



République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Kasdi Merbah Ouargla

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département Des Sciences Biologiques



Mémoire de Fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de

Master Académique

Filière: Sciences Biologiques

Spécialité : Qualité des produits et sécurité alimentaire

Thème:

*Etude de la qualité hygiénique du lait de
chamelle «Camelus dromedarius» vendu dans
la région de Ouargla*

Présenté par: HAMMI Imane

LITIM Zineb

Soutenu le: 28 / 06 /2021

Devant le jury

Présidente	Mme BOUDERHAM Amel.	M.C.B	Univ. Kasdi Merbah Ouargla
Promotrice	Mme SIBOUKEUR Amina	M.C.B	Univ. Kasdi Merbah Ouargla
Co-promotrice	Mme CHETHOUNA Fatma.	M.C.B	Univ. Kasdi Merbah Ouargla
Examinatrice	Mme SOUID Wafa	M.C.B	Univ. Kasdi Merbah Ouargla

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

Avant toute chose, je remercie «الله» qui m'a donné la patience, le courage, et la volonté pour réaliser ce mémoire.

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon encadreur de mémoire, Madame **SIBOUKEUR Amina**, maître de conférences B à l'université K.M. d'Ouargla. Je la remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé au cours de mes recherches.*

L'attention et la patience qu'elle a accordé à cette recherche, et pour ses encouragements.

*Nous remercions particulièrement infiniment notre Co-encadreur Madame **CHETHOUNA Fatma**, maître de conférences B à l'université K.M. d'Ouargla pour m'avoir guidé et encouragé pendant toute la durée de mes travaux. Et m'avoir guidée tout au long de la réalisation de ce travail.*

*Je remercie Madame **BOUDERHAM Amel** maître de conférences B à l'université K.M d'Ouargla d'avoir accepté la présidence du jury de la soutenance.*

*Je remercie Madame **SOUID Wafa** maître de conférences B à l'université K.M. d'Ouargla qui a accepté d'examiner ce modeste travail.*

Je tiens également à présenter mes plus vifs remerciements à tous les personnels du laboratoire de biologie de l'université de Kasdi Merbah d'Ouargla pour leur aide et leur patience tout au long de ma pratique.

A vous tous, un grand Merci.

H. Imane

Dédicace

A mon père et à ma mère;

A mon père pour son soutien moral et ses conseils les plus précieux qui m'ont servi dans ma vie et son encouragement sans limite.

A ma maman pour ses prières, pour l'affection et l'amour qui m'ont donné le courage et la force dans les moments les plus difficiles.

A mes frères et sœurs;

Mes frères: Abdelhakim; Abdelkrim; Aymane; Yacine; Ishak.

Mes sœurs: Fouzia; Amina; Soumia.

A tous mes amis;

Toutes mes amies et à tous ceux qui me sont chers.

Imane.

Sommaire

Liste des Tableaux.....	
Liste des Figures.....	
Liste des Abréviations.....	
Liste des Annexes.....	
Introduction.....	

Chapitre I: Synthèse Bibliographique

1.1.Aperçu sur le dromadaire.....	3
1.2.Généralités sur le lait de chamelle.....	3
1.2.1. Production laitière.....	4
1.2.2. Les facteurs influençant la production laitière.....	4
1.3.Caractéristiques de lait camelin.....	6
1.3.1. Caractéristiques physicochimiques et organoleptiques du lait.....	6
1.3.2. Compositions chimiques et biochimiques du lait.....	6
1.3.2.1. Teneur en eau.....	7
1.3.2.2. Protéine.....	7
1.3.2.3. Matière grasse.....	9
1.3.2.4. Lactose.....	10
1.3.2.5. Teneur en minéraux.....	10
1.3.2.6. Vitamine.....	12
1.3.3. Caractéristiques microbiologiques du lait.....	13
1.3.3.1. Microbiologie du lait.....	13
1.3.3.2. les principaux microorganismes du lait.....	13
1.3.3.3. Flore indigène ou originelle.....	13
1.3.3.4. Flore de contamination.....	14
1.3.3.5. Flore d'altération.....	14
1.3.3.6. Flore pathogène.....	15
1.3.4. Propriétés thérapeutiques et fonctionnelles.....	17

Chapitre II: Matériel et Méthodes.

2.1. Matériel biologique.....	21
2.1.1. Echantillonnage.....	21
2.1.1. Matériels utilisé.....	22
a. Appareillage.....	22

b. Petit matériel.....	22
c. Produits, réactifs et milieux de culture.....	22
2.2. Méthodes.....	23
2.2.1. Analyses physico-chimiques du lait de chamelle.....	24
2.2.1.2. Détermination de l'acidité titrable.....	24
2.2.2. Analyses microbiologiques.....	25
2.2.2.1. Test de la réductase.....	25
a. Dénombrement et/ou recherche de germes indicateurs de la qualité microbiologique des échantillons du lait.....	26
b. Recherche et dénombrement de la Flore Mésophile Aérobie Totale ou globale (FMAT).....	26
c. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	27
d. Recherche des <i>Staphylococcus aureus</i> (halotolérants).....	28
e. Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	28

Chapitre III: Résultats et Discussions

3.1. Résultats d'analyse physicochimique.....	31
3.2. l'acidité titrable.....	31
3.2. Résultats d'analyse microbiologique.....	32
3.2.1. Test de la réductase.....	32
3.2.2. Résultats de dénombrement des FMAT.....	33
3.2.3. Résultats de dénombrement des Coliformes totaux.....	34
3.2.4. Résultats de dénombrement des Coliformes fécaux.....	34
3.2.5. Résultats de dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i>	35
3.2.6. Résultats de dénombrement des levures et moisissure.....	36
Qualité microbiologique des échantillons du lait de chamelle vendu dans la région d'Ouargla.....	37
<i>Conclusion</i>	42
<i>Références bibliographiques</i>	44
<i>Annexes</i>	52

Liste des abréviations

AFNOR	Association Française de normalization
AG	Acide gras
B.LG	Béta lactoglobuline
%:	Pourcent.
°C:	Degré Celsius
°D:	Degré Dornic.
FAO	Food and Agriculture Organization
FAOstat:	Food Agriculture Organization Statistiques.
FTAM:	Flore Totale Aérobie Mésophile
g:	Gramme
h:	Heure
L:	Litre
MG:	Matière grasse
Min:	Minutes
ml:	Millilite
MS:	Matière Sèche
N:	Nombre
NaOH:	Hydroxide de sodium.
PCA:	Plate count agar
pH:	Potentiel hydrogen
SS:	<i>Salmonelle Shigella.</i>
UFC:	Unité Formant Colonies.
UFC/mL:	Unité Formant Colonies par millilite.
V:	Volume.
VRBL:	Violet Red Bile Lactose Agar

Liste des tableaux

Intitulé	Page
Tableau I: Constantes physico-chimiques du lait de dromadaire et de vache (KAMOUN, 1995).....	6
Tableau II: Concentrations moyennes des protéines dans le lait de dromadaire et de vache (mg/l) (KAPPELER <i>et al.</i> ; 2003, BENKEROUM ,2008).....	9
Tableau III: Compositions en sels minéraux (mg/l) du lait de chamelle selon différents auteurs en comparaison avec le lait de vache.....	11
Tableau IV: Composition en vitamines ((μ g/kg) du lait de chamelle, (selon différents auteurs cité par SIBOUKEUR, 2007) ; comparaison avec le lait de vache...	12
Tableau V: Flore indigène du lait cru (VIGNOLA, 2002).....	13
Tableau VI: Différentes études entreprises sur les effets thérapeutiques du lait de chamelle.....	17
Tableau VII: Echantillons de laits de chammelles collectés.....	21
Tableau VIII: Estimation de la charge bactérienne par l'épreuve au bleu de méthylène. (LARPENT <i>et al</i> 1997).....	25
Tableau IX: Résultats des caractéristiques physico-chimiques.....	31
Tableau X: Tableau récapitulatif des résultats du test de la réductase.....	32
Tableau XI: Dénombrement de la FMAT des différents échantillons de lait cru de chamelle.....	33
Tableau (XII): Dénombrement des coliformes totaux des différents échantillons de lait cru de chamelle.....	34
Tableau (XIII): Dénombrement des coliformes fécaux des différents échantillons de lait cru de chamelle.....	34
Tableau (IVX): Recherche des <i>Staphylococcus aureus</i>	35
Tableau (XV): Recherche et dénombrement des levures et moisissures des différents échantillons de lait cru de chamelle.....	36

Liste des figures

Figure	Intitulé	Page
1	Espèce de genre <i>Camelus</i> (ouargla).....	4
2	Observation en Microscopie Electronique à Balayage de micelle de caséine.....	8
3	Procédure expérimental.....	23
4	Valeurs de l'acidité dornic des échantillons du lait camelin vendu dans la région d' Ouargla.....	31
5	Résultats de différentes flores microbiennes issues de l'échantillon 1'Elbakarat.....	37
6	Résultats des différentes flores microbiennes issues de l'échantillon 2: Rouissat.....	38
7	Résultats des différentes flores microbiennes issues de l'échantillon 3: Belabasse.....	39
8	Résultats des différentes flores microbiennes issues de l'échantillon 4: Ain el Bidaa.....	40

Liste des photos:

Photo	Intitulé	Page
1	Recherche et Dénombrement de la Flore aérobic Mésophile.	33
2	Recherche et Dénombrement des Coliformes Totaux et Fécaux.	35
3	Recherche et dénombrement des levurs et des Moisissures.	37
4	Technique de l'acidité titrable.	52
5	Test de la Réductase	53
6	Technique de dilution décimale	54

Lists des annexes

Annexe	Intitulé	Page
Annexe 1:	Analyses physic-chimiques.....	52
Annexe 2:	Preparations des dilutions.....	54
Annexe 3:	Compositions des milieux de cultures.....	55
Annexe 4:	Produits chimiques et réactifs.....	56

Résumé:

Le lait présente un milieu favorable au développement des microorganismes. Parmi ces derniers, la microflore pathogène et d'altération provoquent des troubles chez l'Homme. Dans ce cadre s'inscrit ce travail. Il vise à aider le consommateur à choisir un lait de bonne qualité afin de garantir sa santé. Quatre échantillons du lait camelin cru vendu dans la régions d'Ouargla (échantillon 1 issu d'Elbakrat, échantillon 2 issu de Rouissat, échantillon 3 provient de Belabasse, échantillon 4 acheté d'Ain el Baidaa) ont été étudié .Pour cela nous avons effectué un test physicochimique consistant en la mesure de l'acidité titrable et des tests microbiologique consistant en un test de la réductase, recherche et dénombrement des FMAT, coliformes totaux, coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus* et des levures et des moisissures.

L'analyse physicochimique a montré que le lait de chamelle présent une valeur moyenne de l'acidité dornic variable d'un échantillon a une autre.Elle est de l'ordre de (30°D, 29°D, 15°D, 25°D pour les échantions 1,2,3 et 4 respectivement.

Le test de la réductase révèle une bonne qualité pour les échantillons 1, 2, 3, (décoloration de bleue de méthylène a pris plus de 5 heure) mais une qualité moyenne pour l'échantillon 4.

Concernant la recherche et le dénombrement des indicateurs de la qualité microbiologique du lait, l'échantillon 3 acheté à Belabasse présente globalement une bonne qualité hygiénique par rapport aux autres échantillons du lait (absence des coliforme totaux et fécaux, absence de *Staphylococcus aureus* et le taux de levures et de moisissures le plus faible par rapport aux autres échantillons 19×10^1 UFC/ml).

Mots clés : lait, chamelle, qualité, indicateurs de contamination,microbiologique, Ouargla

ملخص:

يقدم الحليب بيئة مواتية لتطور الكائنات الحية الدقيقة. من بين هذه الاخيرة البكتيريا المسببة للأمراض و الفساد اضطرابات في البشر. يقع هذا العمل ضمن هذا الاطار. يهدف الى مساعدة المستهلكين على اختيار الحليب الجيد لضمان صحتهم. تمت دراسة اربع عينات من الحليب الابل الخام المباع في منطقة ورقلة (العينة 1 من البكرات, العينة 2 من الرويسات, العينة 3 من بلعباس, العينة 4 المشتراة من عين البيضاء). لهذا أجرينا اختباراً فيزيائياً كيميائياً يتكون من قياس الحموضة القابلة للمعايرة والاختبارات الميكروبيولوجية التي تتكون من اختبار اختزال ، وكشف وتعداد FMAT ، والقولون الكلي ، والقولون البرازي ، والمكورات العنقودية الذهبية ، والخمائر والقوالب.

أظهر التحليل الفيزيائي الكيميائي أن حليب الإبل له قيمة متوسطة للحموضة الدورانية التي تختلف من عينة إلى أخرى ؛ وهي من رتبة (30 درجة د ، 29 درجة د ، 15 درجة د ، 25 درجة د للعينات 2، 1 ، 3 و 4 على التوالي).

يُظهر اختبار الاختزال جودة جيدة للعينات 1 ، 2 ، 3 ، (استغرق تلون الميثيلين الأزرق أكثر من 5 ساعات) ولكن متوسط الجودة للعينة 4.

