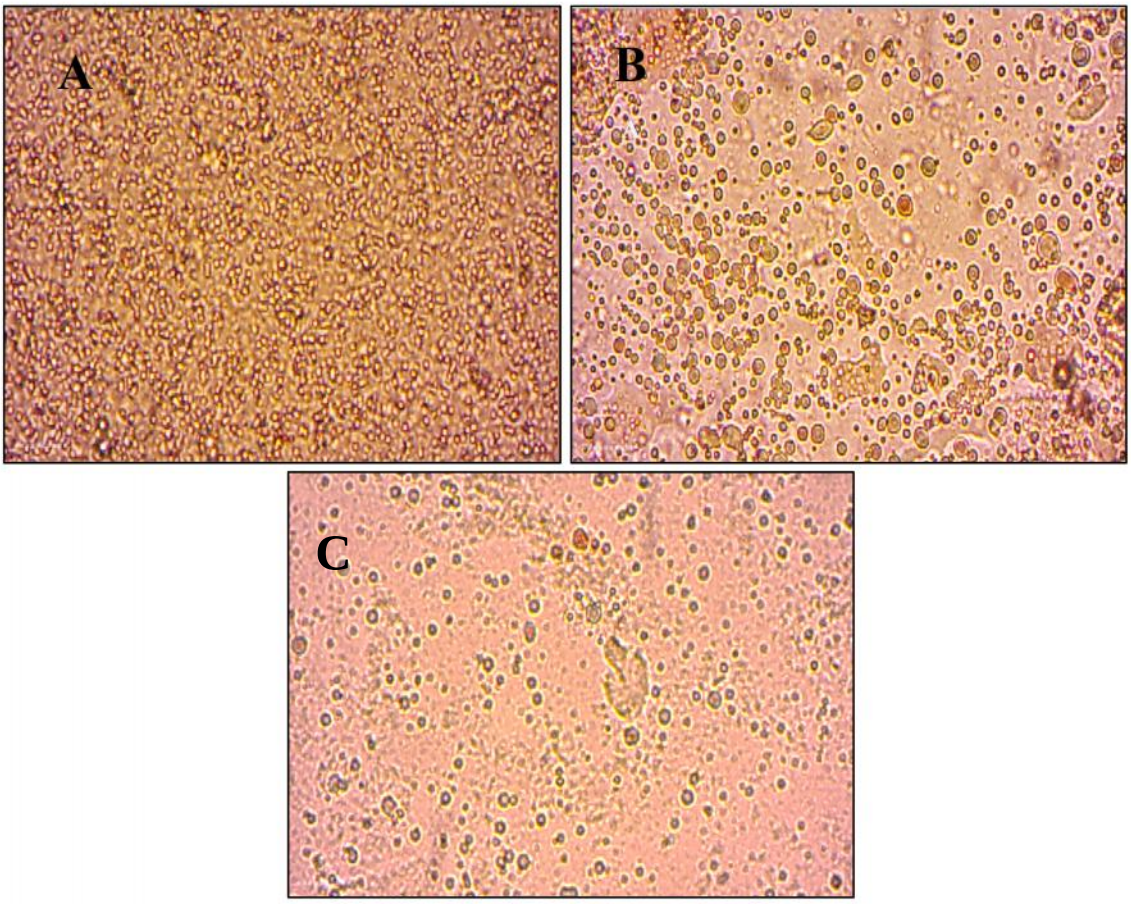

Figure 11: Aspect et taille des globules gras après coloration par le rouge Soudan (x400). (**A**: échantillon lait de chamelle; **B**: échantillon lait de chèvre ; **C**: échantillon lait de vache).

La matière grasse du lait est principalement composée par des triglycérides. La complexité de sa composition a pour origine l'extrême diversité de leurs acides gras par rapport à la longueur de la chaîne, la position et le nombre de doubles liaisons et la ramification (KARRAY et *al.*, 2005).

Les GG du lait de chèvre (B) sont de plus petite taille se situe aux environs de 2µm, en raison de cette petite taille et d'un pourcentage plus faible d'agglutinine, dans leurs membranes externe, les GG ont moins tendance è s'agglomérer (AMIOT et *al.*, 2002),permettant une meilleure homogénéisation dans le lait et ainsi sa meilleure digestibilité, et permettant une lipolyse accrue par augmentation de la surface (PARK et *al.*, 2006).

Le lait de vache contient typiquement plus de 1,5x109 globules gras/ml, contre 3,5x109 globules gras/ml pour le lait camelin (KARRAY et *al.*, 2005).

La taille des GG du lait varie avec la composition en AG des TG. TIMMEN et PATTON (1988) ont constaté que les GG de petites tailles contenaient moins de C4 :0, C10 :0 et C18 :0 et plus de C18 :1. Par ailleurs, la composition en AG des globules diffère également selon les saisons. Ainsi, la teneur en C18 :1 et C18 :2 du lait augmente en hiver avec augmentation de la taille des GG, mais l'effet inverse est observé dans le lait de printemps avec plus de C14 :0 et C16 :0 et diminution de la taille des globules gras (BRIARD et *al.*, 2003).

Conclusion

CONCLUSION

Le lait est un aliment spécifique dont l'importance nutritionnelle n'est plus à démontrer. En effet, le lait constitue le premier apport protéique de l'être humain et le premier aliment naturel complet dès le jeune âge. Il renferme les nutriments de base nécessaire au bon développement de l'organisme humain.

La composition des différents laits d'animaux varie considérablement d'une espèce à l'autre, mais aussi à l'intérieur d'une même espèce, et son comportement vis-à-vis aux changements des conditions du milieu. Sa composition physico-chimique est caractérisée par sa teneur importante en matière protéique, toutefois ces concentrations varient selon l'alimentation, le stade de lactation avec l'époque de l'année et du débit lacté, l'âge ainsi qu'aux conditions environnementales (FREDOT, 2005).

L'objectif de cette étude est d'apprécier la qualité organoleptique, et les paramètres physico-chimiques des trois espèces laitières (cameline, bovine et caprine) dans la région d'El-Oued.

L'analyse organoleptique a montré que le lait de chèvre se rapproche plus au lait de vache en termes de gout (un peu sucré pour les deux) et de couleur, où le lait caprin apparait avec une couleur blanche crème, celle de lait de la vache blanche jaunâtre. Néanmoins, une odeur animale forte a fait distinguer le lait de chèvre. Alors que le lait de chamelle semble d'une couleur blanche opaque avec un goût un peu salé.

Sur le plan physique on constate que le pH du lait camelin est légèrement plus faible (6,54) par rapport au lait bovin et caprin. Son acidité Dornic est égale à 15,30°D**.** Elle est relativement basse par rapport au lait bovin et caprin. La densité du lait camelin (1,024), parait légèrement plus faible par rapport aux deux types du lait analysés qui emblent presque similaires.

Cependant, les analyses biochimiques montrent que le lait bovin présente le taux le plus élevé en cendre (7,571 g/l) ainsi qu'en protéines totales (41,652 g/l) face aux laits : camelin et caprin. La teneur en matière sèche totale du lait caprin est égale à 120 g/l. Elle semble plus élevée par rapport à celles du lait camelin et caprin. Le lait caprin présente la teneur la plus élevée en deux paramètres: matière grasse (27,571 g/l) et lactose (51,188 g/l).

Enfin, l'étude montre que les diamètres des globules gras et leur fréquence sont presque similaires pour les deux types du lait (bovin et caprin), tandis qu'ils ont des tailles plus petites pour le lait camelin.

Ce travail nécessite d'autres investigations plus approfondies pour comprendre certains points qui demeurent insuffisamment élucidés. Des analyses physico-chimiques et biochimiques des laits des trois espèces doivent être réalisées sur des échantillons plus larges comportant des laits individuels, et des laits de mélange collectés dans des endroits divers. D'autre part, le recours à des techniques de séparation et d'analyses plus sophistiquées tels que la spectrophotométrie à flamme, l'HPLC, la CPG, le séquençage des protéines…) permettra de caractériser d'une manière complète et fiable les qualités laitières.

Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ABU-LEHIAI, H. (1989).** Physical and chemical characteristics of camel milk fat and its fractions. Food Chem., 34, p. 261-272.
2. **ABU-LEHIAI, H. (1994).** Recombined camel's powder. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers". 24-26- octobre. Nouakchott. Mauritanie.
3. **ABU-TARBOUSHH, M., AL-DAGALM, M., et AL-ROYLIM, A. (1998**). Growth, viability and proteolytic activity of Bifidobacteria in whole camel milk. J. Dairy Sci., 81, 354-361.
4. **ABOUTAYEB, R. (2009).** Technologie du lait et dérivés laitiers. http://www.azaquar.com. Consulté le 06/11/2015.
5. **ADRIAN, J.** (**1987**). Les vitamines. In : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL –INRA. Paris. 113-119.
6. **ADRIAN, J., POTUS, J., et FRANGNE, R. (2004).** La science alimentaire de A à Z ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier : 79 (477 pages).
7. **AFNOR. (1985).** Contrôle de la qualité des produits laitiers –Analyses physiques et chimiques, 3ème édition : 107-121-125-167-251(321 pages).
8. **AFNOR. (1995).** Contrôle de la qualité des produits alimentaires –Analyse sensorielle, 5ème édition, ISBN: (400 pages).
9. **ALAIS, C. (1975).** Sciences du lait. Principes des techniques laitières. Edition Sepaic, Paris.
10. **ALAIS, C., LINDEN, G., et MICLO, L. (2008).** Biochimie alimentaire. Dunod 6éme édition. Paris. pp : 86-88.
11. **ALAIS, C., et LINDEN, G. (1994).** Biochimie alimentaire – 3e édition, Masson, Paris, 244p.
12. **AL-ALAWI, A.A., et LALEYE, L.C. (2011).** Characterization of camel milk protein isolates as nutraceutical and functional ingredients. Collaborative Research Project Sultan Qaboos University United Arab Emirates University.
13. **Al HADJ, O.A., et Al KANHAL, H.A. (2010)**. Composition, technological and nutritional aspect of dromedary camel milk. International Dairy Journal. xxx : 1-11.
14. **ALOUI LOMBARKIA, O., GHENNAM, E., BACHA, A., et ABEDEDDAIM, M. (2007).** Caractéristiques physicochimiques et biochimiques du lait de chamelle et

séparation de ses protéines par électrophorèse sur gel de polyacrylamide. Rencontres Recherche Ruminants 14p.

15. **ALVES, L. (2006**). Site de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, [en ligne] AdresseURL:http://www.vetlyon.fr/ens/nut/webbromato/cours/cmlait/cmsomlai.html. (Page consultée le 30 septembre 2016),
16. **AMIOT, J., LAPOINTE-VIGNOLA, C. (2002).** Science et technologie du lait : transformation du lait. Presses intl polytechnique, quebec. 600.
17. **ATTIA, H., KHEROUATOU, N., NASRI, M., et KHORCHANI, T. (2000).** Characterization of the dromadary milk casein micelle and study of its changes during acidification.Lait. 80, p.503-515.
18. **BADINAND, F. (1994).** Maîtrise du taux cellulaire du lait. Rec. Méd. Vét., n°170.
19. **BEKAKRA, A. (2006)**. Bilan de cadre des ensemblement periode 2001-2005
20. **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**.**
21. **BOUTONNIER, J.L. (2008).** Matière grasse laitière Composition, organisation et propriétés. Dans Techniques de l'ingénieur, Traité Agroalimentaire (F 6320), Paris.
22. **BRAGERE, H. (1996**). Le lait, cours d'HIDAOA. École nationale vétérinaire de Toulouse.
23. **BRIARD, V., LECONTE, N., MICHEL, F., et MICHALSKI, M.C. (2003**). The fatty acid composition of small and large naturally occurring milk fat globules. Eur. J. Lipid Sci.Technol. 105, p. 677-682.
24. **BRULE, G. (1987**). Gles mineraux. In CEPIL. Le lait matiere première de l'industrie laitière CEPIL-INRA. Paris. 87-98
25. **BYLUND G. (1995).** Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems AB S-221 86 , Lund . Sweden: 18- 23-381(436 pages).
26. **CAYOT, P., et LORIENT, D. (1998).** Structures et Technofonctions des Protéines du Lait. Edition Tec et Doc Lavoisier. Paris.
27. **CIPC Lait Commission Interprofessionnelle des Pratiques Contractuelles. (2011)** Avis relatif à la définition et aux méthodes d'analyse de l'acidité du lait n°2011-02.
28. **CHILLIARD, Y. (1997).** Caractéristiques biochimiques des lipides du lait de chèvre : comparaison avec les laits de vache et humain. Intérêt nutritionnel du lait de chèvre. Annales Pharmaceutiques Françaises 59: 1-51.

29. **CHETHOUNA, F. (2011).** Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologique du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Thèse de Magister en Sciences Biologiques Université Kasdi Merbah Ouargla.
30. **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.
31. **COULON, J.B., CHILLIARD, Y., et REMOND, B. (1991).** Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques. INRA Prod. Anim., 4 (3).pp: 219-228.
32. **CUQ, J.L. (2007).** Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. pp: 20-25.
33. **DEBRY, G. (2001).** Lait, nutrition et santé. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.
34. **DOSOGNE, H., ARENDT, J., GABRIEL, A., et BURVENICH, C. (2000).** Aspect physiologiques de la sécrétion laitière par la mamelle bovine, Ann. Med. Vet., 144 ,(6), 357-382.
35. **DUTEURTRE, G., OUDANANG, M., et N'GABA, S.H. (2005).** Les bars laitier de n'djamena (Tchad) des petites entreprises qui valorisent le lait de bousse. Acet de colloques, Ressources vivriéres et chouix alimentaires dans le bassin du lac Tchad :20-22 novembre, paris X-Nanterre.
36. **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.
37. **El-AGAMY, E.I. (2006).** Camel milk. In: Park YW et Haenlein GF (Eds),. Handbook of milk of non-bovine mammals. pp 297-344. Blackwell Publishing, Iowa, USA.
38. **EL IMAM ABDALLA, A. (2012).** Composition and Anti-Hypoglycemic Effect of Camel Milk.In Proceedings of the 3rd Conference of the International Society of Camelid Research and Development, p. 300-301. Muscat, Sultanate of Oman.
39. **ENJALBERT, F. (1993**). Alimentation et composition du lait de vache. point vet, 25 (156) : 769-778.
40. **FAO. (1995).** Le lait et produits laitiers dans la nutrition humaine. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome.
41. **FARAH, Z., et BACHMAN, M.R. (1987**). Rennet coagulation properties of camel milk. Milchwissenschaft, 42, 689-692.

42. **FILIPOVITCH, D. (1954).** Etude sur les variations de la densité du lait de mélange. International dairy journal. pp :333-334..
43. **FILION, M.M. (2006).** Amélioration de la stabilité thermique du lait par modulation du potentiel d'oxydoréduction. Mémoire de maîtrise en sciences et technologie des aliments (grade de maître ès sciences). Faculté des études supérieures de l'université Laval, Québec.
44. **FARAH, Z. (2004).** Milk.In Z. Farah, A. Fisher (Eds), Milk and meat from the camel. Hanbook on products and processing. P. 25-28. Zurich. Switzer-land.Swiss Federal Institute of Technology.
45. **FREDOT, E. (2005).** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier:10-14 (397 pages).
46. **GAST, M., MAUBOISJ, L., et ADDA, J. (1969).** Le lait et les produits laitiers en Ahaggar.Centre Rech. Anthr. Prehist. Ethn.
47. **GAUCHER, I. (2007).** Cararctéristiques dela micelle de caséines et stabilité des laits : de la collecte des laits crus au stockage des laits UHT, thèse INRA / Agrocampus Sci. Tech. Lait et oeuf .agrocampus Rennes **.**
48. **GHAOUES, S. (2011).** Evaluation de la qualite physico-chimique et organoleptique de cinq marques de lait reconstitues partiellement écrèmes commercialises algérien. memoire du magister en sciencesalimentaires. I. N. A. T. A. A. univ mentoure-constantine.
49. **GNAN, S. O., et SHERIHA, A.M. (1986).** Composition of Libyan camel milk. Australian Journal of Dairy Technology, 41, 33-35.
50. **GOT, R.** (**1997).** les enzymes du lait. ann nutr alim. 25 : A291- A311
51. **GORBAN, AM.S., et IZZELDIN, O.M. (2001**). Fatty and Lipids of Camel Milk and Colostrum. International J. Food Sci. Nutr., 52, p. 283-287.
52. **GOURSAUD, J. (1985).** Composition et propriétés physico-chimiques. Dans Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits de la mamelle à la laitière. Luquet F.M. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.
53. **GOURSAUD, J.** (**1987**). Le contrôle de la qualité du lait, matiere premiere de l'industrie, in : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL-INRA, paris, 385-394
54. **GOY, D., HÄNI, J.P., WECHSLER, D., et JAKOB, E. (2005).** Valeur de la teneur en caséine du lait de fromagerie. Edition, Agroscope Liebfeld-Posieux. Groupe de discussions Gruyère Nº27f.

