

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE KASDI MERBAH - OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES



Mémoire
MASTER ACADEMIQUE

Domaine: Science de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité: Microbiologie appliquée

Présenté par : CHIROUBA Ibtissem
DIAB Achwak

Thème

Evolution de la flore du lait camelin lors de sa fermentation en comparaison avec le lait bovin

Soutenu publiquement le : 05/10/2020

Devant le jury :

M^{me} BELDI Nadia	MC (B)	Président	UKM Ouargla
M^{me} .CHETHOUNA Fatma	MC (B)	promotrice	UKM Ouargla
M^{me} SOUID Wafa	MC (B)	Examinatrice	UKM Ouargla

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

*Avant tout, nous remercions **Dieu** le tout puissant, le Miséricordieux, de nous a donné le courage, la force, la santé et la persistance afin de pouvoir accomplir ce travail*

*Nous remercions notre encadreur **M^{me} CHETHOUNA Fatma**, Maître de conférences à l'université KASDI MERBAH d'Ouargla, pour l'honneur qu'elle nous a fait en dirigeant ce travail, pour ses aides, ses conseils, tout au long de l'élaboration de ce modeste travail.*

*A **M^{me} BELDI Nadia** nous adressons nos remerciements les plus sincères pour l'honneur qu'il nos fait en acceptant de présider ce jury.*

*A **M^{me} SOUID Wafa** qui nos avons fait l'honneur de bien vouloir accepter de juger ce travail.*

Au personnel des laboratoires pédagogiques pour leur aide durant l'élaboration de l'expérimentation de ce mémoire.

Enfin, nous remercions, tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Grace à DIEU...

Au terme de ce mémoire je dédie ce modeste travail

*✚ A ceux qui ont passé leur vie pour nous,
Mes très chers parents qui sont toujours présents pour moi,
merci du fond de mon cœur
pour votre patience, et vos encouragements
pour accomplir mes études.*

✚ A ma chère sœur

✚ A mes chers frères

✚ A tous les membres de ma famille

*✚ A mes amies, pour des bons moments que nous avons
passés ensemble.*

*✚ A tous ceux qui m'ont aidé lors de la réalisation de ce
travail.*

Ibtissem

Dédicace

Grace à Allah ...

Je dédie ce modeste travail

*A mon très cher père qui m'a toujours
soutenu, et a été toujours présent pour moi.*

*A la plus chère au monde, ma mère qui a
toujours m'encouragé durant mes études.*

A mes sœurs

A mes frères

A toutes mes amies

A toute la famille

A toutes la promotion Master Microbiologie Appliquée

2020

Achwak

Liste des abréviations

D°	Dégré dornic
FAO	Organisation des Nation unies l'alimentation et l'agriculture.
FAO stat	Organisation des Nation unies l'alimentation et l'agriculture statistique
FMAT	Flore aérobie mésophile totale
ISO	Organisation internationale de normalisation
LB	Lait bovin
LC	Lait camelin
LPS	Lactoperoxydase- Peroxyde d'hydrogène
MRS	Man Rogosa et sharp
OMS	Organisation Mondiale de la santé
PCA	Plate count agar
UFC	Unité formant colonie
Lgβ-	Lactoglobuline β

Liste des figures

N°	Intitule	Page
1	Classification de la famille des Camélidés (Mukassa-Mugew,1985)	04
2	Aires de distribution du dromadaire en Algérie (BOUSSOUAR, 2017)	05
3	Procédure expérimentale	26
4	Technique de dilution	29
5	Evolution du pH du lait camelin et lait bovin enterposés à température ambiante (25°C).	34
6	Evolution de l'acidité titrable du lait camelin et bovin enterposés à température ambiante (25 °C)	34
7	Evolution de la flore aérobie mésophile totale du lait camelin et bovin entreposés à la température ambiante (25°C°).	36
8	Evolution de la flore halotolérante du lait camelin et bovin entrposés à la température ambiante ambiante (25°C).	37
9	Evolution des coliformes totaux dans le lait camelin et bovin entreposés à la température ambiante	38
10	Evolution des entérobactéries pathogènes du lait camelin et bovin entreposés à la température ambiante(25°C).	39
11	Evolution des lactobacilles dans le lait camelin et bovin enterposés à la température ambiante (25°C).	39
12	Evolution des Lactocoques du lait camelin et bovin entreposés à la température ambiante (25°C)	40

Liste des tableaux

N°	Intitulé	Page
I.	Constantes physiques du lait de dromadaire et de vache	08
II.	Composition biochimiques de lait de chamelle en comparaison avec de lait de vache	09
III.	Teneurs de vitamine dans le lait de chamelle en comparaison avec le lait de vache	09
IV.	Estimation de la charge bactérienne par l'épreuve au bleu de méthylène	28
V.	Tableau récapitulatif des Résultat d'analyse comparative des paramètres physico-chimiques du lait camelin et du lait bovin collectés	30
VI.	Conditions de cultures des flores microbiennes	32
VII.	Caractéristiques des différents types de colonies en fonction des milieux de culture	34
VIII.	Effets de la fermentation sur la flore microbienne de lait camelin et bovin	35
IX.	Tableau récapitulatif de résultats de dénombrement de quelque flore de lait camelin avant et après la fermentation	40

Résumé

Malgré que le lait de vache est constitué le type de lait le plus consommé dans le monde, le lait de chamelle présente un intérêt particulier pour les nomades et les populations du sud, il est consommé cru directement après la traite, ou fermenté. Il se distingue du lait de vache par un système protecteur naturel puissant. L'étude s'inscrit dans ce cadre et consiste à une étude comparative entre deux échantillons du lait, camelin et bovin prélevés de la région d'Ouargla (Touggourt), en étudiant l'évolution des flores banale et de contamination lors de leur transformation en lait fermenté. L'analyse physico-chimique des échantillons de lait de chamelle et de vache crus et fermentés a été réalisée, en mesurant l'acidité et le pH. Ces analyses montre que les deux échantillons du lait camelin et bovin ont le même comportement à leur évolution durant l'entreposage à température ambiante, notons que le lait camelin s'acidifiant lentement dont son acidité titrable mesuré 70°D au dixième jour d'entreposage par contre le lait bovin montre une valeur de 81°D.

L'analyse microbiologique qui a été réalisé en suivant l'évolution de la flore banale et de contamination a permis de confirmer l'aspect auto-épuratif efficace du lait camelin par rapport au lait bovin, nous avons montrés que le taux de la flore lactique a augmenté durant l'entreposage pour le lait camelin et le lait bovin alors que celui de contamination a diminuer dans les deux types de lait mais plus nettement pour le lait camelin.

Mots clés: lait camelin, lait bovin, flore microbienne, évolution, fermentation, système auto-épuratif.

Abstract

Although cow milk is the most consumed milk in the world, camel milk presents a particular interest for nomads and populations of the south, it can be consumed fresh directly after milking, or fermented. It distinguishes from cow's milk by a powerful natural protective system. The study falls within this framework and consists of a comparative study between two samples of milk camel and bovine taken from the region of Ouargla (Touggourt), by studying the evolution of these banal and contamination floras during their transformation into fermented milk. The physico-chemical analysis of fresh and fermented camel and cow's milk samples was performed, measuring acidity and pH. These analyzes show that the two samples of camel and bovine milk have almost the same physicochemical compositions and the same behavior in their evolution during storage at room temperature. The microbiological analysis which was carried out by following the evolution of the banal and contamination floras made it possible to confirm the effective self-purification aspect of camel milk compared to bovine milk. Thus, the level of lactic flora increased during the first days of storage while that of contamination has decreased.

Key words: camel milk, bovine milk, microbial flora, evolution, fermentation, self-purification system.

ملخص

على الرغم من أن حليب البقر هو أكثر أنواع الحليب استهلاكًا في العالم ، إلا أن حليب الإبل له أهمية خاصة للبدو ولسكان الجنوب ، حيث يتم استهلاكه طازجا بعد الحلب مباشرة أو مخمرا. ويتميز عن حليب البقر بنظام حماية طبيعي قوي. تندرج هذه الدراسة في هذا الإطار من خلال دراسة مقارنة بين عينتين من حليب الإبل والبقر المأخوذة من منطقة ورقلة (تقرت) من خلال دراسة تطور الميكروبات المفيدة و ميكروبات العدوى أثناء تحولهما إلى حليب مخمر. تم إجراء التحليل الفيزيوكيميائي لعينتي حليب الإبل و حليب البقر الخام والمخمر ، وقياس الحموضة و درجة ال pH . تظهر هذه التحليلات أن عينتي لبن الإبل والأبقار لهما نفس السلوك في تطورهما أثناء التخزين في درجة حرارة الغرفة ، مع ملاحظة أن لبن الإبل يتحمض ببطء ، والذي بلغت حموضته القابلة للمعايرة 70 درجة في اليوم العاشر للتخزين. من ناحية أخرى ، يُظهر حليب الأبقار قيمة 81 درجة . إن التحليل الميكروبيولوجي الذي أجري باتباع تطور البكتيريا المفيدة وبكتيريا العدوى جعل من الممكن تأكيد الجانب الفعال للتنقية الذاتية لحليب الإبل مقارنة بحليب الأبقار. حيث ازدادت البكتيريا اللبنية خلال الأيام الأولى للتخزين بينما آلت بكتيريا العدوى إلى الانخفاض. لقد أظهرنا أن مستوى فلورا اللبنية يزداد أثناء تخزين حليب الأبقار و حليب الإبل ، بينما انخفض مستوى التلوث في كلا النوعين من الحليب ، ولكن بشكل أوضح في حليب الإبل.

الكلمات المفتاحية : حليب ابل ، حليب بقري ، ميكروبات ، تطور، تخمر، نظام تنقية ذاتي.