فيما يتعلق بالبحث وإحصاء مؤشرات الجودة الميكروبيولوجية للحليب ، فإن العينة 3 التي تم شراؤها في بلعباس تقدم بشكل عام جودة صحية جيدة مقارنة بعينات الحليب الأخرى (عدم وجود القولونيات الكلية والبرازية ، وغياب *Staphylococcus aureus* و معدل الخمائر والقوالب مقارنة بالعينات الأخرى (x101 CFU / مل)).

الكلمات المفتاحية: الحليب ، الإبل ، الجودة ، مؤشرات التلوث ، ميكروبيولوجي ، ورقلة.

Summary:

Milk presents an environment favorable to the development of microorganisms. Among the latter, pathogenic and spoilage microflora cause disturbances in humans. This work falls within this framework. It aims to help consumers choose good quality milk in order to guarantee their health. Four samples of raw camel milk sold in the Ouargla region (sample 1 from Elbakrat, sample 2 from Rouissat, sample 3 from Belabasse, sample 4 purchased from Ain el Baidaa) were studied. carried out a physicochemical test consisting of the measurement of titratable acidity and microbiological tests consisting of a reductase test, detection and enumeration of FMAT, total coliforms, fecal coliforms, *Staphylococcus aureus* and yeasts and molds.

Physicochemical analysis has shown that camel milk has an average value of dornic acidity which varies from one sample to another; it is of the order of (30 ° D, 29 ° D, 15 ° D, 25 ° D for samples 1,2,3 and 4 respectively.

The reductase test shows good quality for samples 1, 2, 3, (methylene blue discoloration took more than 5 hours) but average quality for sample 4.

Concerning the research and the enumeration of the indicators of the microbiological quality of the milk, sample 3 purchased at Belabasse presents overall a good hygienic quality compared to the other samples of the milk (absence of total and fecal coliforms, absence of *Staphylococcus aureus* and the rate yeast and mold growth compared to the other samples (19x10¹ CFU / ml).

Key words: milk, camel, quality, contamination indicators, microbiological, Ouargla

Introduction

Introduction

Le lait camelin est un aliment majeur prisé par les populations des régions arides et semi-arides du globe. Il est très souvent consommé à l'état frais ou après transformation (lait fermenté). Cet aliment présente l'une des plus précieuses ressources du Sahara. Il représente un aliment complet pour la population nomade, Il ressemble un peu à celui de la vache, mais il a une similitude parfaite à celui de la femme.

Ce bioproduit est riche en vitamines, minéraux, protéines, carbohydrates et en immunoglobulines. Il est connu pour ses effets positifs sur la santé et de nombreuses études se concentrent sur sa caractérisation. Ainsi, ces études conduisent à son utilisation croissante pour des raisons thérapeutiques.

Sa production doit être sévèrement contrôlée en raison des risques éventuels qu'il peut présenter pour la santé humaine . En effet, il présente un milieu favorable au développement des microorganismes notamment pathogènes. A cet effet, le contrôle de ces communautés microbiennes est un facteur clé de maîtrise pour la qualité avec la coordination par des normes réglementaires.

L'objectif de notre étude s'inscrit dans ce contexte. Il vise à estimer la qualité hygiénique de quelques échantillons du lait camelin cru vendu localement au niveau de la wilaya d'Ouargla et de vérifier leur conformité aux normes réglementaires afin de garantir la santé de consommateur.

Pour atteindre cet objectif, le manuscrit a été organisé en conséquence en trois parties. Dans la première partie, nous aborderons une synthèse bibliographique concernant le dromadaire et le lait de chamelle. La deuxième partie sera consacré à la description de la méthodologie adoptée pour l'étude de la qualité physicochimique, microbiologique du lait cru de chamelle et enfin, les résultats obtenus seront décrits et discutés dans une troisième partie.

Chapitre I.

Synthèse

Bibliographique

I. Synthèse bibliographiques.

1.1. Aperçu sur le dromadaire

Le dromadaire (*Camelus dromedarius*) joue un rôle socio-économique primordial dans les zones arides et semi-arides. Outre son exploitation comme animal de bât et de course, ses poils et sa peau sont utilisés dans la confection des vêtements, des chaussures, portefeuilles, des selles ...

En outre, c'est un excellent pourvoyeur de protéines nobles telles que la viande et le lait. Dans ce contexte, il est important d'insister sur la capacité des chamelles à produire du lait même en conditions de sécheresse les plus sévères (YAGIL *et al.*, 1994).



Figure 1: Espèce de genre *Camelus* (ouargla).

1.2. Généralités sur le lait de chamelle

Le lait à été défini en **1908**, au cours du Congrès Internationale de la Répression des Fraudes à Genève, comme étant: «Le produit intégrale de la traite totale et ininterrompue d'un femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum» (POUGHEON, 2001).

Le Codex Alimentaire de 1999, définit le lait comme étant la sécrétion mammaire des femelles mammifères obtenue à partir d'une ou de plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou après un traitement

Le lait de chamelle, comme celui des autres mammifères, est un milieu de composition chimique et physique complexe qui permet au jeune chamelon de couvrir ses besoins énergétiques et nutritionnels pendant la première étape de son existence. (SBOUI *et al.*, 2009).

1.2.1. Production laitière:

Selon les dernières statistiques de la (FAO, 2019), la quantité du lait de chamelle au niveau mondiale est estimée à 2.85 millions de tonnes. Pourtant que la population mondiale de chameau est (près de 35 millions de têtes), la production laitière pourrait dépasser les 10 millions de tonnes. (KONUSPAYEVA, FAYE, 2020).

les production individuelle varient entre 1000 et 2700 litres par lactation en Afrique, mais peuvent atteindre 7000 à 12000 litres selon certaines sources en Asie du Sud (FAYE, 2003).

La courbe de lactation est comparable à celle des bovins avec une persistance meilleure. La durée de la lactation est très variable (de 8 à 18 mois en générale), soit des durées plus importantes en moyenne que les vaches laitières dans les mêmes conditions. La productivité laitière des chamelles (250 kg/ Unité Bétail Tropicale/an) est supérieure à celle des petites ruminants (220 kg) et à celle des zébus (100 kg) (FAYE, 2003).

1.2.2. Les facteurs influençant la production laitière.

La variabilité des rendements laitière observés est liée à divers facteurs dont:

- **Type d'alimentation:**

En effet, selon plusieurs auteurs (KNOESS *et al.*, 1986; RICHARD et GERAND, 1989 ; MOSLAH, 1994) l'amélioration des conditions alimentaires (régimes alimentaire riches en fourrages verts renfermant de la luzerne, du mélilot ou du chou)

prolonge la période de lactation et augmente la quantité de lait produit jusqu'à atteindre parfois le double. Par ailleurs, la disponibilité ou non de l'eau n'influence presque pas cette production qui n'est que faiblement diminuée en période de sécheresse. Une privation d'eau de 7 jours reste sans effet sur le niveau de production du lait (YAGIL *et al.*, 1994).

- **Stade de lactation:**

Une fluctuation de la production laitière est observée entre le début et la fin de la lactation. La plus grande partie du lait est produit durant les sept premiers mois (ELLOUZE et KAMOUN, 1989).

- **La pratique de traite:**

En règle générale, la production laitière augmente avec la fréquence de traites. Le passage de deux à trois traites par jours augmente la production journalière de 28.5% et celui de trois à quatre traites n'augmente la production que de 12.5% (KAMOUN, 1995).

La quantité et la qualité du lait évoluent avec le range de la traite. Les quantités produites sont différentes d'une traite à l'autre, la traite du matin plus de lait, mais ce lait est pauvre en matière grasse et par conséquent plus dense que celui des deux autres traites (KAMOUN, 1995).

- **La race:**

Concernant l'effet de la race, il est rapporté une production annuelle moyenne 2.6 fois plus élevée chez les races asiatiques que chez celles provenant du continent africain (RAMET, 1993)

Parmi les races africaines, nous pouvons citer à titre d'exemple la race Hoor (Somalienne) capable de produire en moyenne 8 litre par jour pour une lactation de 8 à 16 mois. Les races asiatiques, Malhah et Wadhah peuvent produire, respectivement jusqu'à 18.3 et 14 kg de lait par jours (ISMAIL et AL-Mutairi, 1998). BEN-AISSA (1989) note que les populations camelines algériennes, (population Sahraoui, en l'occurrence) peuvent être considérées comme bonnes laitières (6 à 9 l/j).

- **Les conditions climatiques:**

La variabilité saisonnière et la disponibilité fourragère, associée aux facteurs strictement climatiques (chaleur, aridité), joue évidemment sur les performances laitière de la chamelle.

La différence selon la saison de mise bas des jeunes (élément essentiel pour déclencher la production) peut jouer sur plus de 50% de la production: les performances laitières sont plus faibles en fin de saison sèche qu'en saison des pluies. (FAYE, 2004).

1.2.3. Caractéristiques du lait camelin

1.2.3.1. Caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques du lait

A la traite et lors des transvasements, il forme une mousse abondante à cause de sa teneur élevée en composant-3-des protéose-peptones (PP3) par rapport au lait bovin (1.1 contre 0.3 g/l respectivement) (SMAIL, 2002).

Le lait de chamelle est de couleur blanche, en raison notamment de la structure et de la composition de sa matière grasse, relativement pauvre en β -carotène (SAWAYA *et al.*, 1984). Il est amer (RAMET, 2003). 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. L'ingestion de fourrages comme la luzerne, donne un goût sucré, certaines plantes halophytes le rendent salé (FARAH et BACHMAN, 1987).

La valeur moyenne du pH du lait camelin est de 6.44 ± 0.03 , L'acidité est de l'ordre de 15 Dornic, et sa densité oscille 1.03 ± 0.02 . selon (SAIDI, 2020), avec une viscosité moyenne de 2.2 centpoises (HASSAN *et al.*, 1987) (Tableau I) et un point de congélation variant de -0.53 à -0.61°C . Sa teneur en eau est de 87.3 (KAMOUN, 1995).

Tableau I: Constantes physiques du lait de dromadaire et de vache (KAMOUN, 1995).

	Dromadaire (n=183)		Vache (n=10)	
	moyenne	Ecarte type	Moyenne	Ecarte type
pH	6.51	0.12	6.65	0.02
Acidité titrable	15.6	1.4	16	1
Densité	1.028	0.002	1.032	0.001

1.2.3.2. Compositions chimiques et biochimique du lait

La composition du lait camelin a été considérée comme la moins stable comparée à celle des laits des autres espèces, bovine en l'occurrence. La variation de la composition du

lait camelin peut être attribuée à plusieurs facteurs, comme la localisation géographique, les conditions alimentaires, la race, le stade et le rang de lactation (SOUID *et al.*, 2013).

Même si elle fluctue, selon les auteurs, donc selon les animaux et l'environnement, la composition biochimique globale du lait de chamelle montre néanmoins des teneurs importantes et équilibrées en nutriments de base (protéines, matière grasse et lactose) avec des proportions similaires à celles présentes dans le lait bovin (SIBOUKKEUR, 2007).

1.2.3.2.1. Teneur en eau

La teneur en eau du lait camelin, qui varie selon son apport dans l'alimentation, atteint son maximum pendant la période de sécheresse. En effet, il a été montré que la restriction en eau alimentaire des chamelles se traduit par une dilution du lait : un régime riche en eau donne un lait ayant un taux de 86% alors que dans un régime déficient, celui-ci s'élève à 91% (YAGIL *et ETZION*, 1980a; FAYE *et MULATO*, 1991). Cette dilution pourrait être l'effet d'un mécanisme d'adaptation naturelle pourvoyant en eau les chamelons durant la période de sécheresse.

1.2.3.2.2. Protéines

La teneur en protéines totales du lait de dromadaire varie de 2,15% à 4,90%, la moyenne étant de $3,1 \pm 0,5\%$. La variation de la composition du lait camelin est due à la variation saisonnière et à la race cameline (KONUSPAYEVA *et al.*, 2009).

► La caséine:

Principale protéine du lait de dromadaire, représentant environ 52 à 87% des protéines totales.

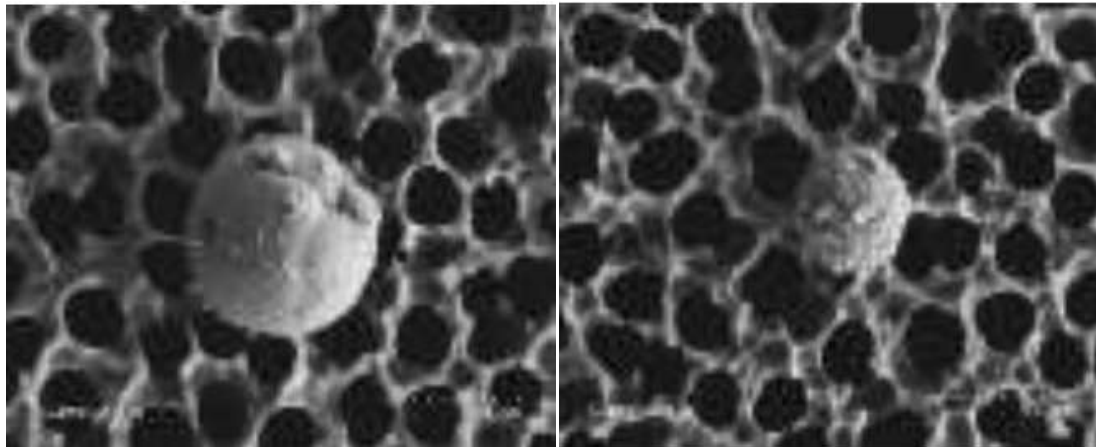
La caséine n'est pas une seule protéine homogène, mais un ensemble de protéines différentes

formant un agrégat de fractions de caséine, au nombre de quatre fractions principales

appelées : α S1-CN, α S2-CN, β -CN et κ -CN. La β -CN est la principale caséine du lait de dromadaire (65 %), suivie par la α S1-CN (21 %) (KAPPELER *et al.*, 2003). Les micelles de

caséines de lait de chamelle ont une distribution de taille supérieure à celle du lait de vache

(**Figure2**) (**179 à 204 nm**) (GLANTZ *et al.*, 2010), en raison de leur richesse en β -caséine et de leur faible teneur en κ -caséine



(A)

(B)

Figure 2: Observation en Microscopie Électronique à Balayage des micelles de caséine. (A) : lait de chamelle ; (B) : lait de vache.