55. GUENGUEN, L. (1995). Apports minéraux par le lait et les produits laitiers. cah, nutr diet .,3, 213-217.

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

57. GUIRAUD, J.P. (2003). Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. pp : 136-139.

58. HODEN, P., et COULON, H. (1991). Composition chimique du lait, http://www.2.vet.lyon.fr.consulté le 11/01/2016.

59. HUPPERTZ, T., et KELLY, A.L. (2006). Advanced Dairy Chemistry, Volume 2: Lipids, 3rd edition Department of Food and Nutritional Sciences, University College, Cork, Ireland. Edited by P.F. Fox and P.L.H. McSweeney, Springer, New York, p. 173-212.

60. JAKOB, E., et HÄNNI, J-P. (2004). Fromageabilité du lait. Edition, Agroscope Liebefeld Posieux. Groupe de discussions N° 17F.

61. JAUBERT, G. (1997). Biochemical characteristics and quality of goat milk. CHEAM. Option Mediterranéennes. 25: 71-74.

62. JEANTET, R. (**2007**). CROGUENNEC T., SCHUCK P. et BRULE G. Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier : 17 (456 pages).

63. JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE. (2001). Bulletin officiel n° 4862 du 9 chaoual 1421 (4 janvier 2001), Décret n° 2-00-425 du 10 ramadan 1421 (7 décembre 2000) relatif au contrôle de la Production et de la commercialisation du lait et produits laitiers.

64. JOUYANDEH, H., et ABROUMAND, A. (2010). Physico-chemical, nutrional, heat treatment effects and dairy product aspects of goat and sheep milk. World applied science journal. 11(11), 1316-1322.

65. KADIM, I.T., et MAHGOUB, O. (2004). Calelid genetic resources. A repport on three Arabian Gulf countries. ICAR Technical Series n°11.

66. KAMOUN, M. (1995). Le lait de dromadaire : production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. Option Médit., 13, 81-103.

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

68. KARUE, C.N. (1998). The dairy characteristics of the Kenyan camel.In Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: actes du colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994. Collection Colloques. CIRAD. Montpellier. France. P. 55-60.

69. **KACI, M., et SASSI, Y. (2007).** Industrie laitière et des corps gras. Rapport pour l'Agence. nationale de développement de la PME. Recueil des fiches sous sectorielles. EDP édit.
70. **KHAN, B.B., IQBAL, A., et RIAZ, M. (2003)**. Production and Management of camels. Dept. Livestock Management .University of Agriculture Faisalabad. Pakistan.
71. **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.
72. **KARRAY, N., LOPEZ, C., OLLIVON, M., et ATTIA, H. (2005).** La matière grasse du lait de dromadaire : Composition, microstructure et polymorphisme. 12 N°5-6, p. 439 – 446.
73. **LABIOUI, H., ELMOUALDI, L., BENZAKOUR, A., EL YACHIOUI, M., BERNY, E. H., et OUHSSINE, M. (2009**). Etude physicochimique et microbiologique de laits crus. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 2009, 148, 7-16
74. **LARPENT, J.P. (1990**). Influence de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait, In la vache laitière. 231- 246, ed INRA publications, route de St- cyr, 78000, versailles.
75. **LINDEN, G. (1987**). Les enzymes in CEPIL. LE lait matiere premiere de l'industrie laitiere, CEPIL-INRA, paris, 121-127.
76. **LOPEZ, C., RIAUBLANC, A., LESIEUR, P., BOURGAUX, C., KELLER, G., et OLLIVON, M. (2001**). Definition of a model fat for crystallization-in-emulsion studies. J Am Oil Chem Soc; 78: 12 p. 33-44.
77. **LUQUET, F.M.** (**1985)**. Laits et produits laitiers : vache, brebis, chèvre,. 3volumes. Paris, technique et documentation, Lavoisier
78. **MADJI, A. (2009).** Séminaire sur les fromages AOP ET IGP.INAT. Tunisie. Magnusson M., Christiansson et Svensson B. (2007). Bacillus cereus spores during housing of dairy cows: factor affecting contamination of raw milk . journal of dairy science. n° 90. pp: 2745-2754.
79. **MANKAÏ, M., MNASSER, H., et BOUDABOUS A. (2003).** Influence de la durée de réfrigération sur la microflore psychrotrophe, la protéolyse et la composition chimique et minérale du lait cru de collecte tunisien. Editions de Courcelles vol. 120, no12. pp :12-17.
80. **MARTINET, J., et HOUDEBINE, L.M. (1993).** Biologie de la lactation. INSERM/INRA. Paris, 587p.

81. **MEHAIA, M.A. (1995).** The fat globule size distribution in camel, goat, ewe and cow milk. Milchwisenschaft, 50, 260-263
82. **MATHIEU, H. (1985).** Modification du lait après récolte. Dans : Lait et produits laitiers. Vaches, brebis, chèvres. Luquet F.M tome 1. Tech. & Doc., Coll. STAA, Lavoisier, Paris.
83. **MATHIEU, J. (1998).** Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris: 3-190 (220 pages).
84. **MARCHIN, S. (2007).** Dynamique de la micelle de caséines : caractérisation structurale. Thèse INRA/ Agrocampus Rennes.
85. **MEYER, C., et DENIS, J.P. (1999).** Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Edition Quae, CTA, presses agronomiques de Gembloux.
86. **MOHAMED, A. (1993).** Characterization of camel milk β-casein. Ph.D. Thesis. University of Karachi, Pakistan.
87. **MORGAN, F., BODIN, J.P., et GABORIT, P. (2001).** Lien entre le niveau de lipolyse du lait de chèvre et la qualité sensorielle des fromages au lait cru ou pasteurisé. Lait 81: 743-756.
88. **MORRISSAY, P.A. (1995).** Lactose : chemical and physicochemical properties. dans : Developments in dairy chemistry 3. (FOX PF). Elsevier, London.
89. **NEGUIA, F. (2014**). contribution à l'etude de la biodiversite fongique des sols salins et hypersalins (chotts) de la region d'oued souf et leur activite proteolytique mémoire du diplôme magister, univ mohamed khider biskra.p13.
90. **NEVILLE, M. C., et JENSEN, R. G. (1995).** The physical properties of humain and bovine milks In JENSEN R., Handbook of milk composition-General description of milks,Academic Press,Inc: 82 (919 pages).
91. **PARK, Y.W., ZHANG, H., ZHANG, B., et ZHANG, L. (2006**). Mare milk, in Park et Haenlein (eds), Handbook of milk of non-bovine mammals, pp. 275-296. Blackwell Publishing Professional, USA.
92. **POINTURIER, H. (2003).** La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France: 64 (388 pages).
93. **POINTURIER, H., et ADDA, J.** (**1969).** beurrerie industrielle. La maison rustique, paris.
94. **POUGHEON, S., et GOURSAUD, J. (2001**). Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRY G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).

95. POUGHEON, S. (2001). Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse doctorat d'état en médecine vétérinaire, université Paul Sabatier de Toulouse, France.

96. RAMET, J.P. (1985). La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéen. Collection FAO Alimentation et nutrition n°48.

97. 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-novembre, Niamey, Niger.

98. REUMONT, P. (2009). Licencié Kinésithérapie, http://www.medisport.be. Consulté le 14/02/2016.

99. REMEUF, F. (1994). Relations entre les caractéristiques physico- chimiques et aptitudes fromageres des laits. Rec, méd, vét., , 170 (6/7) : 359-365.

100. RHEOTEST, M. (2010). Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK –Produits alimentaires et aromatisants http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf.

101. ROUDAUT, H., et LEFRANCQ, E. (2005). Alimentation théorique. Edition Sciences des Aliments.

102. REMONS, B., et JOURNET, M. (1987). Effet de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait In : le lait, matière premmiere de l'industrie laitière. INRA publications, versailles. 171-185.

103. SALEY, M. (1993). La Production Laitière du Dromadaire. CIRAD, Ed Maison-Alfort, Paris.

104. SAWAYA, W.N., KALIL, J.K., AL-SHALHAT, A., et AL-MOHAMED H. (1984). Chemical composition and nutritional quality of camel milk. J. Food Sci., 49, 744–747.

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

106. SHAMSIA, S.M. (2009). Nutritional and therapeutic properties of camel and human milks. International Journal of Genetics and Molecular Biology Vol. 1 (2), p. 052-058.

107. SKIDMORE, J.A. (2005). Reproduction in dromedary camels: an update. Anim. Reprod.,2, N°3, p.161-171.

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

109. 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.

110. SRAIRI, M.T. (2008). Perspective de la durabilitè des élevages de bovins laitiers au Maghreb a l'aune de défis futurs : libéralisation des marchés, aléas climatique et sécurisation des approvisionnements.