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction	1
I. Synthèse bibliographique	3
I.1 Regard sur les dromadaires	3
I.1.1 Origine	3
I.1.2 Taxonomie des Camélidés	3
I.1.3 Répartition du dromadaire en Algérie	4
I.1.4 Production laitière	5
I.1.5 Facteurs influençant la production laitière	6
I.2 Caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques du lait camelin.	7
I.2.1 Caractéristique organoleptiques	7
I.2.2 Composition physicochimique	8
I.3 Compositions chimiques et biochimiques	8
I.3.1 Teneur en eau	10
I.3.2 Minéraux	10
I.3.3 Vitamines	10
I.3.4 Matière grasses	10
I.3.5 Matière protéique	11
I.3.6 Fraction azotée	11
I.3.7 Lactose	11
I.4 Propriétés thérapeutiques	11
I.4.1 Traitement de diabète	12
I.4.2 Traitement de la tuberculose humain	12
I.4.3 Traitement des Allergies au lait	12
I.4.4 Traitement des Cancer et maladies auto-immunes	13
I.5 Système protecteur du lait camelin	13
I.6 Microbiologie du lait	16

I.6.1 flore originelle (endogène) du lait.....	17
I.6.2 La flore contaminante	18
I.7 Fermentation du lait de chamelle.	22
I.7.1 Importance de la fermentation lactique.....	22
I.7.2 Méthodes de fermentation.....	23
I.7.3 Produits laitiers fermentés à base de lait de chamelle.....	23
II. Matériel et méthodes.....	25
2.1 Matériel.....	25
2.1.1 Matériels biologique.....	25
2.1.2 Matériels utilisés pour les analyses physico –chimiques	25
2.1. 3 Matériels utilisés pour les analyses microbiologiques.....	25
2.2. Méthodes d’ analyses.....	26
2.2.1 Collecte du lait	27
2.2.2 Analyses physico-chimiques	27
2.2.3 Analyses microbiologiques	27
III. Résultats et discussions	32
3.1 Qualité physico-chimique du lait de chamelle et du lait de vache collectés.	32
3.1.1 Le pH.....	32
3.1.2 Acidité titrable	32
3.1.3 Evolution du pH et de l’acidité du lait à température ambiante.	33
3.2 Qualité microbiologique.....	34
3.2.1 Estimation de la qualité hygiénique de lait camelin et lait bovin collecté.	34
3.2.2. Examens macroscopiques des colonies	35
3.3. Evolution quantitative des micro-organismes au cours de la fermentation du lait camelin et bovin.	36
3.3.1. Evolution de la flore mésophile aérobie totale.....	36
3.3.2. Evolution de la flore halotolérante.....	36
3.3.3. Evolution des coliformes totaux	37
3.3.4. Evolution des entérobactéries pathogènes.	38
3.3.5. Evolution des bactéries lactiques	39
3.4 Effets de la fermentation sur la flore microbienne de lait camelin et bovin	40
3.4.1 La flore aérobie mésophile totale	41
3.4.2 Flore pathogène et de contamination.....	41
3.4.3 Flore lactique	41

Conclusion.....43

Références bibliographiques

Annexe

Introduction

Introduction

Le lait représente l'unique source de nutriments pour l'ensemble des nouveau-nés des espèces mammifères. Il est particulièrement essentiel pour la croissance de l'enfant et l'entretien de son organisme. Il joue par conséquent un rôle crucial dans l'alimentation de l'homme.

En plus, le lait occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, en regard de son contenu en énergie métabolisable, le lait présente une forte concentration en nutriments de base: des protéines de bonne qualité, des glucides, des lipides, des éléments minéraux et des vitamines avec une valeur énergétique de l'ordre de 700Kcal/l (**SIBOUKEUR, 2007**).

Le lait de chamelle est un élément important pour le régime alimentaire humain dans de nombreuses régions de monde (**ATTIA et al, 2013**). Il est fortement identitaire pour les populations élevant des dromadaires. Il joue un rôle important dans l'alimentation des nomades et les populations du sud algérien, il est peu connu dans les autres régions du pays. Il renferme comme le lait de vache, tous les nutriments essentiels, et se singularise cependant, par des teneurs élevées en certaines vitamines, particulièrement la vitamine C, ainsi que certains minéraux. Il possède une grande valeur biologique et des vertus « thérapeutiques » traditionnelles diverses que bon nombre de laboratoires de part le monde cherchent à vérifier scientifiquement (**SENOUSSI, 2011**).

La qualité du lait peut être affectée par de nombreux facteurs tels que l'adultération, les contaminations au cours et après la traite et la présence d'infections mammaires. L'analyse microbiologique permet de déterminer la présence des microorganismes, leur nombre et leur Pré-identification, facteurs qui révèlent du même coup l'origine du lait et les soins apportés à sa manipulation. Elle indique si l'animal producteur est en bon état de santé, si la traite a été faite dans des conditions hygiéniques. Tous ces renseignements sont du plus grand intérêt pour le consommateur.

La fermentation est l'étape centrale du procédé de fabrication des laits fermentés. Elle correspond à la transformation du lactose du lait en acide lactique, sous l'action de microorganismes spécifiques appelés bactéries lactiques. Elle s'accompagne de modifications biochimiques, physico-chimiques et sensorielles du lait. Ce procédé était la meilleure technique de conservation du lait de chamelle pour les nomades. Il a été noté que malgré le manque de réfrigération, le lait du chamelle reste intact pendant plusieurs jours (**BEAL et HELINX, 2019**), cela peut être dû à l'activité antibactérien de certaines protéines contenues dans ce lait tels que Lactoferrine, Lactoperoxydase et Lysozyme.

Dans la présente étude nous nous sommes intéressés à l'étude de quelques groupes de la flore microbienne naturelle et de contamination du lait de chamelle lors de sa fermentation à température ambiante (fermentation spontanée) et en le comparant avec le lait de vache.

Cette étude comportera deux parties, une partie bibliographique comportant des généralités sur le lait camelin et une partie expérimentale comprend les points suivant:

1. Détermination des paramètres physico-chimiques (PH et acidité) du lait camelin et bovin frais, et durant leur entreposage à la température ambiante (25°C).
2. Analyse microbiologique du lait camelin et bovin cru en étudiant l'évolution de Cinq groupes bactérien (la flore aérobie mésophile totale, les coliformes totaux, les halotolérantes, les entérobactéries pathogènes, les lactobacilles et les lactocoques) durant leur entreposage à la température ambiante (25°C).
3. Etudier l'effet de fermentation sur la qualité de lait camelin en comparaison avec celle bovin, par dénombrement des Cinq groupes citez ci-dessus avant et après fermentation.

I. Synthèse bibliographique

I. Synthèse bibliographique

I.1 Regard sur les dromadaires

I.1.1 Origine

Le dromadaire est un grand mammifère, artiodactyle (à nombre pair de doigts) ruminant originaire des régions désertiques d'Afrique du Nord (**HARK, 2008**). Le nom « dromadaire » dérive du terme grecque « dromados » qui veut dire course. Il est donné à l'espèce de chameau à une seule bosse (**SIBOUKEUR, 2007**).

Plusieurs hypothèses ont été avancées concernant l'origine du dromadaire. Il serait venu d'Amérique du nord. Le premier genre considéré comme l'ancêtre directe des camélidés actuels apparu à l'oligocène supérieur (Amérique du Nord) il ya 3 millions d'années. Puis l'apparition de la formation la plus évolués de ce genre au pliocène (10 millions d'années). Il aurait pénétré en Afrique par le Sinaï pour atteindre la corne de l'Afrique du Nord, Il ya 2 ou 3 millions d'années .Cependant, il aurait disparu de l'Afrique pour n'y être réintroduit que beaucoup plus tard à la faveur de la domestication (**HARK, 2008**).

I.1.2 Taxonomie des Camélidés

Le dromadaire appartient au genre *Camelus* et à la famille des Camélidés. (**MUSA, 1990 ; FAYE, 1997**) ont signalé que les Camélidés d'Asie, confrontés au froid et à l'aridité comme dans le désert de Gobie, évoluèrent en chameau à deux bosses : le chameau de Bactriane. Ceux qui se déplacèrent dans les régions chaudes et arides, Afrique et Moyen-Orient, évoluèrent en chameau à une bosse : le dromadaire.

Selon **MUKASSA-MUGEWA (1985)**, les Camélidés sont répartis en deux grandes genres *Camelus* et *Lama* .Le genre *Camelus* est représenté par deux espèces: *C.dromedarius* et *C.bacterianus* , en revanche le genre *Lama* est représenté en quatre espèces : *L.glama*, *L.pocos* (types alpaga), *L. guanicoe* et *L.vicugna* ou *vicugna vicugna* comme il est représenté dans la figure N°02.

En Algérie l'ensemble du cheptel camelin est constitué exclusivement de dromadaire de l'espèce *C.dromedarius* (**HARK, 2008**).

Classe	Mammifères	
Sous-classe	placentaires	
Ordre	Artiodactyles	
Sous-ordre	Ruminants	
Groupe	Tylopodes	
Famille	Camélidés	
Genre	Lama	Camelus
Espèces	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>L. glama</i> (Lama) 2. <i>L. pacos</i>(type alpaga) 3. <i>L. guanicoe</i> 4. <i>L.vicugna ou vicuna vicugna</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>C.dromedarius</i>(dromadaire) 2. <i>C.bactrianus</i> (Bactrien)

Figure N°01: Classification de la famille des Camélidés (Mukassa-Mugew,1985)

I.1.3 Répartition du dromadaire en Algérie

En Algérie où le Sahara occupe plus de 75 % de la surface totale, les camelins sont élevés selon un mode extensif (CHEHMA, 2003). En cette activité, l'Algérie est classé au 18ème rang mondial, et 8ème rang au monde Arabe (FELIACHI, 2003). Selon les statistiques agricoles publiées par le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural en 2016, l'effectif camelin nationale en 2015 est estimée de 362.265 têtes. La composition du troupeau algérien laisse nettement apparaitre que les chamelles représentent 56 % de l'effectif totale. Le dromadaire est présent dans 17 Wilayas (8 sahariennes et 9 steppiques). Il est réparti sur trois principales zones d'élevage (Figure N°02) : le sud-est, le sud-ouest et l'extrême sud avec respectivement 52%, 18% et 30% de l'effectif total (FAO, 2013 ; BOUSSOUAR, 2017).

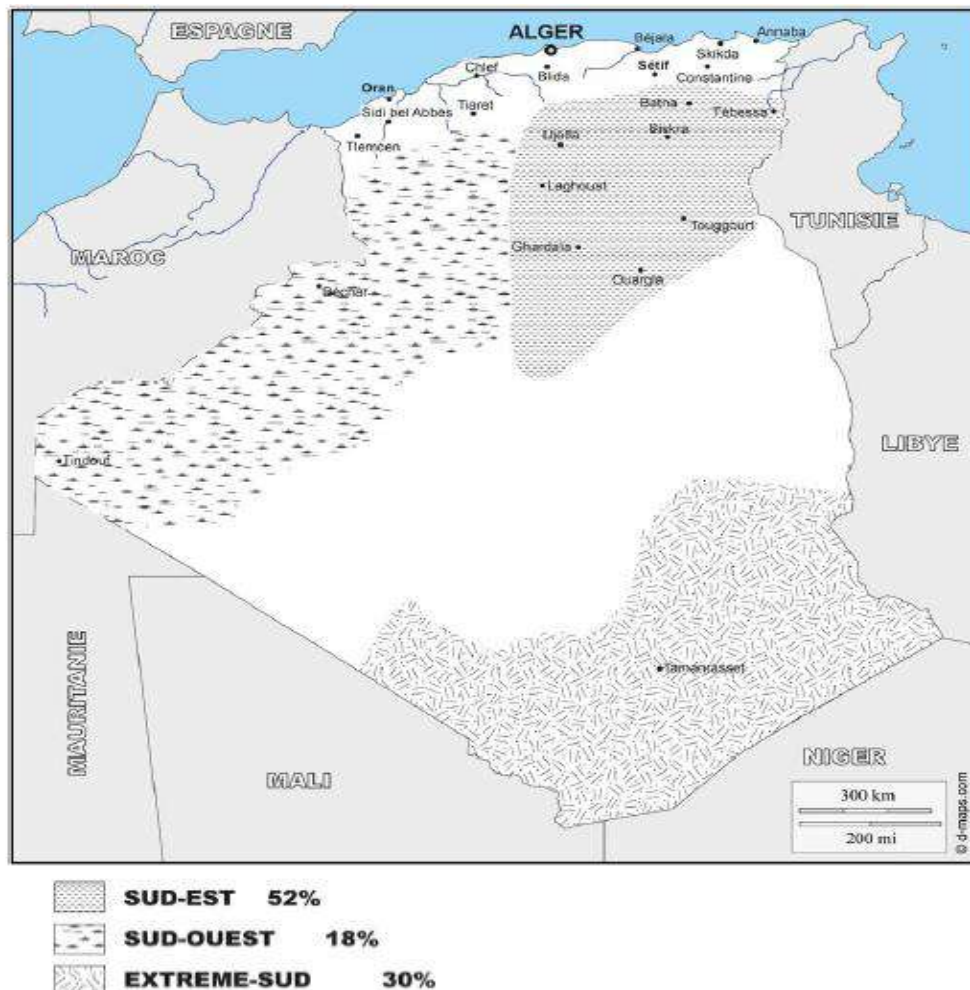


Figure 02: Aires de distribution du dromadaire en Algérie (BOUSSOUAR, 2017).