► **Les protéines du lactosérum:**

Les protéines de lactosérum sont les deuxièmes composantes principales de protéines du lait de chamelle et constituent 20-25% des protéines totales. Le contenu de protéine de lactalbumine de lait de chamelle s'étend entre 0.63 et 0.80% du lait (KHASKHELI *et al*, 2005), Le lactosérum du lait de dromadaire contient en outre des composants principaux tels que l'albumine sérique, la lactoferrine, lactoforine, lactoperoxydase, des immunoglobulines, des lysozymes et des protéines de reconnaissance du peptidoglycane (FARAH, 1993; MERIN *et al.*, 2001, KAPPELER *et al.*, 2004).

Tableau II: Concentrations moyennes des protéines dans le lait de dromadaire et de la vache (mg/L) (Kappeler *et al.*, 2003, Benkerroum, 2008).

Protéines	Dromadaire	Vache	Fonction principale
α S1 caséine	5000	12000	Nutritive (acides aminés, Ca, P)
α S2 caséine	2200	3000	Nutritive (acides aminés, Ca, P)
β - caséine	15000	10000	Nutritive (acides aminés, Ca, P)
κ - caséine	800	3500	Coagulation de la micelle de caséines
α -lactalbumine	3500	1260	Synthèse du lactose
β -lactoglobuline	00	3500	Liaison et transport des acides gras et du rétinol
Lactophorine (PP3)	950	300	Inhibition de la lipolyse
Lactoferrine	95	140	Anti-inflammatoire, nutritive, fixation du fer
Lactoperoxydase	-	30	Anti-inflammatoire, activité bactéricide
Lysozyme	0,6 - 6,5	0,05 - 0,21	activité bactéricide, N- acétylmuramidase

(-): élément non dosé

1.2.3.2.3. Matière grasse

La matière grasse constitue une source énergétique et nutritionnelle importante. Elle se trouve dispersée dans le lait sous forme de globules gras et enveloppée par une membrane qui dérive des cellules sécrétoires (KARRAY *et al.*, 2005). La teneur en matière grasse du lait de chamelle est comprise entre 1.2 et 6.4%, et la moyenne est de 3.5 ± 1.0 (KONUSPAYEVA, 2007 ; KONUSPAYEVA *et al.*, 2009).

De même, les valeurs moyennes de la teneur en acides gras insaturés (43%) étaient plus élevés dans le lait de chamelle, en particulier les acides gras essentiels (Al Haj *et al.*, 2010).

Il a rapporté que le pourcentage d'acide gras saturés est plus élevé dans la matière grasse de lait de vache (69.9%) que dans les matières grasses du lait de chamelle (67.7%) (KONUSPAYEVA *et al.*, 2008).

1.2.3.2.4. Lactose

La teneur en lactose fluctue entre 2.5 et 5.6%. Les concentrations élevées observées pour ce dernier nutriment expliqueraient la saveur parfois sucrée sucré du lait de chamelle rapportée par plusieurs auteurs (GNAN et SHEREHA, 1986; BAYOUMI, 1990).

1.2.3.2.5. Teneur en minéraux

Les sels minéraux présents dans le lait de chamelle (**Tableau III**) sont aussi diversifiés que ceux rencontrés dans le lait de vache. On y dénombre en effet des macros et des oligo-éléments qui se trouvent sous forme de sels (phosphates, chlorures et citrates) ou de métaux divers (sodium, potassium, magnésium, calcium, fer, cuivre, zinc...etc.) Au niveau quantitatif, si la composition en macroéléments (Na, K, Ca, Mg...) est relativement similaire à celle du lait bovin, le lait camelin se caractérise néanmoins par des taux plus élevés en oligo-éléments (YAGIL et ETZION, 1980a ; SAWAYA *et al.*, 1984 ; ELAMIN et WILCOX, 1992). Il y a toutefois un peu moins de sodium, de calcium et de phosphore, et plus de chlore et de Potassium, mais il se caractérise néanmoins par des taux plus élevés en oligo-éléments (Fe, Zn, Cu, Mn, I, Pb) (BENGOUMI *et al.*, 1998 ; MEHAIA *et al.*, 1995).

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

Origine du lait	Ca	Mg	P	Na	k	Fe	Zn	Cu	Mn	I	Références
	1060	120	630	690	1560	<u>2.6</u>	4.4	1.6	0.2	---	YAGIL et ETZON (1980a).
	1078	122	641	702	1586	<u>2.64</u>	4.47	1.63	0.20	---	SAWAYA <i>et al.</i> , 1984
	1310	140	510	270	450	0.4	0.1	0.02	---	---	GNAN et SHERAHA, (1986)
Lait de chamelle	1160	80	710	360	620	---	---	---	---	---	HASSAN <i>et al.</i> , 1987
	300	45	---	431	725	<u>2.8</u>	---	---	---	---	ELAMIN et WILCOX, 1992.
	1462	108	784	902	2110	3.4	2.9	0.1	<u>2.0</u>	<u>0.1</u>	BENGOUMI <i>et al.</i> , (1994).
	1180	125	889	688	1464	2.34	6.00	1.42	<u>0.80</u>	---	MEHAIA M.A, (1995)
	1182	74	769	581	1704	1.3	5	---	0.1	---	GORBAN et IZZELDIN, (1997)
Lait de vache	1000-1500	100-150	750-1200	350-1000	1200-1800	0.20-0.50	0.02-0.15	0.03-0.05	0.01-0.05	0.04-0.08	LUQUET, (1985) ; MIETTON <i>et al.</i> , (1994)

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

1.2.3.2.6. Vitamines

Les différents travaux ont rapporté que le lait de chamelle contient de diverses vitamines, telles que la vitamine C, A, E, D et le groupe B. Le lait de chamelle contient une quantité de vitamine A et B2 beaucoup moins que le lait de vache, alors que la teneur en vitamine E était identique par contre le taux et la concentration de la vitamine C dans le lait de chamelle est trois fois plus élevé que le lait de vache (FARAH *et al.*, 1992).

Tableau IV: Composition en vitamines ($\mu\text{g}/\text{kg}$) du lait de chamelle, (selon différents auteurs cité par SIBOUKEUR, 2007) ; comparaison avec le lait de vache.

Nature des vitamines	Lait de chamelle			Lait de vache
	SAWAYA <i>et al.</i> (1984a)	FARAH <i>et al.</i> (1992)	KAPPELER (1998)	FARAH (1993)
A (Rétinol)	150	100	150	170-380
B1 (Thiamine)	330	-	600	280-900
B2 (Riboflavine)	416	570	800	1200-2000
B3 (Niacine)	4610	-	4600	500-800
B5 (Acide pantothénique)	880	-	880	2600-4900
B6 (Pyridoxine)	523	-	520	400-630
B12 (Cobalamine)	1.5	-	2	2-7
B9 (Acide folique)	4.1	-	4	10-100
E (Tocophérol)	-	560	530	100-200
C (Acide ascorbique)*	24	37	24-36	3-23

(-): non déterminé ; (*): en mg/kg

1.2.3.3. Caractéristiques microbiologiques du lait

1.2.3.3.1. Microbiologie du lait

Divers microorganismes peuvent être retrouvés dans les laits crus. Les plus rencontrés sont les bactéries, mais des levures, des moisissures, des virus et divers protozoaires peuvent également être présents. Ils diffèrent notamment par leur taille et leur niveau de complexité (LAITHIR, 2011).

1.2.3.3.2. les principaux microorganismes du lait.

On répartit les microorganismes du lait, en deux grandes classes: La flore indigène ou originelle et la flore contaminant. Cette dernière est subdivisée en deux sous classe : la flore d'altération et la flore pathogène (VIGNOLA, 2002).

1.2.3.3.2.1. Flore indigène ou originelle

La flore originelle du lait et ses dérivés se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis. Ces microorganismes plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation, la race d'animale et d'autres facteurs. Le lait qui sort du pis de la brebis est pratiquement stérile. Les genres dominants de la flore originelle sont principalement des microorganismes mésophiles. On peut voir dans (le tableau 5) la liste des microorganismes originels du lait avec leur proportion relative (VIGNOLA, 2002).

Tableau V: Flore indigène du lait cru (VIGNOLA, 2002).

Microorganismes	Pourcentage(%)
<i>Micrococcus sp.</i>	30-90
<i>Lactobacillus</i>	10-30
<i>Streptococcus ou Lactococcus</i>	<10
GRAM négatif	<10

1.2.3.3.2.2. Flore de contamination

La flore contamination est l'ensemble des microorganismes ajoutés au lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits et d'une flore pathogène (VIGNOLA, 2002).

a. Flore d'altération

La flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence ou de texture et réduira la vie de tablette du produit laitier. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont *Pseudomonas sp.*, *Proteus sp.*, les coliformes soit principalement les genres *Escherichia* et *Enterobacter*, les sporulées telle que *Bacillus sp.* *Clostridium sp* et certaines levures et moisissures (VIGNOLA, 2002).

- **La flore aérobique mésophile totale (FMAT)**

Le dénombrement des microorganismes aérobies mésophiles permet de savoir quel est le degré de contamination de l'aliment (GUIRAUD, 2003).

- **Les coliformes totaux et fécaux**

En microbiologie alimentaire, on appelle <coliformes> les entérobactéries fermentant le lactose avec production de gaz à 30°C. Cependant, lorsqu'ils sont en nombre très élevé, les coliformes peuvent provoquer des intoxications alimentaires.

Le dénombrement des coliformes a longtemps été considéré comme un indice de contamination fécale. Comme les entérobactéries totales, ils constituent un bon indicateur de qualité hygiénique (GUIRAUD, 2003).

- **Les clostridiiums sulfito-réducteurs**

Les *Clostridium sulfito-réducteur* sont responsables de gastro-entérites, se retrouvent dans le sol, les eaux et dans l'intestin de l'homme et des animaux. Ils sont capables de contaminer n'importe quel type d'aliment ou matériel si les conditions d'hygiène et de stérilisation ne sont pas respectées (LEBRES, 2002).

- **Levures**

C'est un groupe hétérogène de champignons microscopiques qui, à un certain stade de leur développement se présentent sous forme unicellulaire et se multiplient par bourgeonnement ou par scissiparité (DOUTOUM, 1995).

- **Moisissures**

Les moisissures sont des champignons microscopiques filamenteux, dix fois plus grosse que les levures, il existe plusieurs genres de moisissures notamment les genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium* (MEYER, 2004).

b. Flore pathogène

La présence de microorganismes pathogène dans le lait peut avoir trois sources: l'animal, l'environnement et l'homme. Les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont : *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* et *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yarcinia enterocolitic* , *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonei* et certaines moisissures (VIGNOLA,2002).

- ***Staphylococcus aureus***

Le genre *Staphylococcus* appartient à la famille des *Staphylococaccae*. Ce sont des coques à Gram positif de 0,5 à 2,5 µm de diamètre, non sporulés et immobiles. (LEYRAL et VIERLING, 2007). Ils sont fréquemment retrouvés dans le lait et parfois en nombre important. L'origine de la contamination est la mamelle et plus fréquemment l'homme. Leur fréquence tend à augmenter du fait de leur antibiorésistance. Ils provoquent, par leur production de toxines thermostables, des intoxications de gravité variable pouvant être redoutables (KAGEMBEA, 1984).

Pour cela, les normes exigent leur absence dans les produits alimentaires (J.O.R.A.N°35, 1998).

- **Les salmonelles**

Les salmonelles sont considérées comme des dangers majeurs en raison de la gravité des toxi-infections dont elles sont responsables (STREIT *et al.*, 2006). *Salmonella* est une bactérie

naturellement présente dans l'intestin des animaux. Elle est également présente dans l'environnement et peut contaminer le lait à la production ou à la ferme (VAN KESSEL *et al.*, 2004).

1.2.3.4. Propriété thérapeutique et fonctionnelle du lait de chamelle.

Dans les pharmacopées traditionnelles, le lait de chamelle présente d'importantes propriétés thérapeutiques et médicinales. Traditionnellement le lait de chamelle est apprécié pour ces propriétés anti-infectieuses, anticancéreuses, antidiabétiques, (**Tableau VI**) et est utilisé dans la prévention et le traitement de plusieurs maladies (cirrhoses du foie, maladies parasitaires, diarrhées virales, tuberculose...). Ces propriétés peuvent être reliées à sa composition. Pourraient être associés à ces propriétés particulièrement les facteurs antibactériens, l'insuline et le vitamine C (KONUSPAYEVA *et al.*, 2004).