111. STOLL, W. (2003). Vaches laitières: l'alimentation influence la composition du lait. RAP Agri. N° 15/2003, vol. 9, Suisse.

112. THAPON JL., 2005- Science et technologie du lait, Agrocampus-Rennes, France: 14(77 pages).

113. THIEULIN, G., et VUILLAUME, R. (1967). Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des oeufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73(388 pages).

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

115. TOUREAU, V., BAGIEU, V., et LE BASTARD, A.M. (2004). Une priorité pour la recherche: la qualité de nos aliments. Les recherches sur la qualité du fromage. INRA mission communication.

116. VARNAM, A.H., et SUTHERLAND, P. (2001). Milk and Milk Products: Technology, Chemistry, and Microbiology. Volume 1 Food products series. An Aspen Publication. New York. pp: 35-37.

117. VEISSEYRE, R. (1979). Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3éme édition. Edition la maison rustique, Paris. Vela G.R. (1997). Microbiology of milk. Dans Applied Food Microbiology, Star Publishing, Belmont, CA, 325p.

118. VIGNOLA, C. (2002). Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp. 3-75.

119. VIERLING, E. (2003). Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages).

120. WANGOH, J. (1997). Chemical and Technological Properties of Camel (*Camelus dromedarius)* Milk. Diss. ETH Nr. 12295, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Switzerland.

121. WANGOH, J., FARAH, Z., et PUHAN, Z. (1998). Iso-electric focusing of camel milk proteins. Int. Dairy J.,8, p. 617-621.

122. WATTIAUX, M.A. (1997). Dairy essentials (1st edition) : Nutrition and feeding, The Babcock Institute Publications, University of Wisconsin-Madison, 1-28.

123. WEHRMULLER, K., et RYFFEL, S. (2007). Produits au lait de chèvre et alimentation. ALP actuel, no 28.

124. WOLTER, R. (1988). Alimentation de la vache laitière. 3éme édition. Editions France Agricole. Paris.

125. YAGIL, R. (1982) Camels and camel milk. In Animal production and health paper n° 26. P. 1-69. Publication FAO. Rome.

126. YAGIL, R., et ETZION, Z. (1980). Effect of drought conditions on the quality of camel milk. J. Dairy. Res., 47, 159-166.

Annexes

Annexe 01:

Fiche d'analyse organoleptique

Nom et Prénom :……..... **Date:……**

Localisation:……

Nous vous proposons de déguster les 03 types du lait pour caractéristiques : couleur, odeur, et goût.

Caractéristiques \ Lait		Chamelle	Vache	Chèvre
Couleur	Blanc opaque			
	Blanc crème			
	Blanc			
	Blanc jaunâtre			
	Jaune			
Odeur	végétale (forte)			
	végétale (faible)			
	non spécifique			
	animale (faible)			
	animale (forte)			
Goût	Sucré			
	Un peu sucré			
	Normal			
	Un peu salé			
	Salé			

Note à suivre:

- Commencez par l'observation de l'échantillon,
- Humez l'échantillon pour repérer la présence ou l'absence d'odeur,
- Dégustez échantillon par échantillon;
- Cochez successivement sur la fiche d'analyse:
- Rincez la bouche après chaque dégustation,
- Bien déguster

<u>Annexe 02:</u> Détermination de l'acidité Dornic (acidité titrable).

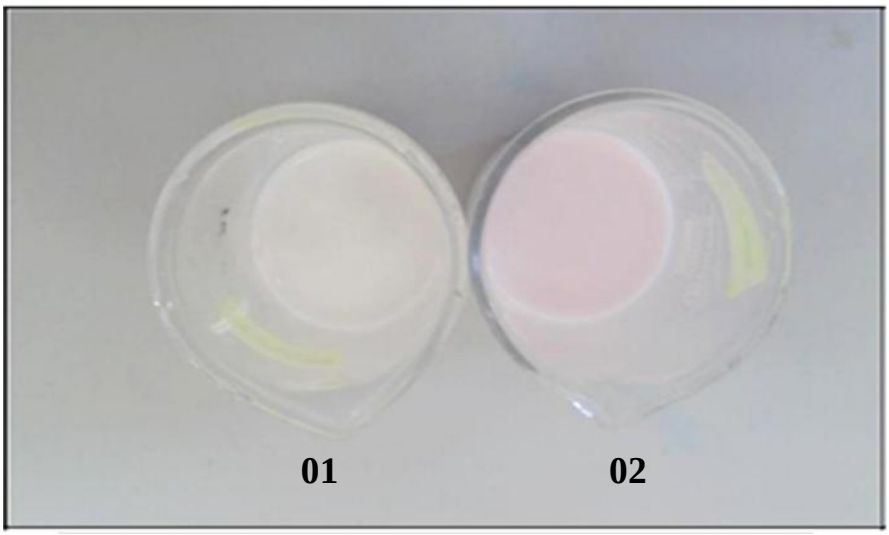

Figure 01: Acidité Dornic **(Bécher01**: lait témoin, **Bécher 02 :** Après titrage **« virage au rose ») (photo originale, 2016).**

Protocole selon la Norme Française 04-206 (Janvier 1969).

Elle n'est pas applicable au lait additionné d'un conservateur, ce dernier pouvant fausser les résultats.

1. **Matériels et produits:**

- 10 ml du lait entier.
- Un bécher de 100 ml.
- phénolphtaléine à 1% dans l'alcool à 95%
- La soude Dornic (N/9) (0.11 N)
- Burette de 50 ml (graduée en 0,05 ml)
- Pipette jaugée à 10 ml

2. **Mode opératoire:**

Un échantillon précis de 10 ml de lait est placé dans un bécher de 100 ml en présence de 0,1 ml de phénolphtaléine à 1% dans l'alcool à 95%. La soude Dornic (N/9) est ajoutée à la burette jusqu'au virage au rose. La coloration rose doit persister au moins 10 secondes. Dans ces conditions, l'acidité exprimée en degrés Dornic est équivalente au nombre de dixièmes de ml de soude Dornic versée pour avoir le virage de l'indicateur.

La valeur en acidité titrable exprimée en degré Dornic (°D), est donnée par l'expression suivante :

1°D = 0,1 ml de NaOH à N/9

Annexe03: Mesure du pH.

Mesure du pH du laits elon la méthode électrométrique décrite par AFNOR, (1980)

1-Appareillage et réactifs :

- 50 ml de lait cru.
- PH- mètre
- bécher de 100 ml.

2-Mode opératoire :

- Introduction de l'électrode du pH-mètre préalablement étalonné dans un bécher contenant 100 ml de lait cru à 20°C.

La valeur affichée sur l'écran de l'appareil correspond au pH du lait à 20°C.

Figure 02: pH –mètre **(photo originale, 2016).**

Annexe 04: Détermination de la densité

1-Matériels:

- Un lactodensimètre
- Un thermomètre
- Une éprouvette ou un bécher allongé 250 ml

2-Mode opératoire:

- Prolonger le densimètre dans le lait, puis est versé dans éprouvette qui est stabilise à la température d'utilisation de l'appareil (20°C) en évitant que celui-ci frotte les prions du récipient.
- Attendre 01 min avant d'effectuer la lecture qui doit être fait à la partie supérieure du ménisque.

3-Expression des résultats :

La densité est lue directement sur le lactodensimètre.

Figure 03: Thermo-lactodensimètre.

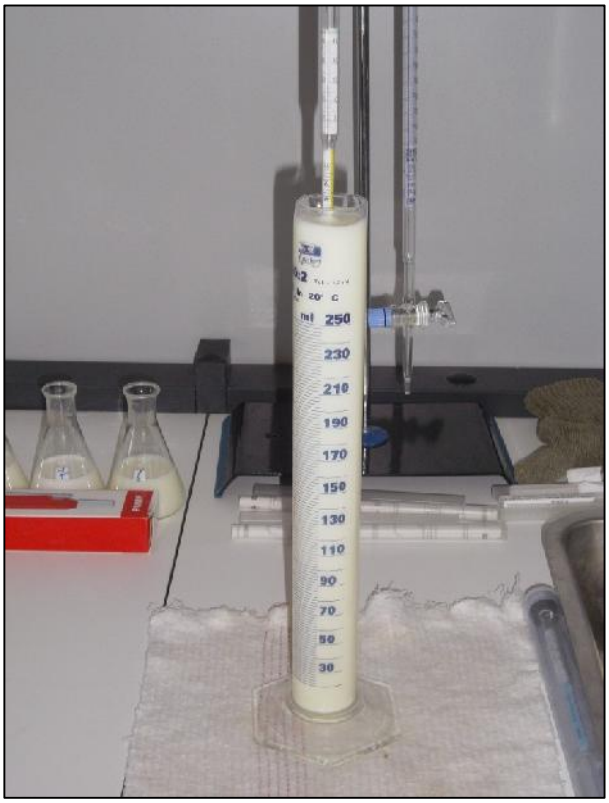

Figure 04: Mesure de la densite**.**

(photos originales, 2016).