I.1.4 Production laitière

Les données de la littérature sur la productivité laitière de la chamelle sont relativement rares et essentiellement issues d'observations réalisées en station, beaucoup plus rarement en milieu pastoral (FAYE, 2004). D'après (Faye, 2019), les dernières statistiques de la FAO (FAO stat, 2019), on remarque une brusque augmentation de la production de lait de chamelle à l'échelle mondiale à partir du début des années 2000. Alors que la population des grandes camélidés a été multipliée par 2.7 entre 1961 et 2017, leur production laitière aurait été multipliée par 4.5 au cours de la même période passant de 630,000 à 2,900,000 tonnes, chiffre probablement sous-estimé.

En 2011, selon les dernières données de la FAO, la production dans l'Afrique du nord a été de 23 500 tonnes de lait avec une forte disparité entre les pays de la région. Une telle production est probablement largement sous-estimée. En effet, sur la base d'une population de femelles en lactation de l'ordre de 20% des effectifs de dromadaire et d'une production laitière moyenne

disponible (hors prélèvement par le chamelon) de 1 500 litres par an et par animal, la production totale de la région pourrait être estimée à 263 700 tonnes, soit plus de 10 fois les chiffres répertoriés par le site des statistiques de la FAO (FAYE *et al.*, 2014).

En Algérie les camelins ne sont pas considéré comme producteurs de lait, l'excédent de la traite n'est utilisé que pour l'autoconsommation et cela après que le chamelon ait tété de sa mère. (CHEHMA, 2003). La production du lait de chamelle a occupé 0.5% de la production laitière totale durant la période allant de l'an 2000 à 2005. D'après les estimations de la FAO stat en 2013, la production annuelle du lait de chamelle en Algérie était de 15000 tonnes (chiffre non officiel), ce qui classe l'Algérie au 13ème rang mondial des pays producteurs. Néanmoins le potentiel de la production laitière cameline était toujours sous-estimé et insuffisamment exploité (BOUSSOUAR, 2017).

I.1.5 Facteurs influençant la production laitière

La variabilité des rendements laitiers observés est liée à celle de divers facteurs : rang et stade de lactation, race, type d'élevage, saison...etc. Toutefois et comme pour le bovin, l'alimentation du dromadaire reste le facteur le plus déterminante (SIBOUKER, 2007).

- **Rang et stade de lactation**

Comme pour les autres herbivores allaitants, la production laitière chez la chamelle tend à augmenter avec le rang de mise bas mais, compte tenu de la longueur des intervalles entre mises bas. D'après les quelques informations disponibles dans la littérature il semble que l'optimum de production soit obtenu à la deuxième ou à la troisième lactation, mais il n'est en général pas spécifié si ces observations sont vérifiées, toutes choses étant égales par ailleurs (FAO, 2003).

Une fluctuation de la production laitière est observée entre le début et la fin de la lactation. La plus grande partie du lait est produite durant les sept premiers mois (SIBOUKER, 2007).

- **Effet des facteurs climatiques et l'alimentation**

L'alimentation représente la clef de voûte dans la conduite d'élevage. La variabilité saisonnière des disponibilités fourragères, associée aux facteurs strictement climatiques (chaleur, aridité) joue évidemment sur les performances laitières 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. Les pâturages artificiels irrigués augmentent la production laitière de la chamelle, L'amélioration des conditions alimentaires apporte une évolution nette de la production de la chamelle (LAAMECHE *et al.*, 2013).

- **Effet de la race**

La variabilité génétique semble très importantes et laisse supposes des possibilités de sélection par exemple , la race Hoor (en Somalie) produit en moyenne 8 litres par jour pendant huit à 16 mois, soit une production de l'ordre de 2000litres par lactation en revanche, La race Sifdaar produit 6 litres par jour en moyen pendant 12 mois , soit environ 1500 litres par lactation (Faye,2003).

Généralement on considère que les races asiatiques sont des meilleurs laitières (rapportent une production annuelle moyenne 2,6 fois plus élevée que les races africain) (RAMET, 1993 ; Faye,2003).

- **Effet de la fréquence et pratique de la traite**

Généralement, le chamelon est mis à téter pendant quelques minutes en début de traite pour favoriser la montée du lait, puis il est écarté pour la suite de la traite qui est faite manuellement. Une traite conduite sans stimulation mécanique préalable donne des rendements inférieurs en lait. La traite doit être exécutée par une personne acceptée par le dromadaire, le changement du trayeur habituel entraîne très souvent une importante rétention lactée (RAMET, 1993). En règle générale, la production laitière augmente avec la fréquence de traites. Le passage d'une de deux à trois traites par jours augmente la production journalière de 28.5 % et celui de trois à quatre n'augmente la production que de 12.5%(Kamoun, 1995).

- **Effet du statut sanitaire**

La plupart des troubles parasitaires (trypanosomiase, parasitisme gastro-intestinal, parasitisme externe) interfèrent avec la production. En milieu pastoral, l'utilisation d'intrants vétérinaires classiques destinés à la prévention contre les maladies parasitaires permet d'augmenter la production laitière des chamelles de plus de 65% (SIMPKIN *et al.*, 1997).

I.2 Caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques du lait camelin.

I.2.1 Caractéristique organoleptiques

Le lait de chamelle est de couleur blanche mate, et naturellement un peu salé et mousseux 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 (SBOUI *et al.*, 2009 ; BAROIN, 2011).

I.2.2 Composition physicochimique

La composition physicochimique du lait de chamelle est variable selon l'alimentation des animaux, les conditions environnementales ainsi que la période de lactation (**SBOUI *et al.*2009**).

Le pH du lait camelin est autour de 6,6 et l'acidité est de l'ordre de 15° Dornic. Sa densité oscille entre 0,99 et 1,034 avec une viscosité moyenne de 2,2 centpoise et un point de congélation variant de - 0,53 à - 0,61°C (**SIBOUKEUR, 2007**).

D'après **KAMOUN, 1995**, Le lait de dromadaire est plus acide et moins dense que le lait de vache. Il peut être conservé longtemps sans réfrigération (3 jours à 30°C et 2 semaines à 7°C) (**SENOUSSI, 2011**).

Tableau I: Constantes physiques du lait de dromadaire et de vache (BOUHADDAOUI *et al.*, 2019).

Paramètres	Lait de dromadaire		Lait de vache	
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
pH	6.51	0.085	6.79	0.01
Acidité titrable (°D)	15	2	18	1
Densité (kg/l)	1.029	0.001	1.036	0.001

I.3 Compositions chimiques et biochimiques

Il existe une grande variabilité dans les données publiées sur la composition du lait de chamelle (**BENGOUMI et FAYE, 2015**). Cette variabilité peut être attribuée à plusieurs facteurs, comme la localisation géographique, les conditions alimentaires, la race, le stade et le rang de lactation. La composition du lait camelin a été considérée comme la moins stable comparée à celle des laits des autres espèces, bovine en l'occurrence. (**KHASKHELI *et al.*, 2005**).

Tableau II: Composition biochimiques de lait de chamelle en comparaison avec de lait de vache (KAPPELEAR, 1998).

	Lait de chamelle	Lait de vache
Protéines g/l	27-40	27-47
Lipides g/l	32-38	Moyenne 38
Lactose g/l	39-56	Moyenne 47
Minéraux mg/l		
Calcium	1060-1570	1000-1400
Cuivre	1.3-1.8	0.1-0.2
Phosphate inorganique	580-1040	650-1100
Fer	1.3-2.5	0.3-0.8
Potassium	600-2100	1350-1550
Magnésium	75-160	100-150
Manganèse	0.08-0.2	0.04-0.2
Sodium	360-620	350-600
Zinc	4.0-5.0	3.5-5.5

Tableau III: Teneurs de vitamine dans le lait de chamelle en comparaison avec le lait de vache (KAPPELEAR, 1998).

Vitamines, mg/kg	Lait de Chamelle	Lait de Vache
Acide ascorbique (C)	24-36	3-23
Cobalamine (B ₁₂)	0.002	0.002-0.007
Acide Folique (B ₉)	0.004	0.01-0.10
Niacine (B ₃)	4.6	0.5-0.8
Acide Pantothénique (B ₅)	0.88	2.6-4.9
Pyridoxine (B ₆)	0.52	0.40-0.63
Rétinol (A)	0.10-0.15	0.17-0.38
Riboflavine (B ₂)	0.42-0.80	1.2-2.0
Thiamine (B ₁)	0.33-0.60	0.28-0.90
Tocophérol (E)	0.53	0.2-1.0
Solides totaux, g/l	11.5 - 10	12.5

I.3.1 Teneur en eau

La teneur en eau varie en fonction de sa disponibilité dans l'alimentation. Pendant la période de sécheresse, elle atteint sa valeur maximale. D'une manière générale, elle est présente dans le lait en quantité suffisante pour couvrir les besoins du chamelon. En cas de restriction des chammelles en eau alimentaire, le lait se traduit par une dilution (86%), dans un régime déficient, elle s'élève à 91%. Il semble que c'est un mécanisme d'adaptation au manque d'eau permettant de protéger le chamelon de la soif (**SIBOUKEUR, 2011**).