Tableau VI: Différentes études entreprises sur les effets thérapeutiques du lait de chamelle.

Aspect étudié	Effet observé et interprétations	Auteurs
Diabète	Hypoglycémie (teneurs élevées d'insuline dans le lait)	WERNERY (2006)
Complications de diabète	Diminution du stress oxydatif et prévention des néphropathologies (teneurs élevées en antioxydants)	SENOUSSI, (2011)
Allergies au lait	Effet hypoallergique (absence de la β -Lg et présence d'une caséine α S différente de la caséine bovine)	KONUSPAYEVA, FAYE, LOISEAU, LEVIEUX, (2007).
Tumeurs	Effet anti-tumoral (contrôle des processus tumoraux par stimulation de la défense immunitaire)	.KONUSPAYEVA, LOISEAU, FAYE, (2004).
Toxicité aux métaux lourds	Effet protecteur contre la toxicité aux Aluminium et Cadmium	SENOUSSI, (2011)

- **Lactoferrine**

Le lait de chamelle a une forte teneur en lactoferrine, une glycoprotéine qui possède une activité antimicrobienne, antivirale, anticancéreuse, anti-inflammatoire et analgésique pourrait être une des raisons des propriétés thérapeutiques du lait de chamelle et de shubat (KONUSPAYEVA *et al.*, 2004).

- **Lysozyme**

L'activité enzymatique du lysozyme du lait de chamelle est plus forte que celle de la vache, mais plus faible que celle de l'œuf (ELAGAMY *et al.*, 1996). Tout comme la lactoferrine de cette espèce, le lysozyme du lait de chamelle serait thermorésistant. A 82°C pendant 10 minutes le lysozyme du lait de chamelle ne représente plus que 44% de la valeur initiale, contre 26% pour le lait de vache et 18 % pour le lait de bufflesse dans les mêmes conditions. (ELAGAMY, 2000).

- **Immunoglobulines**

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

- **L'insuline (facteur antidiabétique)**

Le lait de chamelle contient de hauts niveaux (52 micro unités/mL) d'insuline ou des substances semblable à l'insuline comme la demi- cystine (Al HAJ et AL KANHAL, 2010; AL-JUBOORI *et al.*, 2013).

L'insuline est normalement neutralisée lors su caillage de lait dans l'estomac sous l'effet de l'acidité du milieu, mais il semble que le lait de chamelle ne caillant pas comme ceux des autres espèces, l'insuline pourrait être conservée intacte dans l'intestin ou elle pourrait être absorbée. En tout état de cause, il semble que la consommation régulière de lait de chamelle ait une action hypoglycémiant et régulatrice de la glycémie chez les patients insulinodépendants (AGRAWAL *et al.*, 2003, et KONUSPAYEVA *et al.*, 2003).

- ***Vitamine C (facteur stimulants)***

Le taux de vitamine C dans le lait de chamelle est 3 fois plus élevé que dans le lait de vache, soit en moyenne $37,4 \pm 11,0$ mg/L, il varie entre 26,2 et 61.1 mg /L (FARAH *et al.*, 1992). La réputation du lait de camelin est en grande partie due à sa richesse en vitamine C.

De tous les laits de mammifères collectés pour les besoins de l'homme, celui de la chamelle est le plus riche en cette vitamine dont le rôle tonique permettant de lutter contre la fatigue et l'infection est bien connu. La vitamine C joue un rôle biologique considérable par ses propriétés antioxydantes. Récemment, il a été montré qu'elle avait aussi une action positive sur la réponse immunitaire des organismes agressés par diverses maladies (KONUSPAYEVA *et al.*, 2003).

- ***Lactoperoxydase***

Le peroxyde d'hydrogène présent dans le lait camelin et a un effet toxique sur les bactéries pathogènes. Il est présent dans le lait camelin à une concentration de 10m mole /l, il active le système (Lactoperoxydase Thio-cyanate Peroxyde d'hydrogène ou système LSP) (SOUID, 2011).

- ***Les allergies au lait***

L'allergie au lait est une maladie auto-immune et se produit à l'échelle mondiale dans 1-7% de tous les nourrissons. Le lait de chamelle manque la β -lactoglobuline, un allergène puissant dans le lait de vache, le lait de chamelle fait une alternative puissante pour les enfants souffrant d'allergies au lait (MAKINEN-KIJUNEN et PALOVSVO, 1992).

Chapitre II.
Matériel et méthodes

II. Matériel et méthodes

Le présent travail a été réalisé au sein de Laboratoire de Contrôle de Qualité et Sécurité Alimentaire, Département de Biologie, Faculté des sciences de la Nature et de la Vie, Université d'Ouargla Kasdi Merbah durant la période Février-Avril 2021.

L'objectif été l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de lait cru de chamelle vendu dans la région de Ouargla.

2.1. Matériel biologique

2.1.1. Échantillonnage:

Quatre échantillons de lait collectés auprès de quatre vendeurs du lait de chamelle dans la région d'Ouargla, ont été utilisés dans les analyses physicochimiques et microbiologiques.

Selon les vendeurs, le lait a été traité à partir des chameilles saines. Les prélèvements ont été réalisés le matin. Puis il est recueilli dans des bonnes conditions hygiéniques. Les échantillons achetés sont collectés dans des flacons stériles, propres, conservés et transportés dans une glacière contenant un bloc réfrigérant jusqu'au laboratoire (**Tableau VII**).

Tableau VII : Echantillons de laits de chameilles collectés.

<i>N° de l'échantillon</i>	<i>période de collecte</i>	<i>Région</i>
Ech:01	21/03/2021	Elbakrat
Ech:02	27/03/2021	Rouissat
Ech:03	30/03/2021	Belabasse
Ech:04	12/04/2021	Ain el Bidaa

2.1.2. Matériel utilisé**a-Appareillage:**

- Four Pasteur ;
- Autoclave;
- Micropipettes ;
- Bain Marie ;
- Balance analytique ;
- Réfrigérateur ;
- Compteur de colonies;
- Incubateur ;
- Agitateur magnétiques;

b-Petit matériel:

Verrerie usuelle (erlenmeyers, béchers, pipettes graduées, burettes, entonnoirs, éprouvettes graduées, pipettes pasteur, boîtes de pétri, fioles graduées, flacons de 250ml, tubes à essais, spatules, porte tube, flacons stériles, l'anse de platine, Glacière, bec- benzène.

c. Produits, réactifs et milieux de culture**✓ Produits et réactifs:**

- Eau physiologique stérile (liquide de dilution).
- Bleu de méthylène.
- Phénolphtaléine.
- Solution de Soude dornic (0,1N).

✓ Milieu de culture:

- Milieu PCA (Plate Count Agar);
- Milieu Désoxycholate lactosé;
- Milieu CHAPMAN Sel de Mannitol;
- Milieu PDA;

2.2. Méthodes

La méthodologie de travail adoptée dans cette étude, est récapitulée dans la figure 01:

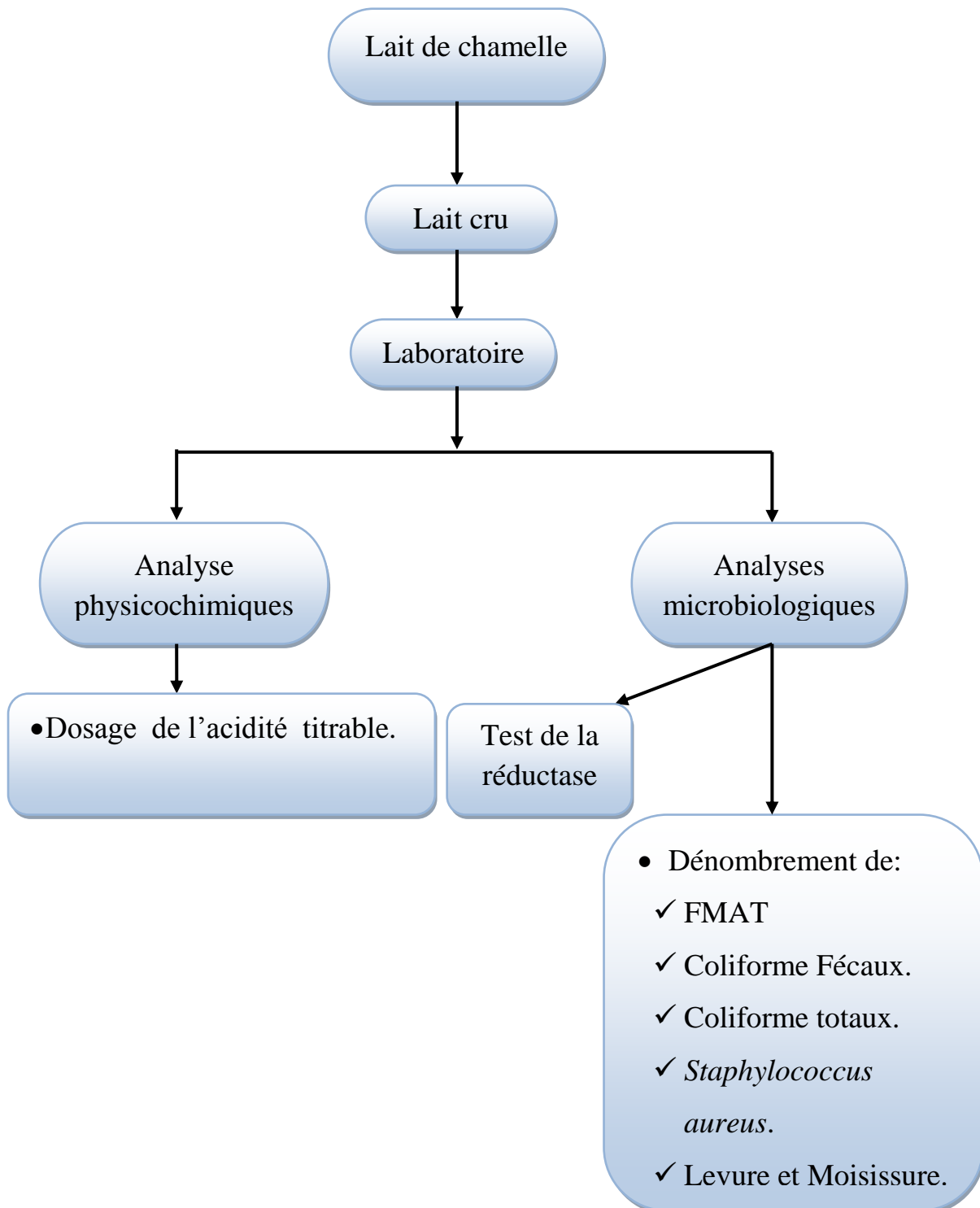


Figure 3: Procédure expérimental.

Le lait est traité à partir de chamelle saines, les échantillons de lait sont conservés à 4°C, et transportés au laboratoire où ils sont analysés.

Tous les échantillons de lait cameline ont subi les mêmes tests physico-chimiques consistant en la mesure de l'acidité titrable.

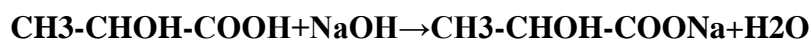
Sur le plan microbiologique, nous avons réalisé le test de la réductase qui permet d'estimer la charge microbienne de lait, et de certaines analyses nous permettent de rechercher et dénombrer: les flores aérobies mésophiles totales, les coliformes totaux et fécaux, les *Staphylococcus aureus*, et les levures et moisissures.

2.2.1. Analyses physico-chimiques du lait de chamelle

Dans le but d'évaluer la qualité physico-chimique de quelques échantillons de lait cru commercialisés dans la région de Ouargla, nous avons procédé à l'analyse suivante :

2.2.1.1. Détermination de l'acidité titrable

Elle est basée sur le titrage de l'acidité par la soude Dornic NaOH (N/9). La présence de phénolphthaleïne, comme indicateur coloré, indique la limite de la neutralisation par changement de couleur. Cette acidité est exprimée en degré Dornic (D°).



Où 1 °D représente 0,1 d'acide lactique dans un litre de lait (SIBOUKEUR, 2011) (Annexe).

$$\text{Acidité (°D)} = 10 \cdot V_{\text{NaOH}}$$

- V: volume en ml de solution d'hydroxyde de sodium (soude Dornic).

2.2.2. Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques permettent de vérifier que le produit ne présente pas de risque pour la santé du consommateur, en tenant compte des conditions de conservation, des habitudes de consommation et des caractéristiques du produit. (Il convient donc de s'assurer, par des tests microbiologiques, que le produit va être sain et de bonne qualité marchande tout au long de sa durée de vie).

Avant de réaliser ces analyses un test de la réductase a été réalisé afin de déterminer d'éventuelle charge microbienne dans les échantillons à analysés.

2.2.2.1. Test de la réductase

Le test de la réductase permet d'estimer la charge microbienne du lait de chamelle vendu localement.

Il s'agit de la mesure du temps de décoloration du lait additionné du bleu de méthylène et incubé au bain-marie à 37°C.

La rapidité de cette décoloration est directement proportionnelle au nombre de germes présents (**Tableau VIII**).

Tableau VIII: Estimation de la charge bactérienne par l'épreuve au bleu de méthylène.
(LARPENT et al 1997).