Annexe 05: Détermination des cendres (AFNOR, 1980).

1. Appareillage:

- capsule en platine ou matière inaltérable à fond plat de 55 à 60 mm de diamètre et de 20 à 25 mm de hauteur, de préférence avec couvercle.
- four à moufle 530 °C ± 20 °C.
- Balance analytique sensible à 0,1 mg.
- Déssiccateur, contenant un agent déshydratant efficace.
- Pipette à lait

2. Mode opératoire:

- Incinérer la matière sèche par chauffage dans le four jusqu'à la disparition des particules charbonneuses (03 à 04).
- Mettre la capsule dans le déssiccateur et laisser refroidir.
- Peser à 0,1 mg prés.

3. Résultats :

Les cendres du lait en g/l sont égales à :

(M1 –Mo) X 1000 / V

Les cendres du lait en pour cent de masse, sont égales à :

(M1 –Mo) X 1000 / E

- M0 = Masse en grammes de la capsule vide.
- M1 = Masse en gramme de la capsule + les cendres.
- V = Volume en millilitre de la prise d'essai.
- E = Masse en grammes de la prise d'essai de lait.

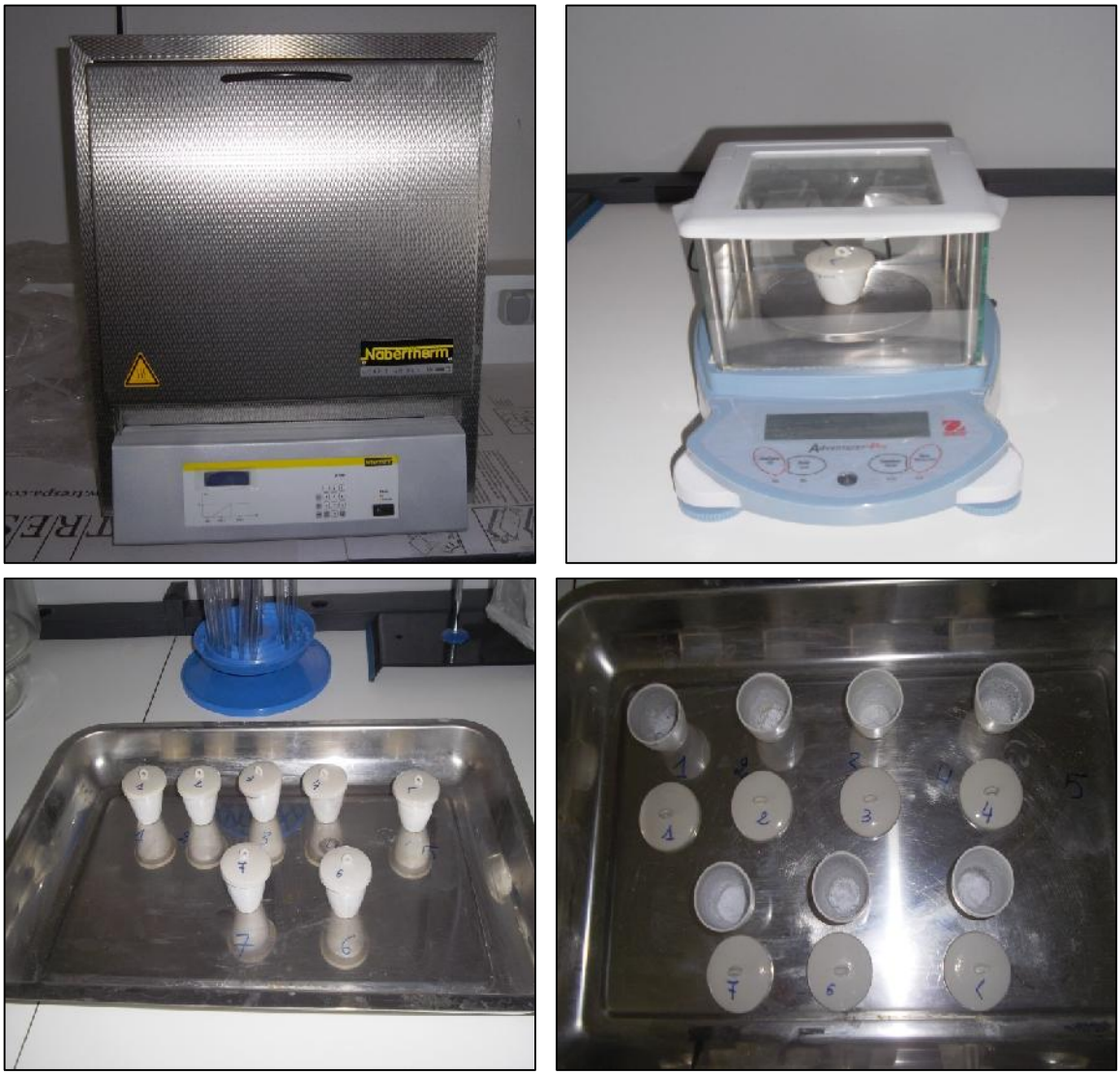

Figure 05: Les différentes étapes de la détermination de la TC (g/l)

(photo original, 2016).

<u>Annexe 06 :</u> Dosage de la matière grasse (méthode de GERBER, acido-butyrométrique) (norme AFNOR : NF V04-210 de décembre 1990).

1. **Réactifs**
   - Acide sulfurique concentré ρ_{20} =1.820 ± 0.005 g/ml, incolore ou à peine ambré ne contenant aucune impureté pouvant agir sur le résultat.
   - Alcoolamylique ρ_{20} =1.813 ± 0.005 g/ml.
2. **Appareillage**
   - Butyromètre à lait muni d'un bouchon approprié,
   - Pipette à lait,
   - Pipette ou système automatique permettant de délivrer 10.0 ml ± 0.2ml d'acide sulfurique,
   - Pipette ou système automatique permettant de délivrer 1.00 ml ± 0.05ml d'alcool amylique,
   - Centrifugeuse **GERBER**, dans laquelle les butyromètres peuvent être placés munie d'un indicateur de vitesse donnant le nombre de tours à la minute à ± 50 tr/mn maximum prés,
   - Bain d'eau à la température de 65°C ± 2°C,
   - Thermomètre approprié destiné à vérifier la température du bain d'eau.
3. **Mode opératoire**

3.1.Préparation du butyromètre à la prise d'essai

- A l'aide d'une pipette ou d'un système automatique, mesurer 10 ml d'acide sulfurique et les introduire dans le butyromètre,
- Retourner doucement trois ou quatre fois le recipient contenant l'échantillon préparé,
- Prélever immédiatement à la pipette à lait le volume fixé de lait et le verser dans le butyromètre sans mouiller le col de celui-ci de façon qu'il forme une couche au-dessus de l'acide,
- A l'aide d'une pipette ou d'un système automatique mesurer 1ml d'alcool amylique et l'introduire dans le butyromètre sans mouiller le col du butyromètre ni mélanger les liquides,
- Bien boucher le butyromètre sans perturber son contenu.

3.2.Dissolution des protéines

- Agiter et retourner le butyromètre jusqu'à ce que son contenu soit complètement mélangé, et jusqu'à ce que les protéines soient entièrement dissoutes.

3.3.Centrifugation

- Placer immédiatement le butyromètre dans la centrifugeuse **GERBER**, amener la centrifugeuse à la vitesse requise (1200 tr/mn) en 2 minutes puis maintenir cette vitesse pendant 4 minutes.

3.4.Lecture

- Placer le butyromètre dans un bain d'eau à 65°C ± 2°C pendant 2 à 3 minutes,
- Enlever le butyromètre du bain d'eau, le bouchon étant toujours ajusté vers le bas ,ajuster soigneusement le bouchon pour amener l'extrémité inférieure de la colonne grasse avec le minimum de mouvement de cette colonne devant le repère le plus proche ,
- Noter le trait de repère correspondant à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse puis en ayant soin de ne pas bouger celle-ci, aussi rapidement que possible noter le trait de repère au haut de la colonne de matière grasse coïncident avec le point le plus bas du ménisque.

4. Expression des résultats

La teneur en matière grasse de lait est :

B – A où :

A est la lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse.

B est la lecture faite à l'extrémité supérieure de la colonne de matière grasse.

La teneur en matière grasse est exprimée, soit en gramme pour 100g de lait, soit en grammes pour 100ml.