I.3.2 Minéraux

La composition minérale du lait de dromadaire diffère peu de celle du lait de vache. Il est plus concentré en manganèse et en fer comparé au lait de vache. Le lait de femme est plus concentré en cuivre que le lait de chammelle et de vache. Toutefois ses teneurs en calcium, en phosphore et en sodium sont moindres. En revanche, ses teneurs en chlore et en potassium sont plus importantes (**KAMOUN, 1990; BOUJNAH, 2012**). La teneur en minéraux (mg/100 g) est très variable selon les auteurs avec une moyenne de 96,8 pour le calcium, 63 pour le sodium, 131,9 pour le potassium et 87,4 pour le phosphore (**BENGOUMI et FAYE, 2015**).

I.3.3 Vitamines

La composition en vitamines du lait de dromadaire diffère de celle du lait de vache. Il est très riche en vitamine C et en vitamine D avec des teneurs 5 à 10 fois plus élevées que dans le lait de vache ; le taux de vitamine A est beaucoup plus faible et de plus très variable de 50 ,0 UI/100g de lait, il en est de même de teneur en riboflavine et en vitamine B12 , la concentration en niacine est par contre beaucoup plus élevée, compte tenu du nombre très restreint de données disponibles sur la composition vitaminique du lait de dromadaire (**RAMET, 1993 ; BENGOUMI et FAYE, 2015**).

I.3.4 Matière grasses

Le lait de chammelle est en moyenne faible en matière grasse. De très petite tailles (1,2 à 4,2 µ de diamètre) et restent donc en suspension même après 24 heures de repos.

Par ailleurs, la matière grasse du lait de chammelle apparait liée aux protéines, tout ceci explique la difficulté à baratter le lait de chammelle pour en extraire le beurre. La matière grasse du lait de chammelle contient moins d'acides gras à courtes chaines (**SIBOUKEUR, 2007**).

I.3.5 Matière protéique

La composante protéique du lait est constituée principalement par deux groupes de protéines: les caséines majoritaires qui sont présentes à l'état colloïdal et les protéines solubles qui se retrouvent dans le lactosérum.

Les caséines représentent la fraction protéique la plus abondante dans le lait camelin à savoir 73 à 81% des protéines totales, contre 83% dans le lait bovin. Leur composition en acide aminés est similaire à celle de leurs homologues bovins (**SENOUSSI, 2011**).

Les principales protéines solubles du lait camelin sont l' α -lactalbumine, le sérum albumine, la lactophorine A (protéose-peptone-3 ou PP3), les immunoglobulines et la lactoperoxidase, en effet l' α -lactalbumine est la protéine soluble majeure du lait des camélidés. La β -Lg est la protéine la plus abondante dans le sérum du lait de plusieurs espèces animales, sa présence dans le lait de chamelle est controversée. Certains auteurs ont signalé sa présence à une faible quantité et d'autres mentionnent son absence dans ce lait. Le lait contient également un certain nombre de protéines présentant des propriétés biologiques variées (enzymes, régulateurs de la prise alimentaire, molécules bioactives...etc. (**SENOUSSI, 2011; BOUDJNAH, 2012**).

I.3.6 Fraction azotée

La fraction azotée du lait de chamelle, comme celle du lait de vache, est répartie en deux sous fractions : l'azote protéique et l'azote non protéique. La première fraction azotée protéique représente 90 à 95% de l'azote total du lait de chamelle (contre 94 à 95% pour le lait bovin). La deuxième fraction azotée non protéique, qui représente 5 à 10%, est environ deux fois plus élevée que celle généralement retrouvée dans le lait de vache, cette dernière fraction est caractérisée par une haute valeur biologique qui est due à sa richesse en acides aminés libres, en nucléotides et en certains précurseurs de vitamines ainsi que des peptides, de l'acide urique, de l'urée, de la créatine, ...etc. (**SIBOUKEUR, 2007**).

I.3.7 Lactose

Le lactose est le sucre naturel du lait. Leur taux moyen dans le lait de chamelle est varier et peut être diminué en présence d'un régime déshydraté. Cette variabilité constitue une spécificité du lait de ces animaux (**AILOUI *et al.*, 2007**).

I.4 Propriétés thérapeutiques

Le lait de chamelle a été utilisé comme médicament dans certaines parties de l'Asie et en Afrique depuis les temps anciens, mais ce n'est que récemment que les scientifiques ont

commencé à s'intéresser aux avantages thérapeutiques revendiqués. Actuellement, il y a plus de preuves issues des essais de laboratoire alors que les études cliniques restent limitées. Ainsi, plusieurs vertus thérapeutiques sont attribuées au lait de chamelle notamment contre le diabète sucré, le cancer, l'allergie alimentaire, certaines infections virales, bactériennes et infestations parasitaires (**BENGOUMI ET FAYE, 2015**).

I.4.1 Traitement de diabète

L'amélioration du statut glycémique chez les diabétiques traités au lait de chamelle serait due à la présence d'insuline en quantité non négligeable (52 UI / l). L'insuline est normalement neutralisée par le caillage du lait dans l'estomac sous l'effet de l'acidité du milieu, mais il semble que le lait de chamelle ne caillant pas comme celui des autres espèces, l'insuline pourrait en grande partie se retrouver intacte dans l'intestin où 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.

(**KONUSPAYEVA et al, 2004**)

I.4. 2 Traitement de la tuberculose humain

Le lait de chamelle fermenté (Le *koumis*) est considéré comme un aliment traditionnel utilisé pour le traitement de la tuberculose au Kazakhstan, ce qui représente un véritable patrimoine national de la lutte contre cette maladie. La médecine moderne utilise le en traitement combiné avec des antibiotiques. Le *koumis* peut aussi être utilisé contre des maladies gastro-intestinales et différentes infections. Deux mille tonnes du *koumis* sont encore utilisées par les établissements de cure contre la tuberculose (**AKHMETSADYKOVA, 2012**). Plusieurs auteurs affirment obtenir une amélioration marquée des malades et un rétablissement significatif des paramètres sanguins avec 2 litres par jour pendant 2 à 4 mois. Ces résultats sont confirmés en Inde sur des patients tuberculeux buvant un litre par jour et en Libye, avec une cure de 1,5 litres / jour, avec un effet observable dès la première semaine de traitement (**KONUSPAYEVA et al, 2004**).

I.4.3 Traitement des Allergies au lait

Le lait bovin est constitué d'un composant allergène, la β -lactoglobuline. L'absence de ce composant dans le lait camelin lui confère cette propriété fait du lait une alternative potentielle au lait de vache pour les enfants allergiques et pour les formules infantiles eu regard de son analogie avec le lait humain (**BOUDJENAH, 2012**).

I.4.4 Traitement des Cancer et maladies auto-immunes.

Le lait de chamelle ayant un rôle dans le contrôle des processus tumoraux grâce à ses propriétés immunostimulantes. il est traditionnellement utilisé comme adjuvant à la chimiothérapie de certains cancers, notamment ceux du tube digestif (**KONUSPAYEVA et al, 2004**). Les propriétés immunostimulantes sont probablement dues à la lactoferrine qui est capable de participer aux processus de prolifération et de différenciations cellulaires, agissant au niveau des cellules de la moelle épinière durant la myélopoïèse. Les cellules traitées à la lactoferrine montrent un arrêt définitif de toutes les fonctions, incluant l'arrêt de l'activité métabolique des précurseurs de l'ADN et de l'ARN (**CHETHOUNA, 2011**). Il semble également que des résultats probants soient obtenus dans certaines maladies auto-immunes, telles que le lupus, le pemphigus, la maladie de Crohn et la sclérose en plaques.

I.5 Système protecteur du lait camelin

Le lait de chamelle posséderait un effet antimicrobien contre les bactéries GRAM positive et GRAM négative, parmi ces bactéries on trouve *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella typhimurium*. Cette activité est attribuée à la présence dans le lait de chamelle de substances antimicrobiennes telles que le lysozyme, le peroxyde d'hydrogène, la lactoferrine, la Lactoperoxydase et les immunoglobulines. L'activité antimicrobienne du lait de chamelle est en moyenne supérieure à celle du lait de la vache. La quantité de lysozyme, lactoferrine et immunoglobulines dans ce lait est supérieure à celle de lait bovin (**SOUID, 2011**).

- **La Lactoferrine**

La lactoferrine (LF) est une glycoprotéine contenant deux sites capables chacun de fixer un ion ferrique (Fe^{3+}) (**KONUSPAYEVA et al., 2004**). C'est pourquoi la lactoferrine appartient à la famille des transferrines. Cette capacité à capter le fer explique en partie son rôle dans le contrôle de la croissance de certaines bactéries pathogènes, telles qu'*Escherichia coli*. Le fer est en effet utilisé par un vaste éventail d'organismes pathogènes et de tumeurs pour croître et se reproduire. En se liant au fer, la lactoferrine les prive de cette ressource tout en facilitant l'absorption de ce minéral par la muqueuse intestinale. la lactoferrine n'est pas une protéine spécifique du lait car on la trouve dans le mucus, les larmes, la salive ... Mais c'est dans le lait de chamelle qu'elle est la plus abondante puisqu'on en trouve 40 fois plus que dans le lait de vache (4 mg/ml contre 0,1 mg/ml) (**KONUSPAYEVA et al., 2004; EL HAJJI et al., 2017**).

- **Le lysozyme**

Le lysozyme est une protéine naturellement présente dans le lait des mammifères, il représente un facteur antimicrobien puissant. Le lysozyme contient une chaîne polypeptidique de 129 acides aminés, avec un poids moléculaire d'environ 14 kDa, la quantité de lysozyme dans le lait de chamelle est plus élevée que dans le lait de vache, $15 \mu\text{g } 100 \text{ ml}^{-1}$ vs $7 \mu\text{g } 100 \text{ ml}^{-1}$ (**KONUSPAYEVA et al., 2004**).

D'après l'expérience de (**EL-AGAMY et al., 1996**) sur l'effet lytique de lysozyme sur *Micrococcus lysodeikticus*, il est éprouvé que l'activité enzymatique du lysozyme du lait de chamelle est également plus forte que celle de la vache, mais plus faible que celle de l'œuf.

Le lysozyme clive les liaisons bêta (1 -4) glycosidiques entre l'acide N - acétylmuramique et N - acétyl -D-glucose résidus de glucosamine dans le peptidoglycane, le constituant des parois cellulaires bactériennes (**EL-AGAMY, 2009**). Les effets inhibiteurs du lysozyme de lait de chamelle dans 200 échantillons de lait individuels sur des bactéries pathogènes ont été examinés (**BARBOUR et al., 1984**) et Les résultats ont montré que les pourcentages d'inhibition étaient de 7.5, 4.0, 2.0 et 1.0% pour *Clostridium perfringens*, *S.aureus*, *Shigella dysenteriae* et *S. typhimurium*, respectivement; cependant, aucun des échantillons entiers n'ont inhibé *Bacillus cereus* ou *E.coli*. L'effet inhibiteur du lysozyme de lait de chamelle a été également étudié en comparaison avec le lysozyme de blanc d'œuf et lysozyme de lait de vache contre certaines souches de bactéries. Les résultats ont révélé que le lysozyme de lait de chamelle avait une valeur de lyse plus élevée vers *S. typhimurium* par rapport à d'autres lysozymes. Les résultats obtenus par la technique de dosage sur disque ont indiqué que les valeurs de la zone de dégagement étaient 22,2, 20,2 et 0,0 mm pour le lait de chamelle, le blanc d'œuf et lysozyme de lait de vache, respectivement. Le lait de chamelle lysozyme n'a eu aucun effet sur *Lactococcus lactis subsp.Cremoris*, cependant, la souche a été fortement affectée par lysozyme de lait de vache (**EL-AGAMY,2009**).