Décoloration	Nombre de germe (germe /ml)	Qualité de lait
5 heures ou plus	10^5 à 2×10^5	Bonne
2 à 4 heures	2×10^5 à 2×10^6	Bonne à passable
Moins de 2 heures	2×10^6 à 10^7	Insuffisante

2.2.2.1. Dénombrement et/ou recherche de germes indicateurs de la qualité microbiologique des échantillons du lait

Notre analyse microbiologique se base sur le dénombrement et la recherche de quelques germes indicateurs de la qualité du lait (lait de chamelle). Elle consiste en la recherche et /ou le dénombrement des:

- ✓ La flore mésophile aérobie Totale(FMAT);
- ✓ Les coliformes totaux ;
- ✓ Les coliformes fécaux ;
- ✓ Les *Staphylococcus aureus*;
- ✓ Les levures et Moisissures;

a. Préparation des dilutions décimales

Une série de dilutions décimales de chacun des quatre échantillons du lait de chamelle utilisés à été réalisée en utilisant l'eau physiologique comme diluant.

b. Recherche et dénombrement de la Flore Mésophile Aérobie Totale ou globale (FMAT).

Le dénombrement de la FMAT est un bon indicateur de la contamination globale du lait. (TOURETTE, 2002)

Les micro-organismes aérobie et aéro-anaérobies facultatifs, peuvent se développer dans un milieu nutritif non sélectif.

Le milieu nutritive utilisé pour le dénombrement de cette flore, est le milieu PCA (Plat Count Agar), avec un ensemencement en profondeur.

-Mode opératoire

- En mettant 1 ml de chaque dilution (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4}) au centre de boîte de pétri vide et stérile, préparé à cette usage et numérotée.
- Coulé environ 15 ml de la gélose PCA refroidi à 45°C.
- Faire des mouvements circulaires de va et vient pour permettre à l'inoculum de se mélanger.
- Laisser les boîtes se solidifier sur la pailasse.
- La flore est dénombrée après 72 heures d'incubation à 30°C.

-Lecture:

Les colonies de germes aérobies mésophiles apparaissent des germes sous forme de colonie blanchâtres, lenticulaire en masse.

c. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.

Les coliformes appartiennent à la famille des enterobacteriaceae. Elles fermentent rapidement le lactose et donnent de l'acide lactique avec dégagement de gaz. Leur présence dans le lait et les produits laitiers est un indice de contamination fécale par défaillance technologique ou hygiénique.(GHISLAIN E, 2018)

-Principe

Le milieu sélectif pour le dénombrement des coliformes est le Désoxycholate (**DLC**), ou VRBG qui permet à ces germes de fermenter le lactose, avec ensemencement en profondeur. Dans notre étude nous avons utilisé le milieu DLC.

-Mode opératoire

- Porter aseptiquement 1ml de la dilution (10^{-3} , 10^{-4}) dans une boîte de pétri, vide, préparé à cet usage et numérotée.
- Couler la gélose Désoxycholate lactosé refroidi à 45°C.
- Faire ensuite des mouvements circulaires de va et vient pour bien mélanger la gélose à l'inoculum.
- Laisser solidifier et incuber à 37°C pour les coliformes totaux, et au 44°C pour les coliformes fécaux pendant 24h à 48h.

-Lecture

Les coliformes totaux et fécaux apparaissent en masse sous forme de petites colonies de couleur violacé de diamètre 0.5 mm

f. Recherche des *Staphylococcus aureus* (halotolérants)

Le genre *Staphylococcus* appartient à la famille des *Staphylococcae*. Ce sont des coques à Gram positif de 0,5 à 2,5 µm de diamètre, non sporulés et immobiles. Ils se trouvent assez fréquemment dans le lait et parfois, en nombre important. L'origine de la contamination est l'infection mammaire et peut être plus fréquemment, l'Homme (**LEYRAL et VIERLING, 2007**).

-Principe

La recherche des *Staphylococcus aureus* se fait dans le milieu sélectif Chapman (sel de mannitol), avec un ensemencement en surface.

-Mode opératoire

- Préparer les boîtes de pétri stériles.
- Couler 15 ml de la gélose Chapman réchauffé.
- Après la solidification, distribuer dans la boîte de pétri 0.1 ml de l'échantillon (dilution) sur la surface du milieu mis en boîte.
- Etaler soigneusement l'inoculum le plus rapidement possible à la surface de milieu en essayant de ne pas toucher les bords de la boîte avec l'étaleur stérile.
- Les boîtes seront incubées à 37°C, pendant 24h à 48h.

-Lecture

Les colonies des *Staphylococcus aureus* apparaissant sous forme des colonies luxuriantes, pigmentées, entourées d'une auréole jaune (fermentation de mannitol).

g. Dénombrements des levures et moisissures.

Le dénombrement des levures et les moisissures a été fait dans le milieu PDA, avec un ensemencement en profondeur.

-Mode opératoire

- Préparer les boîtes de pétri stériles.
- Introduit aseptiquement 1ml de la dilution (10^{-1} ; 10^{-2}) dans une boîte de pétri, vide, préparé à cette usage et numérotée.
- Coulé 15 ml de milieu PDA sur les boîtes.

- Faire des mouvements circulaires de va et vient pour bien mélanger la gélose à l'inoculum.
- Laisser les boîtes se solidifier sur la pailasse.
- La flore est dénombrée après 72h à 5 jours d'incubation à 30°C.

-Lecture

Les colonies des levures apparaissent en couleur blanche et les moisissures en couleur verte.

Méthode de Dénombrement des colonies en totalité:

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en tenant compte des facteurs suivants:

- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies.
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution.
- Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.

En semence deux boîtes par dilution; dans le cas général, on calcule la moyenne pondérée N à partir des boîtes de deux dilutions successives $d1$ et $d2$ (au moins une boîte doit contenir $(C > 30)$).

$$N = \sum c / (V \times (n1 + 0.1n2) \times d1)$$

- N : nombre d'UFC par ml de lait.
- c : nombre de colonies dénombrées sur une boîte ($c1$ pour la dilution $d1$ et $c2$ pour la dilution $d2$).
- V : volume d'inoculumensemencé sur une boîte.
- $n1$: nombre des boîtes retenues à la première dilution (la plus faible).
- $n2$: nombre des boîtes retenues à la deuxième dilution (la plus forte).
- $d1$: facteur de la première dilution retenue.

Chapitre III.

Résultats et discussion

III-Résultats et discussion

3.1. Caractéristiques physico-chimiques du lait camelin

Le tableau IX représente les résultats relatifs aux caractéristiques physico-chimiques (acidité dornic) des 04 échantillons des laits camelins collectés dans la région d'Ouargla.

Tableau IX: Résultats des caractéristiques physico-chimiques.

Échantillons	Ech:1	Ech:2	Ech:3	Ech:4
Acidité °D	30	29	15	25

3.1.1. Acidité titrable

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

Les échantillons du lait dans cette étude présentent une acidité moyenne égale à 30°D pour l'échantillon 1 issu de d'Elbakrat, et de 29°D pour l'échantillon 2 de Rouissat, 15°D pour l'échantillon 3 prélever de Belabasse, 25°D pour l'échantillon 4 de Ain el Baidaa. On remarque que la valeur de l'acidité Dornic se situe entre 15 et 30°. La variation de l'acidité est généralement due à la variation de l'alimentation et aux conditions environnementales ainsi qu'à la période de lactation (ABU-TARBOUSH, 1996).

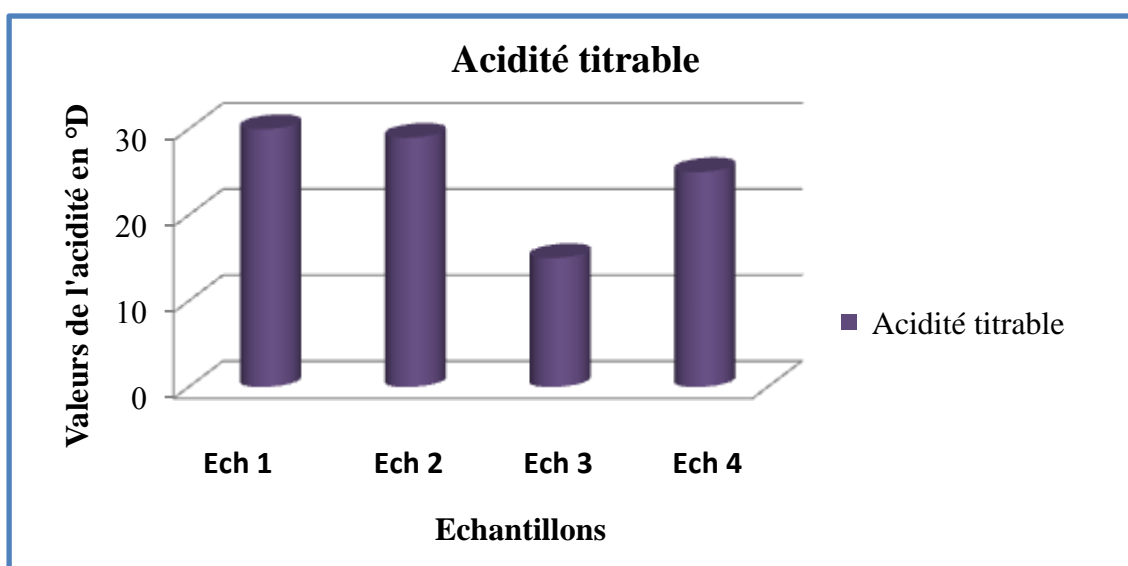


Figure 4: Valeurs de l'acidité dornic des échantillons du lait camelin vendu dans la région d'Ouargla.

3.2. Résultats des analyses microbiologiques

3.2.1. Test de la réductase

La plupart des bactéries qui se multiplient dans le lait sont capables, grâce à l'action de leur réductase, d'abaisser le potentiel d'oxydoréduction jusqu'à la décoloration d'un indicateur redox. On utilise généralement le bleu de méthylène dont la forme réduite est incolore (FAO, 2004).

Cette méthode d'estimation est approximative. En effet, l'activité réductrice des cellules microbiennes dépend non seulement de leur nombre, mais aussi des espèces présentes et de leur état physiologique (les streptocoques de mammites ne décolorent pas le bleu de méthylène). De plus, le colorant peut être réduit par les cellules somatiques de l'animale qui peuvent se trouver dans le lait (FAO 2004).

La décoloration de bleu de méthylène a pris plus de 5 heures pour les échantillons 1, 2 et 3. Cela signifie que le lait des trois échantillons est de bonne qualité (GUIRAUD, 1998). Concernant l'échantillon 4, la décoloration de bleu de méthylène n'a pas dépassé les 5 heures. Donc celui-ci est considéré comme un lait de qualité moyenne (**Tableau X**).

Tableau X : Tableau récapitulatif des résultats relatifs au test de la réductase.

Echantillons	Temps de décoloration au bleu de méthylène
Ech:01	5h 30min
Ech:02	5h 20min
Ech:03	5h 30min
Ech:04	4h

h: heure ; **min** : minutes

3.2.1. Dénombrement de la Flore Mésophile Aérobie Totale.

Les résultats du dénombrement de la FMAT des différents échantillons du lait analysé sont illustré dans de **Tableau (XI) (photo 1)**. Cela est peut être du aux conditions de traite.

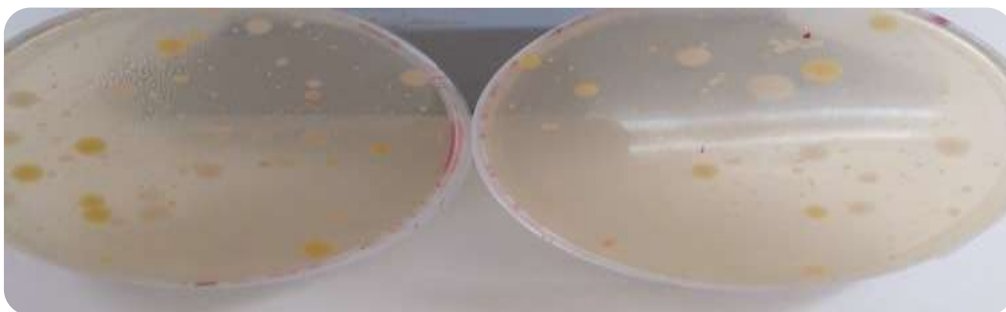
Tableau (XI): Dénombrement de la FMAT des différents échantillons de lait cru de chamelle.

Échantillons	Ech:01	Ech:02	Ech:03	Ech:04
Moyenne (UFC/ml)	0.196×10^3	Non dénombrable	Non dénombrable	0.167×10^3

Le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale reflète la qualité microbienne générale d'un produit naturel (GUIRAUD, 1998). D'après les résultats de nos expériences on trouve que le nombre des colonies des FMAT dans le lait de chamelle est de 0.196×10^3 UFC/ml pour l'échantillon (1) (acheté à partir d'Elbakrat), 0.167×10^3 pour l'échantillon (4) (issu de Ain el Baidaa). Concernant les échantillons 2 et 3 issus respectivement de Rouissat, Belabasse, les résultats de dénombrements n'ont pas été retenus car il était non conforme.

Les valeurs de la FMAT des échantillons (1) et (4) sont inférieure a la norme de JORA, (1998) qui est de 10^5 UFC/ml.