Figure 06: Les différentes étapes de la mesure de la MG en g/l(méthode de **GERBER**, acido-butyrométrique) **(photo originale, 2016).**

Annexe 07: Mesure de la teneur en matière sèche totale norme **(AFNOR, 1985).**

1. **Appareillage**

- Capsule en platine ou en autre matière inaltérable dans les conditions de l'essai de forme cylindrique de préférence avec couvercle,
- Bain-marie à niveau constant, fermé par un couvercle métallique dans lequel sont ménagées des ouvertures circulaires,
- Étuve à 103°C ± 2°C,
- Déssiccateur,
- Balance analytique,

Pipette à lait de 5ml.

2. **Mode opératoire**

- Dans la capsule séchée et tarée à 0.1mg près introduire 5ml de l'échantillon pour essai à l'aide de la pipette ou peser à 1mg près environ 5g de lait,
- Placer la capsule découverte pendant 30 minutes sur le bain-marie bouillant puis l'introduire dans l'étuve réglée à 103°C ± 2°C et l'y laisser 3 heures,
- Mettre ensuite la capsule dans le déssiccateur et laisser refroidir jusqu'à la température ambiante,
- Peser à 0.1mg près, effectuer au moins deux déterminations sur le même échantillon préparé.
- Placer la capsule découverte pendant 30 minutes sur le bain l'introduire dans l'étuve
- Mettre ensuite la capsule dans le dessiccateur et laisser refroidir jusqu'à la température ambiante,
- Peser à 0.1mg près, effectuer au moins deux déterminations sur le même échantillon préparé.

3. **Expression des résultats**

La matière sèche exprimée en grammes par litre de lait est égale à:$\mathbf{(M_1 - M_0) \times 1000/V}$

$\mathbf{M_0}$: est la masse en grammes de la capsule vide.

$\mathbf{M_1}$: est la masse en grammes de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement

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

Figure 07: Les différentes étapes pour la détermination de la MS (g/l)

(photo originale, 2016).

Annexe 08:Détermination de la teneur en lactose par la méthode de la liqueur de Fehling (g/l)

1-Solutions :

Solution aqueuse d'hexacyanoferrate II de potassium hydraté :

- (K4Fe(CN) 6,3H2O)…….…….……...**75g**

- eau distillée (qsp)……...……...……..…...…**1000ml**

Solution aqueuse d'acétate de zinc hydraté :

- (Zn(CHCOO) 2, 2H2O)……..……..…….....**150g**

- eau distillée (qsp)…… …...……...……....**1000ml**

Solution cuivrique :

- sulfate de cuivre II hydraté (CuSO4, 5H2O) à 4% 5 P/V……..**20g**

- acide sulfurique (d (20) = 1,83)…… …….……....**1ml**

- eau distillée (qsp)…… ……...……...…**1000ml**

Solution tartro-alcaline :

- tartre double de sodium et de potassium (Na K (H4C4O6), 4H2O)…….....**100g**

- hydroxyde de sodium (NaOH)…… ……..…**75g**

- eau distillée (qsp)…… …….....…**1000ml**

Solution étalon lactose :

- lactose…… ……...…….....**2.5g**

- eau distillée (qsp)…… ……...…….....……**1000ml**

2-mode opératoire :

Défécation :

Dans une fiole jaugée de 50 ml, introduire successivement :

- 5ml de lait ;
- 0,4ml de solution d'hexacyanoferrate II de potassium, agiter ;
- 0,4ml de solution d'acétate de zinc, agiter ;
- compléter au trait de jauge avec de l'eau distillée tout en mélangeant ;
- ajouter 0,4ml d'eau distillée pour tenir compte du volume du précipité, agiter ;
- laisser reposer 15min puis filtrer ;
- introduire ce filtre (solution S) dans une burette.

Réduction de la liqueur de Fehling :

Dans une fiole Erlen Meyer, introduire :

- 10ml de solution cuivrique ;
- 10ml de solution tartro-alcaline ;
- agiter et porter à ébullition ;
- verser ensuite goutte à goutte le filtrat (solution S) à l'aide d'une burette en maintenant à l'ébullition jusqu'à l'apparition d'un précipité rouge brique ;

Lire le volume sur la burette (chute de burette), soit V2 en ml.

Etalonnage de liqueur de Fehling :

L'étalonnage est fait à l'aide d'une solution étalon de lactose de concentration

C1 = 5g/l. Elle correspond à une chute de burette V1 (ml).

3- Expression des résultats

La concentration en lactose inconnue C2, est donnée par la relation suivante:

$$C2 = (C1 \times V1 / V2) \times d$$

Où **d** : est le coefficient de dilution.

Annexe 09: Dosage des protéines totales par l'analyseur de type Lactostar

Lactostar **(FUNKE GERBER)** Appareil mis au point nouvellement pour l'analyse de routine du lait : lipides, protéines, point de congélation, matière grasse, et SNF.

Données techniques:	
Capacité de débit des échantillons:	jusqu'à 90/h
Volume d'échantillon:	de 12 ml à 20 ml
Interfaces:	1 x parallèle, 1 x sérielle (RS 232 / 9 600 bauds), USB Alimentation 6 volts pour imprimante thermique (N° commande 7151)
Puissance connectée:	230V / 115V CA (50...60 Hz) 180 W
Dimensions:	43 x 20 x 43 cm (l x H x P)
Poids	env. 15,7 kg (net)
Informations de commande	
N° d'art.	**Désignation**
3510	LactoStar
7151 *	Imprimante thermique, avec 1 rouleau de papier thermique fourni
3511 *	Respectivement 1 bidon de 5l pour eau de rinçage et nettoyant
3516 *	Normalisation matérielle, 250 ml
3563 *	Nettoyant, 500 ml

Figure 08: L'analyseur du lait de type Lactostar **(FUNKE GERBER)**

(photo originale, 2016).

Annexe 10:Le point de congélation (C°).

1. **Appareillage**
   - Fiole 150 ml
   - Thermomètres
   - Réfrigérateur (congélateur)
2. **Mode opératoire**
   - Introduire 100 ml du lait cru dans les fioles de 150ml;
   - Placer les thermomètres dans ces fioles;
   - Faire entrer les fioles remplies du lait avec les thermomètres dans le congélateur;
   - Laisser un temps jusqu'à ce qu'ils apparaissent les premiers cristaux de glaces;
   - Lire la température exacte.

Figure 09: Détermination du point de congélation (C°) **(photo originale, 2016).**

Annexe 11: Détermination de la masse volumique (Kg/m^3).

Appareillage

- Balance analytique
- Pycnomètres

Mode opératoire

- Peser pycnomètre vide;
- Peser pycnomètre rempli d'eau;
- Peser pycnomètre rempli du lait à analyser.

La masse volumique ρ_{20}estcalculée de façon suivante :

$$\rho_{20}\ (\text{Kg/m}^3) = 997.0\ \frac{c-a}{b-a} + 1{,}2$$

Où :

A : valeur de pesée (à la balance) de pycnomètre vide;

B : valeur de pesée (à la balance) de pycnomètre rempli d'eau;

C : valeur de pesée (à la balance) de pycnomètre rempli de lait à analyser,

997.0 : la masse volumique de l'eau à 20°C, moins la valeur de la masse volumique de l'air;