- **La lactoperoxydase**

La lactoperoxydase est une enzyme qui est naturellement présente dans le lait. L'une de ses fonctions biologiques uniques réside en un effet bactériostatique en présence de peroxyde d'hydrogène et de thiocyanate. Ces deux substances sont naturellement présentes dans le lait à diverses concentrations. Le système LP déclenche une activité antimicrobienne contre une grande variété de microorganismes saprophytes et pathogènes, le virus VIH-1, les moisissures, les levures, les mycoplasmes et les protozoaires. En outre, il ne favorise pas la croissance de microorganismes pathogènes lorsque son effet bactériostatique est terminé.

Le système LP activé est efficace dans le lait cru de différentes espèces d'animaux, l'activité globale étant principalement bactériostatique, selon la charge bactérienne initiale totale, selon l'espèce et les souches de bactérie contaminante ainsi que selon la température du lait (FAO/OMS., 2005).

Selon EL-AGAMY, 2009, La lactoperoxydase de lait de chamelle a été purifiée et ses activité d'inhibition contre les bactéries lactiques et certaines souches de bactéries pathogènes ont été étudiées. Le système LP avait un effet bactériostatique à la fois sur *Lactococcus lactis* et *S. aureus* ; cependant, c'était bactéricide pour *E. coli* 0157: H7 et *S.typhimurium*. L'effet destructeur du système de chameau LP sur le les parois cellulaires de ces souches bactériennes ont été enregistrées.

- **Les Immunoglobulines**

Les immunoglobulines dont le rôle dans les défenses immunitaires est bien connu, sont composées de chaînes lourdes et légères. Ce qui est remarquable c'est que l'organisation des anticorps chaînes lourdes du dromadaire diffère complètement de ce qui est connu chez les autres vertébrés. Le taux des immunoglobulines est très élevé dans le colostrum chez tous les mammifères. (KONUSPAYEVA et al., 2004). Une étude portant sur l'activité antibactérienne et antivirale dans le lait de chamelle a révélée que les Immunoglobulines ont un faible effet contre les bactéries mais une activité antivirale élevée notamment contre les rotavirus (SIBOUKER, 2007).

- **Les composants 3 des protéoses -peptones**

Le PP3 camelin connu également sous le nom de « lactophorine » est un homologue du PP3 bovin. Il s'agit d'une phosphoglycoprotéine, elle est composée de 135 résidus d'acides aminés, elle contient plus de sérine et de glycine que les protéose-peptones en général, par contre, elle contient moins de proline et de valine. Comme les protéose-peptones, ce composant contient peu d'acides aminés aromatiques (la cystéine et le tryptophane n'ont pas été déterminés). Il se caractérise par son hydrophobicité élevée (SIBOUKER, 2011). Il représente la fraction des protéines du lait qui restent solubles après chauffage du lait à 95°C après acidification du lait à 4.5. Cette phosphoprotéine native représente la deuxième protéine majeur du lactosérum camelin après l'alpha lactalbumine (SIBOUKER et MATI, 2008).

Toutes les études rapportées dans la littérature sont réalisées sur le PP3 du lait de vache où plusieurs fonctions lui sont assignées (l'emulsification, la mitogénèse, l'inhibition de la lipolyse et le rôle antibactérien). Très peu d'études sont consacrées au PP3 du lait camelin malgré sa présence à un taux très important dans ce lait (SENOUSSI, 2011).

L'étude qui a été réalisée par **(SIBOUKER et MATI, 2008)** sur l'activité du PP3 du lactosérum camelin contre la flore de contamination et indigène a révélée que le rôle de cette composant est non négligeable puisqu'il semble agir contre la flore à Gram+ et à gram- . En effet, les résultats obtenus, semblent indiquer que le PP3 possèderait un effet inhibiteur contre les bactéries halophiles, les entérobactéries, et les entérobactéries pathogènes, et n'agit pas contre les lactobacilles en l'occurrence. Il jouerait vraisemblablement un rôle synergique dans l'autoépuration du lait de chamelle.

- **Le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂)**

L'effet bactéricide du peroxyde d'hydrogène a été attribué à ses effets oxydants sur les cellules bactériennes, les groupes hydrosulfuriques des protéines cellulaires et les lipides de la membrane peuvent être oxydés. En outre, certaine quantité du peroxyde hydrogène, crée une récupération des réactions, créant ainsi an environnement anaérobie qui est défavorable pour certains organismes **(BOUMHERA, 2010)**

- **Les acides organiques**

Les acides organiques excrétés par les bactéries lactiques assurent deux importantes fonctions antimicrobiennes. Sous leur forme indissociée, ils traversent passivement la membrane cytoplasmique et pour de fortes concentrations d'acides, le milieu intracellulaire peut s'acidifier à un point tel que les fonctions cellulaires sont inhibées et le potentiel membranaire annulé Ainsi, l'accumulation d'acides organiques est directement inhibitrice pour les micro-organismes pathogènes qui exigent des pH neutres. D'autre part en condition acide, la compétitivité des bactéries lactiques se trouve améliorée, étant donné leur plus grande tolérance aux bas pH extra et intracellulaires **(SIBOUKER, 2011)**.

I.6 Microbiologie du lait

L'écosystème microbien des laits est un système complexe et non pas seulement un catalogue de germes aux fonctions uniques et juxtaposables **(PARGUEL, 2011)**.

Divers micro-organismes 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. Une fois dans le lait, un micro-organisme doit composer avec l'écosystème dans le quel il se trouve, c'est-à-dire avec le milieu et les facteurs qui lui sont propres (pH, composition en nutriments, disponibilité de l'eau...) ainsi qu'avec les autres micro-organismes présents simultanément avec qui il va interagir de façon positive ou négative. En parallèle de la classification scientifique, les microorganismes sont souvent regroupés en fonction de leurs rôles en technologie (utile, altération) ou en santé humaine ou animale (pathogène). Ces catégories (flores) ne sont pas absolues mais elles donnent une indication de

l'intérêt ou du risque associé aux micro-organismes (**DESMASURES, 2011**). Le lait contient peu de microorganismes (3000 germes/ml) lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions et à partir d'un animal sain (**GUIRAUD, 1998**).

I.6.1 flore originelle (endogène) du lait

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 (**VIGNOLA, 2002**). Elle peut avoir un intérêt hygiénique, technologique ou être indifférentes. Cette flore forme un groupe très hétérogène de bactéries lactiques, sont à Gram+, micro-aérophiles ou anaérobies facultatifs, ne réduisant pas les nitrates, peu ou pas protéolytiques dans le lait. Elles fermentent les sucres dans des conditions diverses. Parmi les genres appartenant à cette flore, on cite (*Streptococcus, Lactobacillus, Leuconostocs et bifidobactérium*).

❖ **Genre Streptococcus**

Le genre *Lactococcus* correspond aux groupe de Streptocoques lactiques , dont la principale espèce est *L.lactis* (*Lc.lactis* sp).Le groupe des levains mésophiles aux les lactocoques appartiens est le premier à avoir fait de sélection et de production pour l'industrie laitière (**HAMIDI, 2008**). Dans le lait de chamelle, des espèces *L.lactis* (*ssp lactis et L.actis* (*ssp cremoris*) sont présents et ayant une capacité inattendue de résister à une concentration de 6,5% de NaCl (**KARAM et KARAM , 2006**).

❖ **Lactobacilles**

Les lactobacilles sont très réponsus dans la nature et beaucoup d'espèces ont des applications dans l'industrie agro-alimentaire, en laiterie, en fromagerie. Elles sont en générale très tolérantes à l'acidité que les autres bactéries et peuvent ainsi de terminer beaucoup de fermentation lactique spontané comme l'ensilage et les fermentations végétales (**BOUMHERA, 2010**). Selon l'étude de (**KARAM et KARAM, 2006**) les lactobacilles isolés et identifiés à partir de lait de chamelle appartenait tous à l'espèce *Lactobacillus plantarum*.

❖ **Les Leuconostocs**

Les leuconostocs sont des bactéries lactiques hétérofermentaires utilisées en industrie laitière pour leur capacité à produire du CO₂ et des composés d'arôme (diacétyle et acétoïne).Les produits de protéolyse contribuent aussi à la saveur des fromages (**Karam et al, 2011**). Le genre *Leuconostoc* était représenté par 12,3% des souches isolées à partir de lait de chamelle et comprend *Leuconostoc lactis* (7,4%) et *Leuconostoc dextranicum* (4,9%)(**Karam et KARAM, 2006**).

❖ **Genre bifidobacterium**

La flore bifidogène connu pour ces exigences en matière de facteur de croissance est capable de dégrader les acides aminés libres et autres composés azotés non protéiques (NPN) dont le taux est plus élevé dans le lait camelin que dans le bovin (**SIBOUKEUR, 2007**).

I.6.2 La flore contaminante

La flore contaminante est l'ensemble des microorganismes ajouté au lait accidentellement, de la traite 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 capable de provoquer des troubles de la santé chez des personnes qui consomment ces produits laitiers. On considère comme flore contaminant ; d'altération et pathogène du lait l'ensemble des microorganismes qui s'ajoutent au lait extrait du pis.

I.6.2.1 Flore d'altération

Il s'agit essentiellement d'une flore présente sur la peau des trayons, apportée pendant la traite. Cette flore a différentes origines: sol, litière, eau, fourrages. Le nombre de ces germes peut dépasser 10^5 /ml si les trayons sont sales et mal lavés. Pour des niveaux de contaminations importants, les bactéries sont des agents d'altération donnant des produits indésirables par acidification, protéolyse ou lipolyse (**Roux, 1994**). Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont les suivants :

❖ Flore thermorésistante

Un certain nombre de bactéries sont capables de résister aux traitements thermiques usuels utilisés dans le but d'assainir ou de conserver le lait ; elles sont dites thermorésistantes. Leur développement ultérieur peut altérer les produits et, parfois être dangereux pour la santé. On distingue:

- La flore thermorésistante totale, définie comme la flore résiduelle après un traitement à 63 °C pendant 30 minutes ou un traitement équivalent tel que la pasteurisation HTST (72 °C pendant 15 secondes).
- La flore moyennement thermorésistante, qui n'est pas détruite par chauffage à 75 °C pendant 12 secondes.
- La flore fortement thermorésistante, qui n'est pas détruite par chauffage à 80°C pendant 10 minutes. Elle comprend notamment les spores bactériennes, qui nécessitent des températures supérieures à 100 °C.