A partir les résultats de recherche et de dénombrement des FMAT on conclue que les laits des échantillons à analyser présentent en générale une charge microbienne moyenne pour les échantillons 1 et 4. Cela est peut être du au conditions d'hygiène respectés lors de la traite du laits .L'absence des colonies de FMAT pour les échantillons 2 et 3 est peut être du au conditions de manipulations (AMHOURI, *et al.*, 1998).



Photos 1: Recherche et Dénombrement de la Flore aérobies Mésophile

3.2.2. Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux.

Les résultats du dénombrement des coliformes totaux des différents échantillons à analyser sont illustré dans de **Tableau (XII)** (**photo 2**).

Tableau (XII): Dénombrement des coliformes totaux des différents échantillons de lait cru de chamelle.

Echantillons	Ech:01	Ech:02	Ech:03	Ech:04
Moyenne (UFC/ml)	4.958×10^4	140×10^3	Absence	8.9×10^5

La charge des coliformes totaux enregistrés est de 4.958×10^4 UFC/ml, 140×10^3 UFC/ml et 8.9×10^5 UFC/ml pour les échantillons 1, 2 et 4 respectivement. Concernant l'échantillon 3, les résultats de dénombrement montrent une absence totale des coliformes totaux (**Tableau XII**).

Pour cela, nous essayeront de comparer nos résultats à la norme citée par GUIRAUD, (1998) (10^6 UFC/ml). Les résultats obtenus présentent un dénombrement en coliformes totaux faible par rapport cette dernière (10^6 UFC/ml) se qui confirme que nos échantillons sont acceptable.

3.2.3. Recherche et dénombrement des Coliformes Fécaux.

Les résultats du dénombrement des coliformes fécaux sont des échantillons analysés sont illustrés dans de **Tableau (XIII)** (**photo 2**).

Tableau (XIII): Dénombrement des coliformes fécaux des différents échantillons de lait cru de chamelle.

Echantillons	Ech:01	Ech:02	Ech:03	Ech:04
Moyenne (UFC/ml)	2.33×10^4	Absence	Absence	Absence

Le dénombrement des coliformes est considéré comme un bon indice de contamination fécale. D’après les résultats de nos expériences (**Tableau XIII**), on a observé que les échantillons (2); (3); (4), de Rouissat, Belabasse et Ain el Baidaa respectivement sont acceptables, par contre l’échantillon (1) vendu dans la région d’Elbakarat, montre une valeur de 2.33×10^4 UFC/ml. Cette valeur est supérieure à celle annoncé par les normes algérienne, (1998) (10^3 UFC/ml) et à celle trouvé par JORA (1998) (10^3 UFC). Ce dernier résultat est peut être du au mauvaise maîtrise d’hygiène au cours de la traite et/ou l’entreposage du lait (GUIRAUD et ROSEC, 2004).



Photos 2 : Recherche et Dénombrement des Coliformes Totaux et Fécaux.

3.2.4. Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus*

Les résultats du dénombrement des *Staphylococcus aureus* dans les échantillons du lait sont illustrés dans de **Tableau (XIV)**.

Tableau(XIV) : Dénombrement des *Staphylococcus aureus* des différents échantillons de lait de chamelle cru.

Echantillons	Ech:01	Ech:02	Ech:03	Ech:04
Moyenne (UFC/ml)	Absence	Absence	Absence	9×10^4

Les *Staphylococcus aureus* sont les agents, les plus fréquents, des intoxications alimentaires. L'absence totale des *Staphylococcus aureus* dans les échantillons (1), (2), (3), de lait camelin conduit à dire que ces derniers présentent une bonne qualité sanitaire, et que les chamelles traitées était en bonne santé de . Cela montre ainsi leur conformité aux normes bactériologiques du Journal Officiel de 1998. Contrairement au quatrième échantillon qui a noté une moyenne de 9×10^4 UFC/ml. Ce dernier résultat présente une valeur supérieure à la Norme de JORA, (1998). Cela est peut être une conséquences d'infections mammaires .selon THIEULON, (2005),la principale source de contamination du lait à la production est la machine de traite.

Selon ces résultats, nous pouvons dire que les laits des échantillons (1), (2), (3) sont de bonne qualité.

3.2.5. Recherche et dénombrement des Levures et Moisissures.

Les résultats relatifs à la recherche et dénombrement des levures et moisissures sont illustré dans de **Tableau (XV) (photo 3)**.

Tableau (XV): Recherche et dénombrement des levures et moisissures des différents échantillons de lait cru de chamelle.

Echantillons	Ech:01	Ech:02	Ech:03	Ech:04
Moyenne (UFC/ml)	37×10^2	31×10^2	19×10^1	1.40×10^2

Ces résultats montrent la présence des levures et moisissures. Les valeurs des levures et moisissures ont dépassé le seuil de 10^2 UFC/ml cité par BENSADDEK, (2019). On remarque que les échantillons (1): (Elbakarat) et (2) (Rouissat), enregistrent des valeurs proches (37×10^2 UFC/ml, et 31×10^2 UFC/ml) respectivement. Ces valeurs sont supérieurs à ceux enregistrées par l'échantillon 3 et 4 à savoir 19×10^1 UFC/ml et 1.40×10^2 UFC/ml respectivement. Nous remarquons que l'échantillon 3 acheté à partir de Belabasse est le seul échantillon qui n'a pas dépassé le seuil cité par le même auteur.



Photos 3: Recherche et dénombrement des levures et Moisissures.

3.2. Qualité microbienne des échantillons du lait de chamelle vendu dans la région d'Ouargla

- **Echantillon1 :**

La figure 5 représente la flore microbienne de l'échantillon du lait issu à partir d'Elbakrat. Nous remarquons que cet échantillon présente des valeurs conformes aux normes citées concernant les FMAT, les coliformes totaux, et les *Staphylococcus aureus* alors qu'il est hors normes pour le taux des coliformes fécaux, et les levures et moisissures. Cela est peut être dû à une contamination lors de la traite, au cours de transport ou durant l'entreposage chez le vendeur.

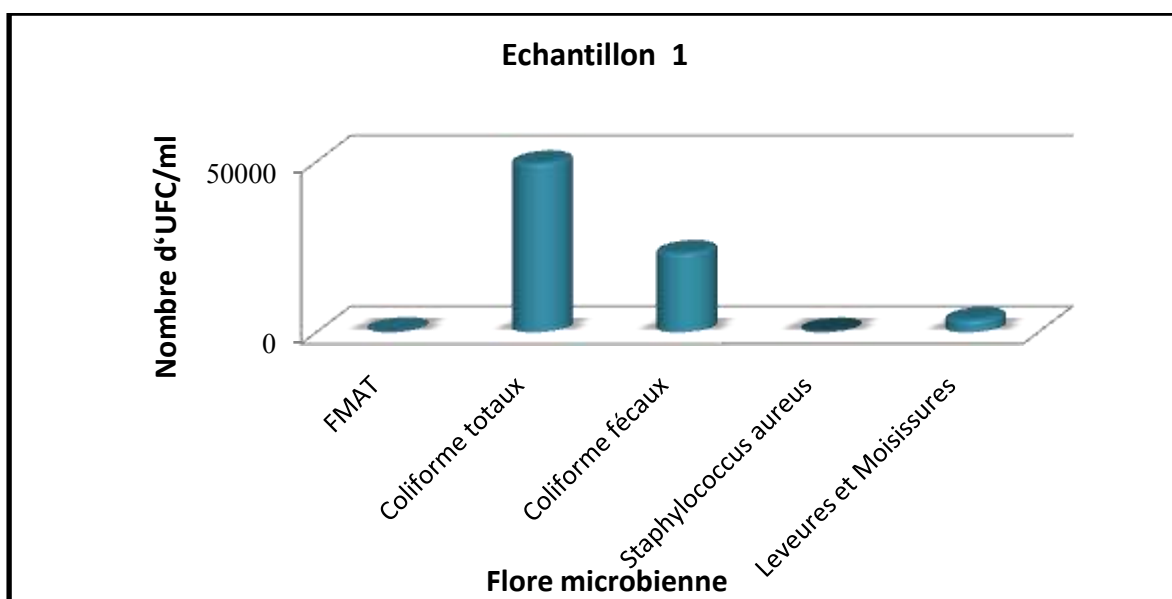


Figure 5: Résultats de différentes flores microbiennes issues de l'échantillon l'Elbakarat.

Echantillon2 :

La **figure 6** représente la flore microbienne de l'échantillon du lait issu à partir Rouissat. Nous remarquons que cet échantillon présente des valeurs conformes aux normes citées concernant les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les *Staphylococcus aureus* alors qu'il est hors normes pour le taux de levures et de moisissures. Cela est peut être du à une contamination au moment de prélèvement du lait, au cours de son transport ou durant l'entreposage chez le vendeur.

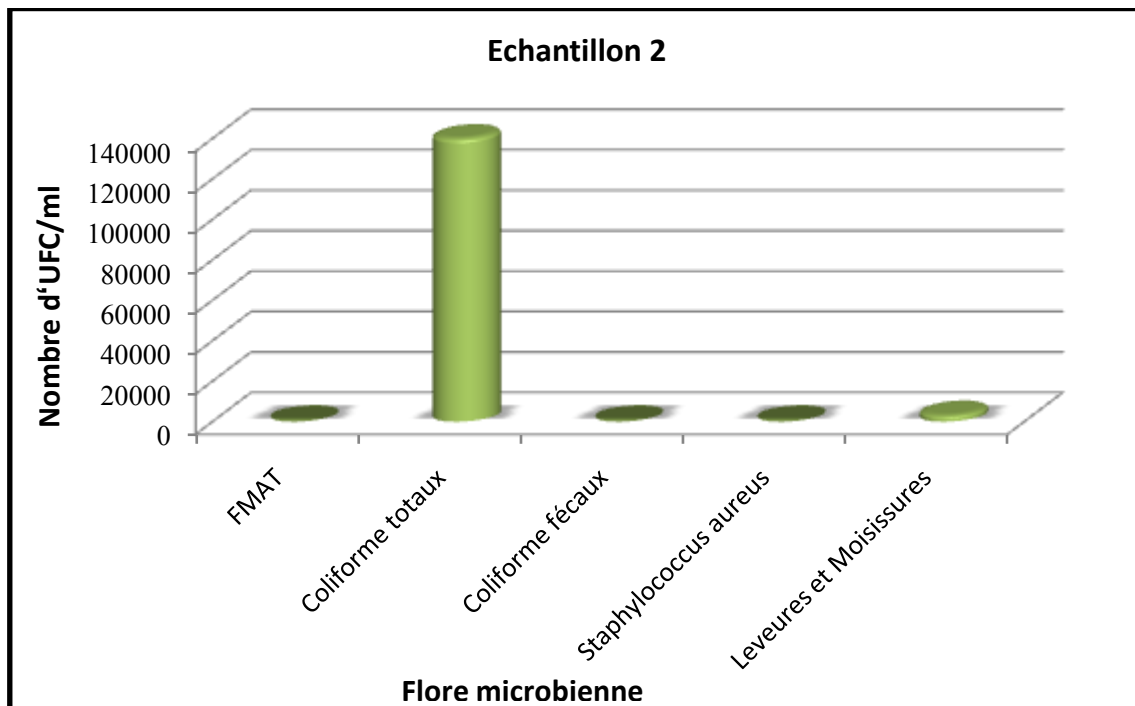


Figure 6: des différentes flores microbiennes issues de l'échantillon 2: Rouissat

Echantillon3 :

La figure 7 représente la flore microbienne de l'échantillon du lait issu à partir de Belabasse. Nous remarquons que cet échantillon présente des valeurs conformes aux normes citées concernant les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les *Staphylococcus aureus*. Pour les levures et les moisissures l'échantillon est hors les normes.

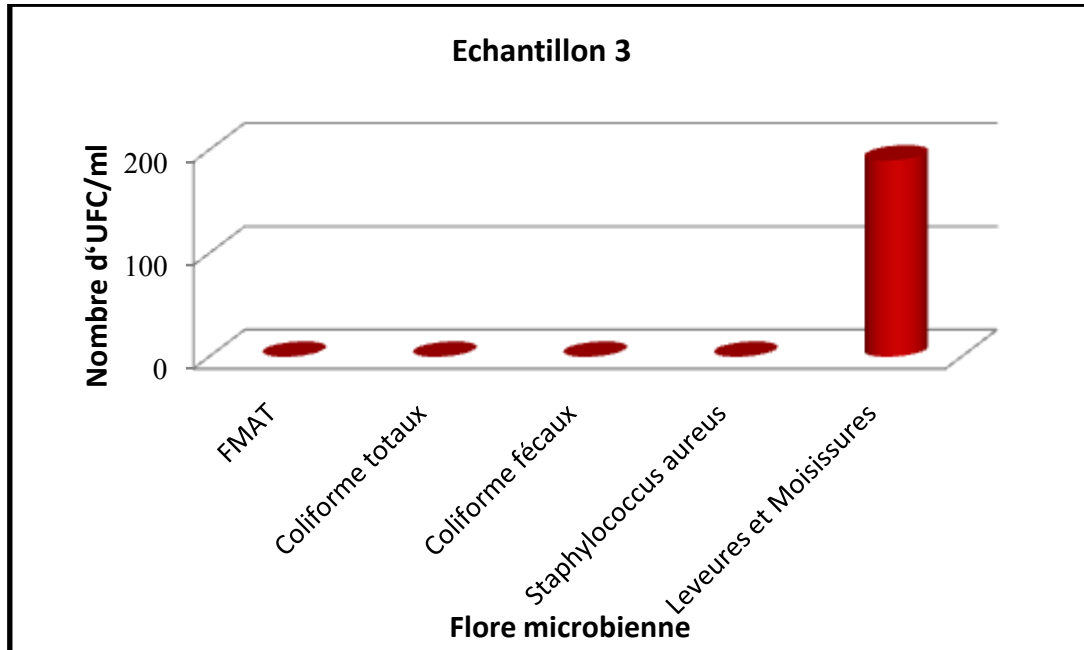


Figure 7: Résultats des différentes flores microbiennes issues de l'échantillon 3: Belabasse

Echantillon4 :

La figure 8 représente la flore microbienne de l'échantillon du lait issu à partir d'Ain el Baidaa. Nous noterons que cet échantillon présente des valeurs conformes aux normes citées concernant les FMAT, les coliformes totaux, les coliformes fécaux. Les *Staphylococcus aureus* et les levures et moisissures présentent des valeurs hors les normes. Cela peut avoir comme source, la présence d'une contamination au niveau des mamelles de l'animal pour les *Staphylococcus aureus*. Pour le taux des levures et des moisissures, le lait peut être contaminé au moment de la traite, de l'entreposage ou du transport.