1,2 : Masse volumique de l'air en Kg/m$^{3.}$

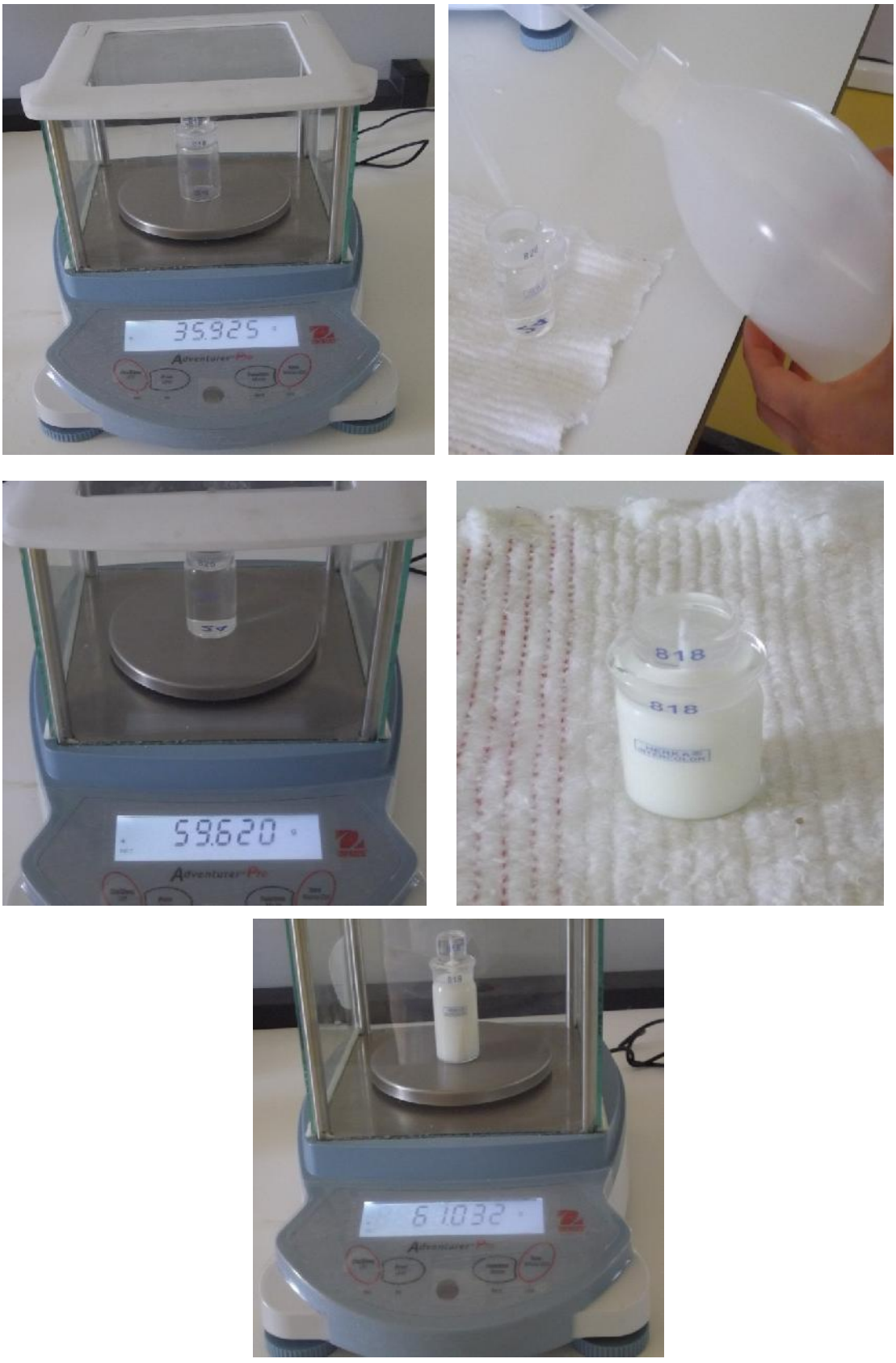

Figure 10: Les différentes étapes de la détermination de la masse volumique (Kg/m^3) **(photo originale, 2016).**

<u>Annexe 12:</u> Détermination de la taille des globules gras.

1. Appareillage

- Microscope optique
- La lame et lamelle
- Micropipette

2. réactifs

- Rouge Soudan

3. Mode opératoire

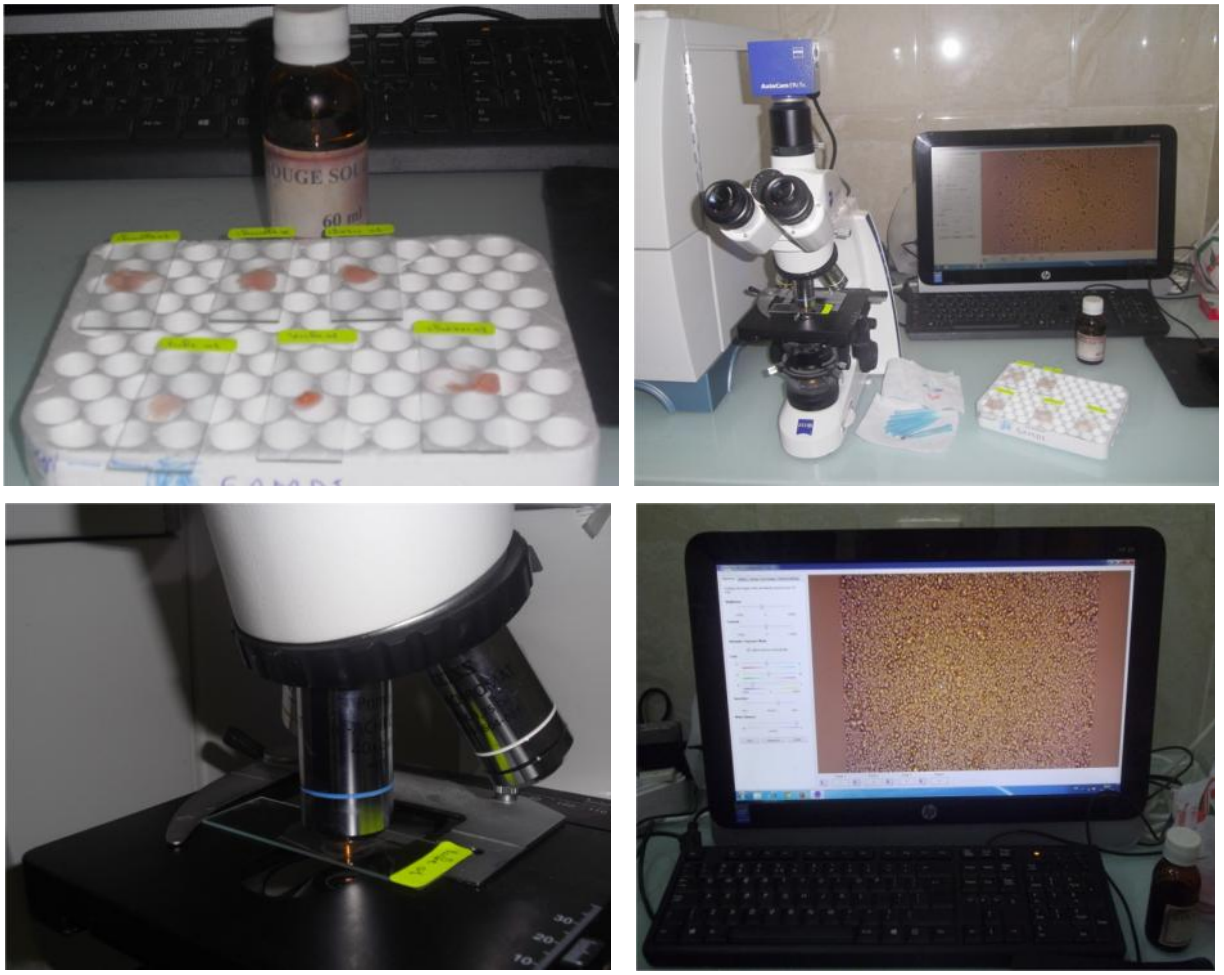

Figure 11: Détermination de la taille des globules gras et observation au microscope optique (x 400) **(photo originale, 2016).**

<u>Annexe 13:</u> Les races étudiées (bovine: pie noire, caprine: chèvre Arabo-maghrébine, et cameline: *Camelus dromedarius*).

1. Race Bovine Pie Noire

Bovin Pie Noire est la plus petite des races françaises. Sa hauteur moyenne au garrot est de 1,17 mètre, et son poids est en moyenne de 450 kg. Sa robe est "Pie Noire" (en référence à l'oiseau): blanche et noire. Cette race a de nombreuses qualités. Pour une petite taille, cette race est une très bonne laitière. Sa longévité et sa fécondité sont étonnantes. Elle vêle sans aide. Elle est également appréciée pour la qualité de sa viande.

2. Race caprine Arabia

La chèvre Arabe dite Arabo-maghrébine est dominante dans notre région. Cette chèvre est parfaitement adaptée aux contraintes des parcours et semble posséder de bonnes aptitudes de reproduction. Cette chèvre est principalement élevée pour la viande de chevreaux même si son lait, produit en faible quantité.

3. Race dromadaire: *Camelus dromedarius*

Le dromadaire est un animal qui s'adapte mieux que n'importe quel autre animal d'élevage aux conditions désertiques. Sa morphologie, sa physiologie et son comportement particuliers lui permettent de conserver son énergie, et de se satisfaire d'une alimentation médiocre. Le dromadaire joue un rôle social et économique primordial car il a toujours été associé aux formes de vie dans les zones pastorales arides et semi-arides. Il répond en effet aux multiples besoins de ces populations en leur fournissant du lait et de la viande et en leur servant comme moyen utilisé dans le transport et pour les travaux agricoles. Ses poils sont en outre utilisés dans la confection des vêtements et des tentes et sa peau dans la fabrication des chaussures, des ceintures…etc.