Les bactéries sporulées rencontrées en laiterie appartiennent aux genre *Bacillus*, dont les activités enzymatiques peuvent être responsables de l'acidification, la coagulation ou la protéolyse des laits de longue conservation .Aussi le genre *Clostridia*, qui peuvent provoquer de

graves altérations des fromages, l'une d'elles, *Clostridium perfringens*, peut être dangereuse par ses toxines (FAO, 1995).

❖ Les psychrotrophes

Les psychrotrophes ne constituent pas un groupe taxonomique spécifique ce sont des microorganismes qui peuvent se développer à une température égale ou inférieure à 7°C, indépendamment de leur température optimale de croissance. De nombreux genres ont été isolés: Gram +, Gram -, coques, bâtonnets, vibrions, aérobies ou non, sporulants ou non etc.

Un matériel de traite insuffisamment nettoyé est à l'origine de fortes contaminations en bactéries psychrotrophes, résistantes aux détergents (Roux, 1994).

Certains coliformes étant psychrotrophes (*Enterobacter*), des contaminations par les fèces des animaux peuvent être observées. Un lait produit dans de bonnes conditions d'hygiène contient moins de 10% de bactéries psychrotrophes contre 75% dans de mauvaises conditions. En effet, la flore psychrotrophe n'est pas majoritaire dans la flore du lait cru mais le devient rapidement durant le stockage au froid. Deux groupes sont dominants : le genre *Pseudomonas* (40 à 65 %, notamment *p. fluorescens* et *P. putida*) et les genres *Acinetobacter* et *Alcaligene* (anciennement regroupés dans le genre *Achromobacter*) sont trouvées aussi de nombreuses autres espèces mais de façon non systématique : *Serratia liquefaciens*, *Citrobacter freundii* et *Hafnia alvei*. On notera quelques bactéries Gram + : *Arthrobacter*, *Micrococcus*, *Lactobacillus* et *Streptococcus*. Certaines bactéries psychrotrophes peuvent sporuler (*B.cereus*) et résister à la plupart des traitements thermiques. On trouve également des souches pathogènes (*L. monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* ...) (Roux, 1994).

❖ Les coliformes

Les coliformes peuvent fermenter le lactose sur un mode hétérofermentaire pour produire l'acide lactique, acétique, succinique et formique. Ces acides ont une incidence sur le pH du lait. Les coliformes peuvent également produire dans certaines conditions, des composés alcooliques tels que le butanediol et l'alcool éthylique ainsi que des gaz, notamment le CO₂ et l'hydrogène. Pouvant être responsables du gonflement ou de l'effritement des fromages. Enfin, il peuvent conférer certains saveurs désagréables aux produits laitiers (VIGNOLA, 2000).

❖ Les levures et moisissures

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

❖ Les levures

Bien que souvent présentes dans le lait, elles s'y manifestent rarement peu d'entre elles sont capables de fermenter le lactose. Certaines sont utilisées dans la production de laits fermentés. Par leurs enzymes protéolytiques, elles jouent un rôle dans la formation de l'arôme. Les levures peuvent aussi être néfastes. Des levures du genre *Torulopsis*, productrices de gaz à partir du lactose, supportent des pressions osmotiques élevées et sont capables de faire gonfler des boîtes de lait concentré sucré. Certaines sont responsables de fermentations gazeuses dans les crèmes fermières et les laits caillés frais. La présence de levures à la surface des yaourts, fromages à pâte fraîche, crème et beurre sont l'indice d'une pollution qui déprécie l'aspect et le goût des produits (POUEME NAMEGNI, 2006).

❖ Les moisissures

Sans importance dans le lait liquide, elles intéressent un grand nombre d'autres produits laitiers. Elles se développent en surface ou dans les parties internes aérées. Elles sont productrices de lipases et de protéases. Des pénicilliums sont utilisés pour recouvrir la croûte des fromages à pâte molle d'une « fleur » blanche et pour former des veines de couleur bleue dans les fromages à pâte persillée. D'autres moisissures, souvent colorées, peuvent se développer sur divers produits (crème, beurre, fromage, yaourt, poudre de lait), elles diminuent leur qualité organoleptique. Bien que très généralement sans danger du fait de l'absence de mycotoxines, les produits sur lesquels elles prolifèrent sont le plus souvent considérés comme impropres à la consommation (POUEME, 2006).

I.6.2. 2. Flore pathogène

La contamination du lait et des produits laitiers par les germes pathogènes peut être d'origine endogène, et elle fait alors suite à une excrétion mammaire de l'animal malade ; elle peut aussi être d'origine exogène, il s'agit alors d'un contact direct avec des troupeaux infectés ou d'un apport de l'environnement (eaux, personnel) (BRISABOIS *et al.*, 1997).

❖ Les Staphylocoques

Ces bactéries sont une cause majeure de mammites, et sont fréquemment trouvées dans le lait. Elles sont en effet un bon indicateur d'hygiène, car il existe de nombreux porteurs asymptomatiques dans la population et de ce fait elles indiquent une contamination par le personnel (mains sales, infection de la peau, du nez ou de la gorge). Toutefois la contamination du lait cru par l'homme semble peu probable lors de la traite mécanique (AFSSA, 2007).

La présence des staphylocoques dans les aliments représente un risque pour la santé humaine, parce que certaines souches appartenant principalement à l'espèce *S. aureus* produisent des entérotoxines dont l'ingestion provoque une toxi-infection alimentaire à staphylocoques.

Le lait et les produits laitiers ne deviennent toxiques que s'ils sont contaminés par des souches productrices d'entérotoxines, et si des conditions favorables à une multiplication bactérienne importante et à la toxinogénèse se trouvent réunies. Une fermentation suffisamment active les inhibe (**BRISABOIS et al., 1997**). Les staphylocoques pathogènes ont la particularité de posséder une coagulase, une phosphatase et une ADNase thermostable ou thermonucléase. Il faut cependant noter que les staphylocoques non pathogènes sont plus nombreux; ils sont coagulase(-) et non toxinogènes. Seules certaines souches de staphylocoques appartenant aux espèces *S.aureus* et *S.intermedius* sont capables de produire des entérotoxines (**DE BUYSER, 1991**).

❖ *Listeria monocytogenes*

L. monocytogenes est un bacille à Gram positif très répandu dans la nature et capable de provoquer des infections sévères chez l'homme et chez l'animal, apparaissant sporadiquement ou par petites épidémies (**POUEME, 2006**). La présence de *L. monocytogenes* est possible dans le lait cru, mais la prévalence et la concentration sont faibles d'après des enquêtes récentes. La concentration est faible car les contaminations sont essentiellement d'origine environnementale et rarement d'origine mammaire (**AFSSA., 2007**).

❖ Les *Brucella*

Les *Brucella* sont des bactéries pathogènes responsables de la brucellose. De nombreuses espèces animales (ruminants surtout, mais aussi suidés, carnivores, équidés et rongeurs) peuvent être infectées naturellement par diverses espèces de *Brucella*. Le véhicule le plus fréquent de l'infection humaine par ingestion est ainsi le lait cru, ou l'un de ses dérivés (**BRISABOIS et al., 1997**).

❖ Les Mycobactéries

Le *Mycobacterium tuberculosis* bovin peut être présent dans le lait de vaches atteintes de tuberculose. Il se trouve en grande quantité lorsque l'animal est atteint de tuberculose déclarée du pis. On conçoit tout le danger qu'il y a à consommer le lait cru provenant d'animaux quelconques. En effet, il est connu que le *M.tuberculosis* bovin du lait infecté et de ses sous-produits est responsable d'au moins 30% des tuberculoses chez les enfants (**LONCIN et GEAIRAIN, 1950**).

❖ Les entérobactéries

Les entérobactéries sont une grande famille comprenant différentes sortes de bâtonnets gram négatifs, anaérobies facultatifs et de bâtonnets ne formant pas de spores. Les entérobactéries sont souvent identifiées à tort comme étant des germes des fèces. Toutes les entérobactéries sont thermolabiles et sont détruites complètement lors de la pasteurisation. Généralement, les entérobactéries tolèrent peu l'acidité et d'autres sont psychotropes, raison pour laquelle elles sont d'importants agents d'altération pour les produits frais non acides (**JAKOB *et al.*, 2010**). Le genre *Escherichia* est considéré comme le chef de file de cette famille avec comme espèce principale *Escherichia coli*.

- **Les *E.coli*** sont des agents pathogènes alimentaires susceptibles de provoquer des maladies graves chez. Les bovins, en tant que porteurs asymptomatiques, constituent le réservoir principal de cet agent pathogène. La contamination de l'homme se fait généralement par l'ingestion de produits alimentaires contaminés dérivés de bovins, parmi lesquels le lait et les produits laitiers (**VERSTRAETE et DE REU, 2010**).
- **Les Salmonelles** sont responsables de nombreuses toxi-infections. En effet, les toxi-infections alimentaires *S.typhimurium* et *S.enteritidis* ont souvent pour origine la consommation de lait, crème, beurre, crème glacée...etc., n'ayant subi aucun traitement d'assainissement ou recontaminés (**CHETHOUNA, 2011**).

I.7 Fermentation du lait de chamelle.

I.7.1 Importance de la fermentation lactique

La majorité du lait de chamelle est consommé cru par les populations pastorales, et le seul moyen traditionnel de conservation est la fermentation. Sous l'effet des bactéries lactiques, le lactose se transforme en acide lactique, le lait s'acidifie, ce qui permet sa conservation plusieurs jours, voire semaines et limite les risques sanitaires (**BENGOUMI et FAYE, 2015**).

Le principal rôle des bactéries lactiques est donc d'acidifier le milieu à des niveaux de pH et d'acidité qui inhibent la croissance des flores microbiennes d'altération dont les flores microbiennes pathogènes responsables de toxi-infection alimentaires. L'inhibition des flores d'altération est aussi due à la production par ces bactéries de composés antimicrobiens comme les bactériocines et le peroxyde d'hydrogène. Le métabolisme des bactéries lactiques provoque aussi des changements importants dans les propriétés organoleptiques et physico-chimiques de la matière première. Ces transformations sont responsables de la texture (protéolyse, coagulation), de la couleur, de la saveur et de l'odeur des aliments fermentés (**DLLAGLIO *et al.*, 1994**).

L'action des bactéries probiotiques (micro-organismes vivants, qui en quantité suffisante, produisent un bénéfice pour la santé) sur le lait au cours de la fermentation, c'est l'augmentation de leur valeur nutritionnelle. Cet avantage pour la santé représente par libération des composants biologiquement actifs tels que les vitamines, peptides, oligosaccharides et acides organiques (EBIENGER *et al*, 2008).