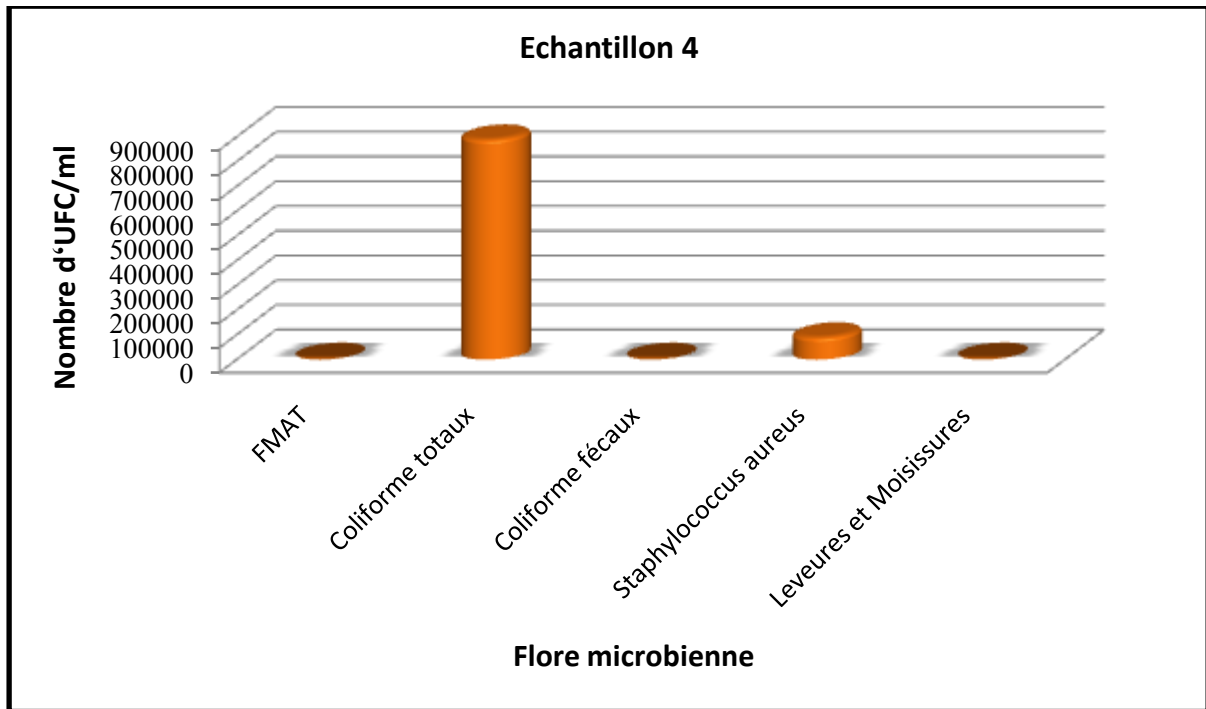


Figure 8: Résultats des différentes flores microbiennes issues de l'échantillon 4: Ain el Baidaa.

Conclusion

Conclusion

Conclusion:

A travers cette étude nous avons vérifié le degré de contamination de lait camelin cru vendu dans la région d'Ouargla (échantillon 1 d'Elbakrat, échantillon 2 issu de Rouissat, échantillon 3 provienne de Belabasse, échantillon 4 acheté d'Ain el Bidaa).

L'analyse physicochimique a montré des valeurs de l'acidité dornic de l'ordre de 30°D, 29°D, 15°D et 25°D pour les échantillons 1 d'Elbakrat, échantillon 2 issu de Rouissat, échantillon 3 provient de Belabasse, échantillon 4 acheté d'Ain el Bidaa respectivement. Donc les laits de l'échantillon 1 et 2 et 4 sont des laits de mauvaise qualité contrairement à l'échantillon 3 qui est de bonne qualité.

Le test de la réductase donne une information sur la qualité de lait, par la décoloration de bleu de méthylène. Celle-ci a pris plus de 5 heures pour les échantillons 1, 2, 3. Ces derniers sont considérés comme des laits de bonne qualité bactériologique. L'échantillon 4 a pris 4 heures pour la décoloration de bleu de méthylène, donc il est considéré de qualité moyenne.

Selon les résultats obtenus lors des analyses microbiologiques, on remarque que le taux de la flore aérobies mésophile totale ne dépasse pas les normes. Cela indique que tous les échantillons sont d'une qualité moyenne.

Concernant les coliformes totaux, tous les échantillons ont montré des valeurs inférieures à la norme (10^6 UFC/ml). Pour les coliformes fécaux on constate que seul l'échantillon 1 qui a dépassé les normes par rapport au l'échantillon 2, 3, 4 qui ont enregistré l'absence totale de ces germes (inférieur à la norme 10^3).

La flore pathogène (*Staphylococcus aureus*) été absente dans les échantillons 1, 2, 3 mais nous avons noté sa présence dans l'échantillon 4.

L'échantillon 1, 2, 4 ont marqué une valeur qui a dépassé les seuils d'altération pour les levures et les moisissures, par contre l'échantillon 3 a enregistré une valeur moyenne.

Donc, on conclue que l'échantillon 3 acheté à Belabasse est globalement de bonne qualité hygiénique par rapport aux autres échantillons du lait.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques:

- **ABU-TARBOUSH H. M., (1996).** Comparision of growth and proteolytic activity of yogourt starters in whole milk from camels and cows. *J. Dairy Sci.*, 79, 366-371.
- **AL HAJ, O. A., AI KANHAL, H. A. (2010).** Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk. *International Dairy Journal*, 20(12), 811–821.
- **AGARWAL, R. P., SWAMI, S. C., BENIWAL, R., KOCHAR, D. K., SAHANI, M. S., TUTEJA, F. C., & GHOURI, S. K. (2003).** Effect of camel milk on glycemic control, risk factors and diabetes quality of life in type-1 diabetes: A randomized prospective controlled study. *Journal of Camel Practice and Research*, 10(1), 45-50.
- **AL-JUBOORI, A. T., MOHAMMED, M., RASHOD, J., KURIAN, J., EI REFAEY, S. (2013).** Nutritional and medicinal value of camel (*Camelus dromedarius*) milk. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 170, 221–232.
- **AL KANHAL, H. A. (2010).** Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk. *International Dairy Journal*, 20 (12), 811-821.
- **AMHOURI, F., SAID B., HAMAMA, A. et ZAHAR, M. (1998).** Qualité microbiologique du lait cru: Cas de la région d'Errachidia. *Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc)* 18 (1). pp : 31-35.
- **BAYOUMI S. (1990).** Studies on composition and rennet coagulation of camel milk. *K. Milchwirtschaftliche Forsch.*, 42, 3-8.
- **BENKERROUM, N., MEKKAOUI, M., BENNANI, N. HIDANE, K. (2004).** Antimicrobial activity of camel's milk against pathogenic strains of *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes*. *International journal of dairy technology*, 57, 39-43.
- **BENGOUMI M., FAYE B., 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.
- **BENSADEK I.(2019).** Etude physico-chimique et microbiologique du lait de la chamelle « *Camelus dromedarius* » collecté localement à la commune Adrar. Mémoire.

- **BEZZALA F, GOUTTAYA A. (2013).** Etude de la qualité microbiologique du lait camelin collecté localement en mi- lactation. Mémoire Master Académique. Université Kasdi Merbah- Ouargla, 59
- **Codex Alimentarius. (1999).** Norme générale pour l'utilisation de termes de laitière CODEX STAN 206-1999. pp: 1-4.
- **ELAGAMY E.I. (2000).** Effect of heat treatment on camel milk proteins with respect to antimicrobial factors: a comparison with cow's and buffalo milk proteins. Food Chemistry, 68: 277-232.
- **EL-AGAMY E.I. (2007).** Camel milk proteins are suitable for the nutrition of cow's milk protein allergic patients, J. Food Chem.
- **ELAGAMY E.I., RUPPANNER R., ISMAIL A., CHAMPAGNE C.P. Et ASSAF R.(1996).** Purification and characterization of lactoferrin, lactoperoxidase, lysozyme and immunoglobulins from camel's milk. Int. Dairy J., 6, 129-145.
- **EL-AGAMY, E . I., RUPPANNER, R., ISMAIL, A., CHAMPAGNE, C. AND ASSAF, R., (1992).** Antibacterial and antiviral activity of camel milk protective proteins. Journal of Dairy Research, 59, 169–175.
- **EL-AMIN F. M. et WILCOX J. (1992):** Composition of Majaheim camels. J. Dairy Sci., 75, 3155-3157
- **ELLOUZE S. et KAMOUM M. (1989).** Evolution de la composition du lait de dromadaire en fonction du stade de lactation. Options Méd. 6 : 307-23.
- **FARAH Z., RETTENMAIER R., et ATKINS D. (1992).** Vitamin content in camel milk. Internet J of Vit and Nutr Res. (62): 30-33
- **FARAH Z. (1996).** Camel Milk Properties and Products. Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management, SKAT, Switzerland.
- **FARAH, Z. et BACHMAN M.R. (1987):** Rennet Coagulation Properties of Camel Milk. Milchwissenschaft, 42, 689-692.
- **FARAH Z., RETTENMAIER R. and ATTKINS D.(1992)**Vitamin content of camel milk. International Journal of Vitamins and Nutrition Research.; 62: 30-3.
- **FARAH Z. (1993).** Composition and Characteristics of Camel Milk ; review. J. Dairy Res., 60, 603-626.

- **FARAH Z. (2011)**. Camel Milk, in Encyclopedia of Dairy sciences, (2nd Ed) Editor-in cheif, pp512.
- **FAYE B. et MULATO O.C. (1991)**. Facteurs de variation des paramètres protéo-énergétiques, enzymatiques et minéraux chez le dromadaire de Djibouti.
- **FAYE, B (2003)**. Performances et productivité laitière de la chamelle: les donnée de la littérature. Actes de l'Atelier International sur: "lait de chamelle pour l'Afrique ", 5-8. novembre, Niamey, Niger.
- **FAYE, B. (2004)**. Performances et productivité laitière de la chamelle: les données de la littérature. Lait de chamelle pour l'Afrique. FAO. Rome. P. 7-15.
- **FAYE, B. (2019)**. La marchandisation du lait de chamelle et la " périurbanisation " de l'élevage camelin: quel modèle de développement?.
- **GHAOUES, S. (2011)**. Evaluation de la qualite physico-chimique et organoleptique dcinq marques de lait reconstitues partiellement écrèmes commercialises algérien memoire du magister en sciencesalimentaires. I. N. A. T. A. A. univ mentoure-constantine.
- **GHISLAINE, A. (2018)**. THESE Présentée par : Spécialité : Sciences biologiques Option : Biochimie immunologie Intitulé Caractérisation physicochimique , microbiologique et immunochimique des laits camelin et bovin d ' Algérie . Activités antioxydante et antitoxique de la fermentation.Thèse de doctorat.
- **GNAN S.O. and SHEREHA A. M. (1986)**. Composition of Libyan camel's milk. Aust. J. Dairy Techn., 41, 33-35.
- **GLANTZ, M., DEVOLD, T. G., VEGARUD, G. E., MANSSON, H. L., STALHAMMAR, H., and PAUISSON, M.(2010)**. Importance of casein micelle size and milk composition for milk gelation. *Journal of Dairy Science*, 93(4), 1444-1451.
- **GORBAN A.M.S. et IZZELDIN O.M. (1997)**. Mineral content of camel milk and colostrum. J. Dairy Techn., 64, 471-474.
- **GUIRAUD, J.P.(2012)**. Microbiologie alimentaire. France : Edition DUNO, 652p.
- **GUIRAUD J.P. (2003)**. Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. Pp : 136-139.
- **GUIRAUD J.P., (1998)**. Microbiologie alimentaire. Ed. Dunod, Paris.