Figure 12: *Camelus dromedarius* (région Ben Guecha) **(photo originale, 2016).**

Figure 13: *Camelus dromedarius* (region Oued El Alenda) **(photo originale, 2016).**

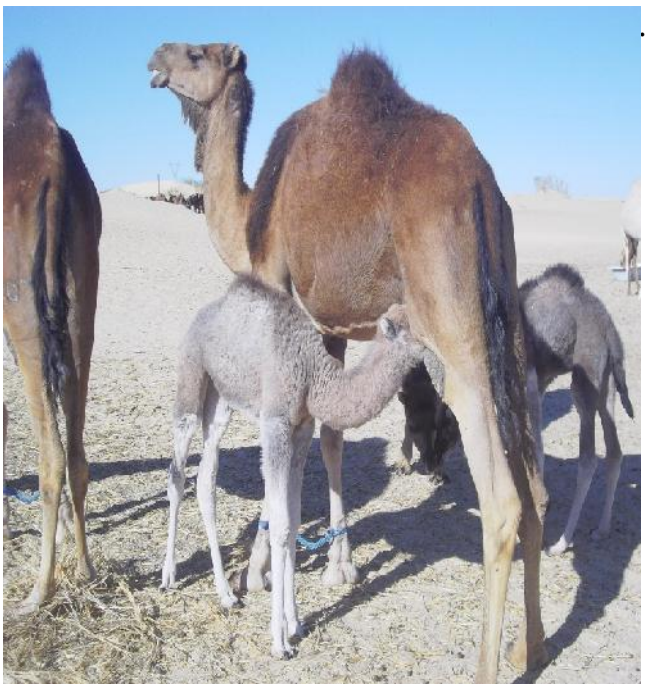

Figure 14: *Camelus dromedarius* (région Hassi khalifa) **(photo originale, 2016).**

Figure 15: Pie noire (région Bayiadha) **(photo original, 2016).**

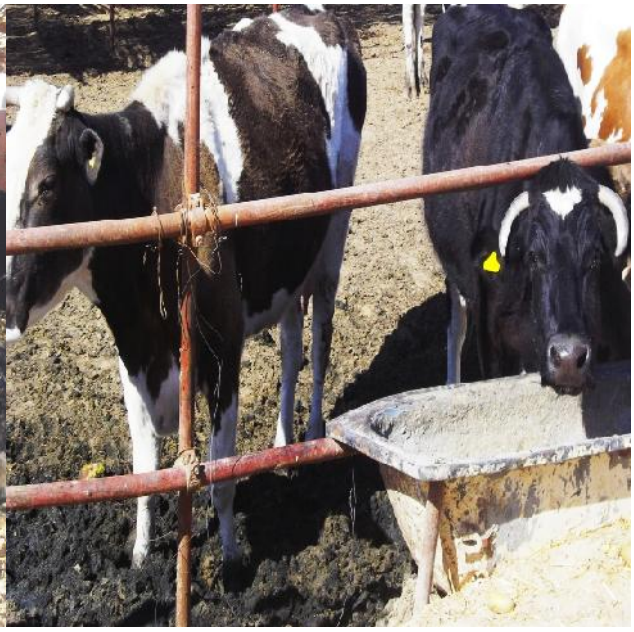

Figure 16: Pie noire (région Robah) **(photo original, 2016).**

Figure 17: Chèvre Arabia (région Hassi khalifa) **(photo originale, 2016).**

Figure 18: Chèvre Arabia (région Oued El Alenda) **(photo originale, 2016).**

RESUME

La composition physicochimique du lait est variable selon l'alimentation des animaux, les conditions environnementales ainsi que la période de lactation. Dans le but de comparer les paramètres physicochimiques et organoleptiques du lait cru des trois espèces (cameline, bovine et caprine) les plus consommables dans la région d'OUED SOUF. Les analyses physicochimiques et organoleptiques ont porté sur dix échantillons du lait cru pour chaque espèce, prélevés à différente localisation, selon des réglementations précises. Ainsi nous avons procédé à la détermination du pH, de l'acidité Dornic, de la densité, de l'extrait sec total, des teneurs : en cendres, en matière grasse, en protéines,….et etc :

Les principaux résultats obtenus sont comme suit

Les trois échantillons de lait ont une couleur blanche, mais avec une nuance différente : opaque, crème et jaunâtre (respectivement pour le lait : camelin, caprin et bovin). Par ailleurs, le lait de chamelle se singularise d'un goût un peu salé résultant sans doute des plantes de parcours broutées par cet animal. De plus, il parait que le lait de vache est caractérisé par une odeur animale forte, tandis qu'il n'y a pas d'odeur caractéristique pour les deux autres types de lait. .

En outre, les analyses physiques montrent que le pH du lait camelin est légèrement plus faible (6.54) par rapport au lait bovin et caprin (avec un pH de 6.6 et de 6.694 respectivement). Son acidité Dornic est de 15.30°D. Elle est relativement plus basse par rapport au lait bovin et caprin. D'autre part, la densité du lait camelin (1.024) parait légèrement plus faible par rapport aux deux autres types du lait analysés et qui semblent presque similaires .

Cependant, les analyses biochimiques montrent que le lait bovin présente les taux les plus élevés en cendres (7.571 g/) ainsi qu'en protéines totales (41.652 g/l) par rapport au lait camelin et caprin. La teneur en matière sèche totale du lait caprin est égale à 120 g/l. Elle semble plus élevée que celle du lait camelin et caprin. Le lait caprin, quant à lui, présente les teneurs les plus élevées en matière grasse (27.571 g/l) et en lactose (51.188 g/l.(

Enfin, l'examen fait par le microscope optique a pu montrer que des globules gras ayant des grands diamètres se fréquentent dans les deux échantillons de lait (bovin et caprin). Inversement, l'échantillon de chamelle présente des globules gras avec une fréquence des tailles plus minimales.

Mots-clés : Lait, camelin, bovin, caprin, analyses physicochimiques

ملخص

التركيبة الفيزيوكيميائية للحليب تختلف وفقا لتغذية الحيوان، الظروف البيئة وفترة الرضاعة.

من أجل تحديد المعايير الفيزيوكيميائية والذوقية للحليب الطازج من ثلاث أنواع حيوانية (**ابل، بقر وماعز**) الأكثر استهلاكا **في منطقة وادي سوف.**

التحاليل الفيزوكيميائية والذوقية تمت بإستعمال 10 عينات من الحليب الطازج بحيث أخذت كل عينة من موقع مختلف في ظل ظروف محددة. حيث قمنا بتحديد درجة الحموضة pH، الكثافة، البقايا الجافة، نسبة الرماد، نسبة المادة الدهنية والبروتينات... الخ.

النتائج الرئيسية المتحصل عليها كلاتي:

ثلاث نماذج من الحليب بيضاء اللون، ولكن مع وجود فروق: معتم، كريمي ومصفر (على التوالي حليب الابل، الماعز والبقر).

الى جانب ذلك يتميز حليب الابل بنكه قليلة الملوحة نظرا لطبيعة الأعشاب المستهلكة من طرف الابل. وعلاوة على ذلك، يبدو ان حليب البقر يتسم برائحة حيوانية قوية، في حين أنه لا توجد رائحة مميزة بنسبة لباقي النوعين.

بالاضافة الى التحليل الفيزيائية التي تظهر حليب الابل أقل ضعفا مما يتعلق بدرجة الحموضة pH (6.54) مقارنة مع حليب البقر **والماعز (على التوالي:** 6.6 **و** 6.694). أما فيما يخص الحموضة هي تساوي 15.30°D وهي اقل نسبيا مقارنة بحليب البقر والماعز. من جهة أخرى، تظهر كثافة حليب الابل (1.024) أقل نسبيا مقارنة بنوعيين الآخرين التي تظهر كثافة متشابهة تقريبا.

تظهر التحاليل الكيميائية حليب البقر بأعلى معدلات الرماد (7.571 غ) وكذلك في اجمالي البروتينات (41.652 غ) مقارنة بحليب الابل والماعز. في حين ان النسبة العالية للمواد الجافة تظهر عند حليب الماعز بنسبة تساوي 120 غ/ل. كذلك بنسبة للمواد الدهنية 27.571 غ/ل **و اللاكتوز** (51.188 غ/ل) .

وأخيرا، المعاينة التي تمت تحت المجهر **الضوئي** للعينات أظهرت الكريات الدهنية وفق أقطار كبيرة عند حليب البقر والماعز. وعلى العكس من ذلك، فإن عينة حليب الابل يقدم الحد الأدنى من الأحجام.

الكلمات المفتاحية: حليب، بقري، ماعز، ابل، وتحاليل فيزيوكيميائية.