I.7.2 Méthodes de fermentation

I.7.2.1 Fermentation naturelle ou spontanée

La fermentation spontanée est fondée sur la production d'acides lactiques par les streptocoques et les lactobacilles, par l'entreposage du lait sans apport de ferments ni ensemencement microbien à une température ambiante jusqu'à la séparation des deux phases, la phase caséique et la phase sérique. Ces bactéries que l'on retrouve dans tous les types de lait favorisent en principe la conservation du lait et empêchant le développement de micro-organismes pathogènes (SANOGO, 1994 ; MOSBAH, 2019).

I.7.2.2 Fermentation dirigée

La fermentation peut être également obtenue d'une façon artificielle, cette technique consiste à stériliser le lait en le chauffant à la température voulue, à le laisser refroidir, et l'ensemencer avec des ferments appelés levains (qui peut provenir d'un lait déjà fermenté). Le lait est ensuite incubé pendant 2-3 heures à une température entre 30 et 38°C. Le chauffage permet à la fois de détruire la flore pathogène et de concentrer le lait, dont la consistance devient plus ferme, mais le prolongement de chauffage plus long temps peut dénaturer toutes les protéines et changer les propriétés organoleptiques. L'utilisation de cultures bactériennes permet d'obtenir divers types de produits de saveurs plus ou moins acidulés. Comme ces produits se conservent mieux que ceux obtenus par fermentation spontanée, il nous est paru important d'étudier les possibilités d'introduction de cette technique en milieu rural (SANOGO, 1994 ; MOSBAH, 2019).

I.7.3 Produits laitiers fermentés à base de lait de chamelle.

La fermentation du lait de chamelle fait partie des traditions ethniques des peuples d'Asie Centrale. En effet, le lait de chamelle fermenté (*shubat*) est considéré comme le produit laitier le plus consommé. Au Kazakhstan, ce produit est riche en bactéries lactiques ce qui renforce les propriétés antibactériennes du lait. Il est utilisé pour la prévention et la lutte contre les diarrhées et autres vertus thérapeutiques (AKHMETSADYKOVA, 2012).

- Au Turkménistan, le lait de chamelle est consommé majoritairement en 3 formes principales: lait dilué et dégraissé (chal), une crème fermentée (agaran) et un produit nommé doïran, soit un lait fermenté enrichi en matières grasses. Ces produits peuvent être mis en bouteille et sont commercialisés dans les petites boutiques et au bazar. Ils doivent être placés au frais pour limiter la poursuite du processus fermentaire (**FYE et al., 2006**).
- La transformation en yaourts a été proposée avec un certain succès par différentes laiteries (Mauritanie, Maroc, Algérie) avec des ajouts de fruits (particulièrement les dattes) bien qu'il soit relativement difficile d'obtenir des produits fermes (**BENGOUME et FYE, 2015**).
- En Mauritanie et au Maroc, Le lait fermenté peut être dilué dans l'eau: zrig (**BENGOUME et FYE, 2015**), Ce boisson est très appréciée par les Mauritaniens.

II.

Matériel et méthodes

II. Matériel et méthodes

2.1 Matériel

2.1.1 Matériels biologique

L'échantillon de lait camelin utilisé dans cette étude provient à partir d'un troupeau de dromadaire (*C. dromadarius*) de bonne santé située dans la région de Touggourt (Beldet amor), conduit selon un système d'élevage extensif, elle est collectée le 20 février 2020.

Pour des besoins de comparaisons des caractères physico-chimiques et microbiologiques, un échantillon de lait bovin est collecté à partir d'une petite ferme de vaches dans la même région.

Les laits sont conservés et transportés dans une glacière jusqu'au laboratoire (université KASDI Merbah Ouargla).

2.1.2 Matériel utilisé pour les analyses physico –chimiques

- Verrerie usuelle (erlenmeyers, béchers, tubes à essai, pipettes graduées, burettes, éprouvettes, entonnoir, flacons en verre de 250 ml.
- Appareil : pH mètre (HANNA Instruments-France).
- Réactifs et solutions: phénolphtaléine, solution de soude, alcool éthylique..)

2.1. 3 Matériel utilisé pour les analyses microbiologiques.

- Verreries usuelles: (pipettes pasteurs, tubes à essai, boîtes de pétri...)
- Appareil: autoclave, étuve, four Pasteur, , compteur de colonies, , réfrigérateur, agitateur magnétique au plaque chauffante , bain marie, balance. , vortex.
- Milieux de cultures:
 - Milieu PCA(Plat Coant Agar)
 - Milieu Désoxycholate lactose.
 - Milieu Chapman.
 - Milieu Hektoen.
 - Milieu MRS gélosé (Man Rogosa et Sharp).
 - Gélose M17.

2.2. Méthodes d' analyses

La méthodologie suivie dans cette étude est représentée dans le schéma suivant:

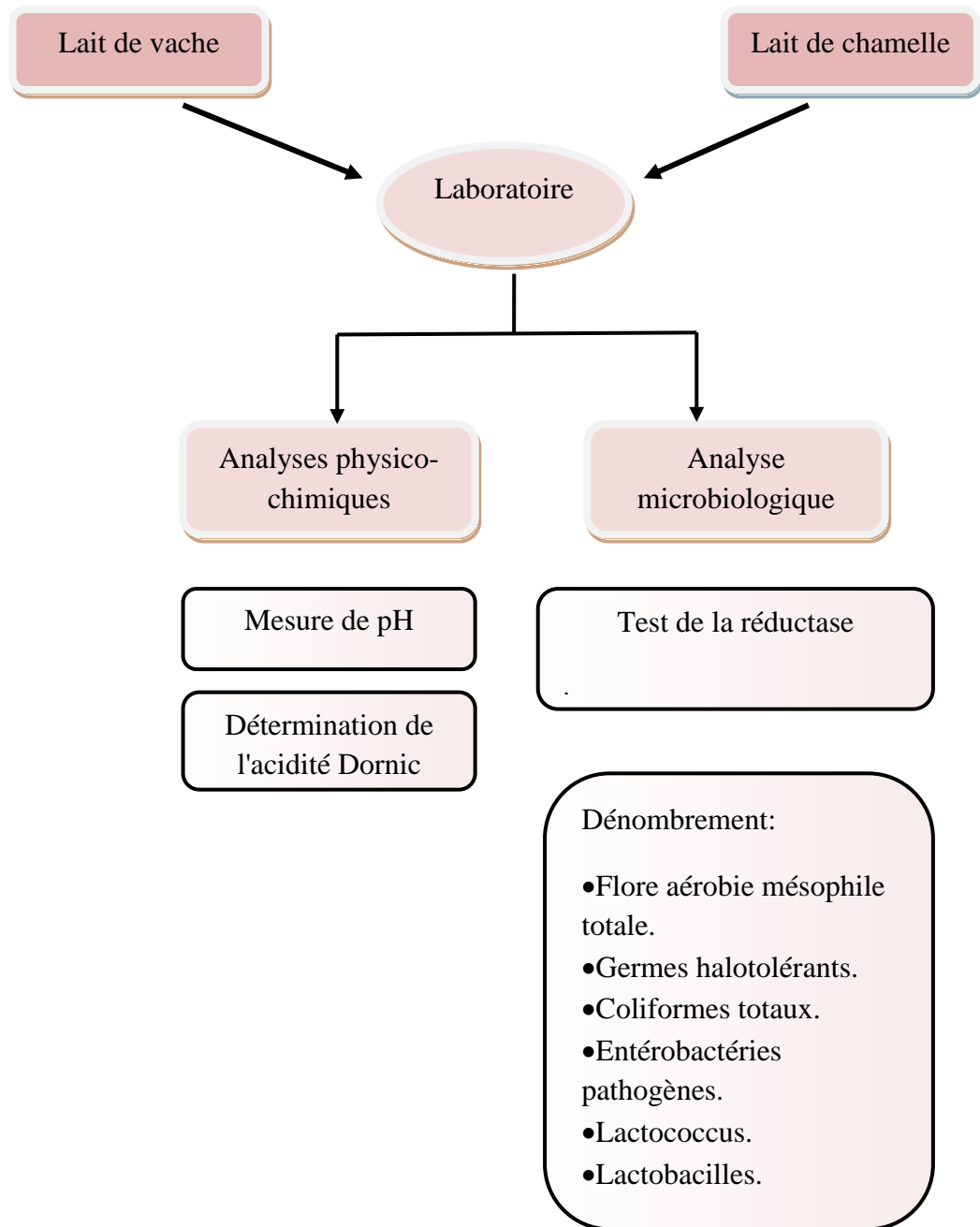


Figure 03: Procédure expérimentale

2.2.1 Collecte du lait

Les prélèvements ont été réalisés le matin. Le lait est trait à partir de chamelle et de vache saine et recueilli dans des conditions hygiéniques.

Les deux échantillons du lait sont mis dans des flacons de 250 ml stériles puis transportés dans une glacière au laboratoire. A l'arrivée, des mesures de pH, acidité sont réalisées. Les échantillons ainsi sont entreposés dans un endroit propre au laboratoire pour des utilisations ultérieures.

2.2.2 Analyses physico-chimiques

Les échantillons de lait camelin et bovin subit les mêmes tests physico-chimique consistant en la mesure du pH et la détermination de l'acidité titrable.

2.2.2.1 Mesure du pH

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 fraîcheur ou sur sa stabilité (MATHIEU, 1998). On détermine le pH à l'aide de pH-mètre préalablement étalonné.

2.2.2.2 Détermination de l'acidité titrable (Dornic)

Elle est réalisé selon la Norme Française 04-206 (Janvier 1969). Elle correspond à la neutralisation de l'acidité totale par une solution d'hydroxyde de sodium (soude) de titre N/9, en présence d'un indicateur coloré la phénolphtaléine (solution à 1% dans l'éthanol à 95%).

Un échantillon de 10 ml de lait est placé dans un bécher de 100 ml en présence de 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine, comme indicateur coloré indiquant la limite de la neutralisation. La soude est ajoutée à la burette en agitant jusqu'au virage au rose de l'échantillon (rose pâle).

L'acidité est exprimée en degré Dornic (D°) qui égale à 1 décigramme d'acide lactique par litre.

→ 1 °D correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait.

- Acidifié en $D^\circ = V \times 10$

V = le volume en millilitre de la solution NaOH verser.

2.2.3 Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques ont pour but de dénombrer les populations microbiennes et de suivre leur évolution dans les deux types de lait (camelin et bovin) lors sa fermentation à la température ambiante (25°C°) pendant 15 jours.

2.2.3.1 Test de la réductase

Les microorganismes du lait (ferments lactiques, saprophytes divers) modifient au cours de leur développement son potentiel d'oxydoréduction. Cette modification peut être mise en évidence en additionnant le lait d'une substance coloré (bleu de méthylène), qui le colore en bleu et qui donne par réduction un leuco dérivé incolore. La rapidité de changement de coloration du mélange (lait- bleu de méthylène) incubé à 37°C est fonction du nombre de bactéries présentes (NAIT, 2009).