- **ISMAIL, M.D., AL-MUTAIRI S.E. (1998):** Milk production potential of dairy camels in Northern Saudi Arabia. Dans *Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: actes du colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994*, Coll. Colloques, CIRAD, Montpellier, France, 35-40.
- **KAGEMBEA J. M. (1984).** Contribution à l'étude de la salubrité des laits caillés yaourt à Dakar. Th. Pharm., Dakar, n° 24.
- **KAMOUN M. (1995).** Le lait de dromadaire: production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. CIHEAM-IAMM. Options méditerranéennes, Séries séminaires. n°13. P. 81-103.
- **KAPPELER S. (1998).** Compositional and structural analysis of camel milk proteins with emphasis on protective proteins. Doctorat Thesis, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Suisse.
- **KAPPELER, S, FARAH, Z. & PUHAN, Z. 2003.** 5'-Flanking regions of camel milk genes are highly similar to homologue regions of other species and can be divided into two distinct groups. *Journal of dairy science*, 86, 498-508.
- **KAPPELER S.R., HEUBERGER C., FARAH Z. et PUHAN Z. (2004).** Expression of the peptidoglycan recognition protein, PGRP, in the lactating mammary gland. *J of Dairy Sci.* 87: 2660-2668.
- **KARRAY, N., LOPEZ, C., OUIVON, M., ATTIA, H. (2005).** La matière grasse du lait de dromadaire: composition, microstructure et polymorphisme. *OCL*, 12: 439-446.
- **KNOESS K.H., MAKJDUN A.J., RAFIG M. and HAFEEZ M. (1986).** Milk Production Potential of the Dromadary with special reference to the province of Penjab *World Anim. Rev.*, 57, 11 -21.
- **KONUSPAYEVA G., FAYE B. et SERIKBAEVA A., (2003).** Les produits laitiers traditionnels à base de lait de chamelle en Asie centrale. Workshop on camel milk in Africa. FAO-CIRAD-KARKARA, Niamey (Niger), 5-8/11/03.
- **KONUSPAYEVA G. ; LOISEAU G. Et FAYE B. (2004).** La plus-value santé du lait de chamelle cru et fermenté : l'expérience du Kazakhstan - p. 47-50, In : Onzièmes rencontres autour des recherches sur les ruminants. - Paris : Institut de l'élevage.

- **KONUSPAYEVA, G., FAYE, B., LOISEAU, G. and LEVIEUX, D.(2007).** Lactoferrin and immunoglobulin contents in camel's milk (*Camelus bactrianus*, *EnterCamelus dromedarius* cocci, and Hybrids) from Kazakhstan. *Journal of Dairy Science* 90, 38–46.
- **KONUSPAYEVA G.(2007).** Variabilité physico-chimique et biochimique du lait des grands camélidés (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* et hybrides) au Kazakhstan. Ph.D. Thesis. Université Montpellier II, France, 255 pp.
- **KONUSPAYEVA, G., FAYE, B. & LOISEAU, G. (2009).** The composition of camel milk: a meta-analysis of the literature data. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 95-101.
- **KONUSPAYEVA, G., & FAYE, B. (2020).** Le lait de chamelle, de la tradition à la modernité.
- **LAITHIR C. (2011).** Microflore du lait cru. *Cnaol*, 19- 20.
- **LARPENT J.P., COPIN M.P., GERMONVILLE A., JACQUET M. et THETAS J.L. (1997).** Microbiologie du lait et des produits laitiers ; in : « Microbiologie alimentaire ». ed. Larpent, Tec. Doc., 1^{ère} Ed., Lavoisier, Paris.
- **LASNAMI K., (1986).** Le dromadaire en Algérie. Perspective de développement. Thèse. Magis. Agro. I.N.A. El Harrach. Algérie. 185P.
- **LEBRES.(2002).** Manuel des travaux pratiques, cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments, unité microbiologie des laits et des produits, laitiers, institut pasteur d'Algérie, pp. 21-27.
- **LEYRAL G et VIERLING É. (2007).** Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires. 4e édition Biosciences et techniques.87p.
- **LUQUET F.M. (1985).** Lait et Produits Laitiers ; Vache, Brebis, Chèvre. Tec. Doc., 2èmeEd. Lavoisier, Paris.
- **MEHAIA M.A. (1995):** The fat globule size distribution in camel, goat, ewe and cow milk. *Milchwissenschaft*, 50, 260-263
- **MERIN U., BERNSTEIN S., BLOCH-DAMTI A., YAGIL R., VAN CREVELD C. et LINDNER P. (2001).** A comparative study of milk serum proteins in camel (*Camelus dromedarius*) and bovine. colostrums. *Livestock Prod. Sci.* 67: 297-301.d., Lavoisier, Paris.

- **MEYER P. (2004)**. Structural basis for recruitment of the ATPase activator Aha1 to the Hsp90 chaperone machinery. *EMBO J*23(6):1402-10.
- **MIETTON B., DESMAZEAUD M., DE ROISSARD H. et WEBER F. (1994)**. Transformation du lait en fromage; in : « Bactéries lactiques II ». de Roissart et Luquet, Tech. Doc.,Lavoisier, Paris.
- **MOSLAH M. (1994)**. La production laitière du dromadaire en Tunisie. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- **POUGHEON S. (2001)**. Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en thechnologie laitiere.Thèse de doctorat en médecine vétérinaire .Universiré Paul-Sabatier de Toulouse.12p.
- **RAMET J.P. (1993)**. La technologie des fromages au lait de dromadaire (*Camelus dromedarius*). Etude F.A.O., Production et santé animales, 113
- **RICHARD D. et GERALD D. (1989)**. La production laitière des dromadaires Dankali (Ethiopie). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trp.*, 42, 97-103.
- **SAIDI, Y. (2020)**. Biodiversité de la microflore lactique du lait cru de dromadaire et évaluation de ses caractères technologiques.
- **SAWAYA W.N., KALIL J.K., AL-SHALHATA. et AL-MOHAMED H.,(1984)**.Chemical composition and nutritional quality of camel milk. *J. Food Sci.*, 49, 744–747.
- **SBOUI A. et al., (2009)**. Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. *Afrique SCIENCE*, 293-198.
- **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 El-Harrach-Alger.
- **SENOUSSI C.(2011)**.Les protéines sériques du lait camelin collecté dans trois régions du sud algérien : essais de séparation et caractérisation de la fraction protéose peptone, thèse de magister, université mouloud Mammeri de TIZI Ouzo, Alger.

- **SMAIL R. (2002).** Isolement et caractérisation des protéines majeures du lait de chamelle collecté dans les régions de Ouargla et de Tamanrasset. Mémoire de Magister en BIOCHIMIE et Microbiologie. U.A.M. DE Bejaia. 74 p.
- **SOUID W. (2011).** Effet des bactériocines (type nisine) produites par une souche lactique isolée à partir du fromage camelin, sur une souche psychrotrophe. Université Kasdi Merbah-Ouargla, 4-6, 8, 52
- **SOUID W., BOUDJENAH S., SIBOUKEUR O. (2013).** Etude de l'activité antibactérienne de la nisine contre *Pseudomonas fluorescens*. Algerian journal of arid environment. ; 3(2) : 86-95
- **STREIT J.M., JONES R.N., TOLEMAN M.A., STRATCHOUNSKI L.S. & FRITSCH T.R. (2006).** Prevalence and antimicrobial susceptibility patterns among gastroenteritis-causing pathogens recovered in Europe and Latin America and *Salmonella* isolates recovered from bloodstream infections in North America and Latin America: report from the SENTRY Antimicrobial Surveillance Program 2003. International Journal of Antimicrobial Agent, 27: 378-386.
- **VIGNOLA C. (2002).** Science et technologie du lait éd. Presses internationales polytechnique.
- **YAGIL R. and ETZION Z. (1980a).** Effect of drought conditions on the quality of camel milk. J. Dairy. Res., 47, 159-166.
- **YAGIL R., ZAGORSKI O., et VAN CREVELD C. (1994):** Science and Camel's Milk Production. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- **WERNERY U. (2006).** Camel milk, the white gold of the desert. J. Camel Prac. and Res. 13(1): 15-26

Annexes

Annexes 1:

Analyses physico-chimiques

1. Détermination de l'acidité Dornic (acidité titrable).

Matériels et produits:

- 10 ml de lait à tester.
- Un bécher de 100 ml.
- Phénolphtaliéne à 1%.
- La soude Dornic (N/9).
- Burette de 50ml (graduée en 1ml).
- Pipette jaugée à 10 ml.

Mode opératoire:

- Prépare la solution de soude à N/9.
- Prépare la phénophtaléine à 1%.
- Introduit dans un bécher du 100 ml, une quantité de 10ml de lait cru.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de l'indicateur coloré: phénolphtaléine en 1 %. Titré par la soude Dornic goutte à goutte (à la burette), jusqu' au virage de couleur «rose pale» facilement perceptible par comparaison avec un témoin constitué du même lait, au moins 10 secondes.
- Noter le volume en (ml) de soude versée.

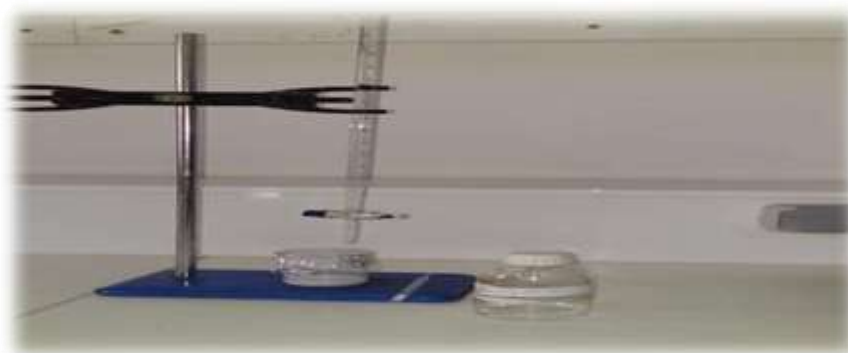


Photo 5: Technique de l'acidité titrable

2. Test de la réductase

Réactif: Bleu de méthylène

Appareillage:

- Bain marie à 37°C.
- Tube à essais munis de bouchon.
- Bécher 100 ml.
- Pipette de 1 ml.

Mode opératoire:

Dans un tube, mettre 1 ml de la solution de bleu de méthylène 0.5% dans 10 ml de lait cru, agiter les tubes manuellement. Placer le tube dans un bain marie à 37°C. Noter avec précision le temps de décoloration, suivre la rédaction toutes les demi-heures.



Photo 6: Test de la réductase

Annexe2:Préparation des dilutions

Préparation des dilutions décimales:

- Au moment de l'emploi, distribuer aseptiquement le diluant (l'eau physiologique) à raison de 9 ml dans des tubes stériles.
- A l'aide d'une pipette de 1ml stérile, 1 ml de la suspension mère est transféré dans le premier tube 10^{-1} .
- Une dilution au 10^{-2} est obtenue en transférant 1ml de la dilution au 10^{-1} à l'aide d'une nouvelle pipette de 1 ml stérile dans un second tube d'eau physiologique.
- Procéder de manière identique pour les dilutions suivantes 10^{-3} , et 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} .
- Mélanger soigneusement chacune des dilutions pendant 5 à 10 secondes.



Photo 7: Technique de dilution décimale

Annexes 3: Composition des milieux de culture

• **Milieu PCA (Pate count agar)**

Constituants	Quantité en g/l
Tryptone	5
Extrait de levure	2,5
Glucose	1
Agar-agar	15
Eau distillée	1000 ml
Dissoudre 23,5g dans un litre d'eau distillée ; autoclave 20min à 120°C; au PH:7	

• **Milieu désoxycholate-lactosé (LARPENT *et al.*, 1997)**

Constituants	Quantité en g/l
Bio-polytone	10g
Lactose	10g
Chlorure de sodium	5g
Citrate de sodium	2g
Désoxycholate	0.5g
Rouge neutre	0.0033g
Gélose	15g
Eau distillée	1000 ml
Dissoudre 42,50g dans un litre d'eau distillée ; autoclave 20min à 120°C; au PH:7	

• **Gélose Chapman (MARCHAL *et al.*, 1982)**

Constituants	Quantité en g/l
Extrait de viande	3g
Extrait de levure	3g
Tryptone	5 g
Peptone bactériologique	10g
Chlorure de sodium	70g
Mannitol	10 g
Rouge de phénol	0,05g
Agar	18g
Eau distillée	1000 ml
Dissoudre 119g dans un litre d'eau distillée ; autoclave 20min à 120°C; au PH:7	

• Milieu PDA (Potatos Dextrose agar)

<i>Constituants</i>	<i>Quantité en g/l</i>
Pomme de terre	200 g
Sucrose	15g
Agar	15g
Eau distillée	1000 ml
Dissoudre 230g dans un litre d'eau distillée ; autoclave 20min à 120°C; au PH:7	

• Eau physiologique

Constituants	Quantité en g/l
Chlorure de sodium (NaCl)	8.5g
Peptone	0.5g
Eau distillée	1000 ml
Dissoudre 9 ml dans un litre d'eau distillée ; autoclave 20min à 120°C; au PH:7	

Annexes 4

Produits chimiques et réactifs

- **Solution de Phénolphtaliène à 1%**
 - Phénolphtaliène déshydraté 1g.
 - Ethanol 95% 100 ml.
- **Solution de la soude Dornic.**
 - NaOH déshydraté
 - Eau distillée 1000 ml