La mesure du temps de changement de coloration peut donc permettre de se faire une idée sur le degré de contamination du lait. L'estimation de la charge bactérienne par l'épreuve au bleu du méthylène est représentée dans le tableau suivant:

Tableau IV : Estimation de la charge bactérienne par l'épreuve au bleu de méthylène (NAIT, 2009).

Décoloration	Nombre bactéries /ml	Qualité du 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 à 10×10^6	Insuffisante

2.3.22 Préparation des dilutions décimales

Diluer une solution, c'est diminuer sa concentration. Pour se faire, on a rajouté un volume précis de lait (1 ml) à 9 ml de solvant (eau peptoné tomponé) pour réaliser la première dilution (10^{-1}), à partir de cette dernière, des dilutions séries à 10^{-5} ont été effectuées. Les dilutions sont toujours effectuées dans des conditions aseptiques. La méthode suivie est représenté dans la figure ci-dessous.

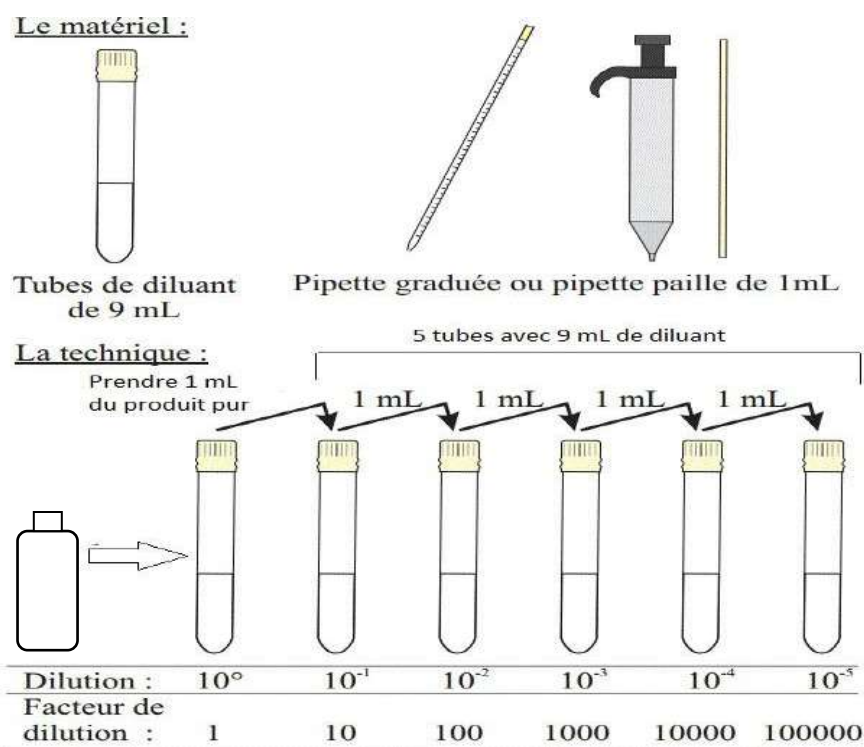


Figure 04: Technique de dilution

2.2.3.3 Etude de la flore microbienne

Les conditions de culture sont reportées dans le tableau suivant:

Tableau V: Conditions de cultures des flores microbiennes.

Milieu de culture utilisée	Les microorganismes recherchés	Type d'ensemencement	Température et durée d'incubation
PCA	La flore totale aérobie Mésophile	en masse	30C°/72h
Chapman	Bactéries Halotolérantes	en surface	37C°/24h
Désoxycholate – lactose	Coliformes	en profondeur	37C°/48h
Hektoen	Entérobactéries Pathogènes	en surface	30C°/48h
MRS	Lactobacilles	en profondeur (double couche)	37C°/72h
M17	Lactocoques	en profondeur	30C°/48h

2.2.3.4 Etude macroscopique des colonies:

L'aspect des colonies dépend du milieu utilisé, de la durée et de la température de l'incubation. Il ne pourra être décrit convenablement qu'à partir de colonies bien isolées. Les colonies peuvent apparaître à la surface du milieu de culture pour les germes aérobies, ou être en profondeur pour les germes anaérobies dont la taille, la forme, la couleur, la consistance sont caractéristiques de chaque groupe ou espèce bactérien.

2.2.3.4.1 Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale

La flore microbienne totale quantifie lors des analyses de lait sous le terme germes totaux représente une image (non exhaustive) de l'ensemble des microorganismes vivants présents dans l'échantillon de lait (**HERMIER *et al.*, 1992**). Leur dénombrement est effectué par la méthode classique en milieu gélosé dont les ensemencements sont réalisés en plaçant 1ml de la dilution choisie dans une boîte de pétri vide et on ajoutant le milieu gélosée (PCA) que l'on mélange ensuite soigneusement.

2.2.3.4.2 Dénombrement des coliformes totaux

Les coliformes sont des microorganismes d'altération. Ils sont capables d'avoir des effets néfastes sur le lait et indiquent une contamination d'origine fécale, les produits résultants ont un goût désagréable. La présence de ces germes dans le lait indique clairement que le lait a été contaminé par des matières fécales au cours de la traite ou de l'absence d'hygiène au niveau de pointe de vente. (**BENSALAH, 2010**). Nous avons utilisé le milieu désoxycholate-lactose pour l'ensemencement, il est effectué en profondeur et les cultures sont incubées à 30°C pendant 72 heures.

2.2.3.4.3 Recherche et dénombrement des halotolérants

Les bactéries halotolérantes se développent sur le milieu hypersalé de Chapman (Mannitol Salt Agar) (**MARCHAL *et al.*, 1982**). Ce milieu est retenu dans cette étude car il permet d'obtenir une croissance satisfaisante de la flore GRAM positif. L'ensemencement se fait en surface par étalement de 0.1 ml d'inoculum. L'incubation est réalisée à 37°C pendant 24 à 48 heures.

2.2.3.4.4 Recherche et dénombrement des entérobactéries pathogènes

Nombreuses entérobactéries, tels que (*Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*) sont responsables des toxi-infections et troubles intestinaux (selmonellose, shigellose..), ces bactéries se développent sur

le milieu sélectif Hektoen (gélose) L'ensemencement se fait en surface par étalement de 0.1 ml d'inoculum. L'incubation est réalisée à 37°C pendant 24 à 48 heures.

2.2.3.4.5 Dénombrement des bactéries lactiques

Le dénombrement des lactobacilles est réalisé sur le milieu de De Man Rogosa et Sharpe (MRS) (MARCHAL *et al*, 1982). Les bactéries lactiques (BL) sont largement impliquées dans la fabrication de produits laitiers fermentés du fait de leurs activités métaboliques particulières. La production d'acide lactique est essentielle à la production de produits laitiers fermentés et elle leur confère une saveur typique (AVADOGO A et TRAORE, 2011). L'ensemencement est réalisé en profondeur en doubles couches. L'incubation est à 30°C, pendant 72h (LARPENT *et al*, 1997). Les *Lactococcus* et les *Streptococcus* se développent sur le milieu M17 (gélose) (MARCHAL *et al*, 1982 ; GUIRAUD, 1998). L'ensemencement se fait en procédant par étalement de 1 ml d'inoculum. L'incubation est réalisée à 37°C pendant 24 à 48 heures.

→ exploitations des résultats

Selon la norme ISO 7218 octobre 2007 qui officialisent l'utilisation d'une seule boîte par dilution.

Le calcul du nombre d'UFC par ml ou par g de produit, consiste à faire la moyenne pondérée nombre de colonies obtenues sur deux dilutions successives dont l'une, au moins, présente un minimum de 10 colonies.

Choisir deux dilutions successives dont :

- L'une au moins présente un minimum de 10 colonies.
- le nombre maximal de colonies en totalité est de 300 par boîte.

Equation aux grandeurs :
$$N = \sum c / (V \times 1,1 d)$$

Avec :

- N = concentration en nombre d'UFC par millilitres.
- $\sum c$ = somme des colonies comptées sur les deux boîtes retenues.
- V = volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte en millilitres.
- d = dilution correspondant à la première boîte retenue ; avec l'inoculum le moins dilué.

III.

Résultats et discussion

III. Résultats et discussion

3.1 Qualité physico-chimique du lait de chamelle et du lait de vache collectés.

Les propriétés physico-chimiques du lait camelin, à savoir le pH et l'acidité Dornic ont été déterminés à titre comparatif par celle du lait bovin (tableau V).

Tableau V : Analyse comparative des paramètres physico-chimiques du lait camelin et du lait bovin collectés

Valeurs	Lait camelin	Lait bovin
pH	6.5	6.7
Acidité (°D)	17	16

3.1.1 Le pH

D'après **SBOUI *et al.* (2009)** le lait de chamelle à l'état frais est plus acide et moins dense que les laits, bovin et humain dont les valeurs du pH sont respectivement égaux à 6.6 et 7,01.

La valeur de pH de l'échantillon de lait camelin analysé dans la présente étude est de 6.5. Cette valeur se rapprochent fortement de celles rapportées par certains auteurs : 6.51 ± 0.12 (**KAMOUN, 1995**) ; $6,51 \pm 0,31$ (**ALLOUI-LOMBARKIA *et al.*, 2007**) et (**SOUID *et al.*, 2013**) ont enregistré un pH égal à 6 ,546. Tandis que d'autres auteurs ont rapporté des valeurs de pH plus faible telle que **SIBOUKEUR, 2007** ($6,31 \pm 0,15$) ; **SBOUI *et al.*, (2009)** en Tunisie (6,41) et **CHETHOUNA, 2011**(6.37 ± 0.06).

Ainsi l'échantillon de lait bovin cru analysée présente une valeur de pH de 6.7 qui est une valeur élevée comparativement au lait camelin. Cette valeur est proche à celle rapporté par **KAMOUN, 1995** (6.65 ± 0.02) et légèrement supérieure à celle rapportée par **DEBOUZ *et al.*, 2014** (6.62 ± 0.13).

La teneur relativement élevée en vitamine C du lait de dromadaire, est à l'origine du pH bas comparé au lait bovin .Il a été montré que le pH bas du lait camelin est dépendant de la teneur en citrates, phosphates et caséines, ainsi, que de l'état sanitaire de la mamelle (**SOUID *et al.*, 2013**). Il peut être attribué aussi à la forte concentration en acide gras volatils (**SIBOUKEUR, 2007**).

3.1.2 Acidité titrable

La valeur de l'acidité titrable obtenue de l'échantillon de lait camelin est de 17 °D., au contraire de 16 °D pour le lait bovin. Le lait camelin présente une acidité Dornic pratiquement égale à celle du lait bovin .Ces résultat sont toutefois comparables de ceux obtenus par

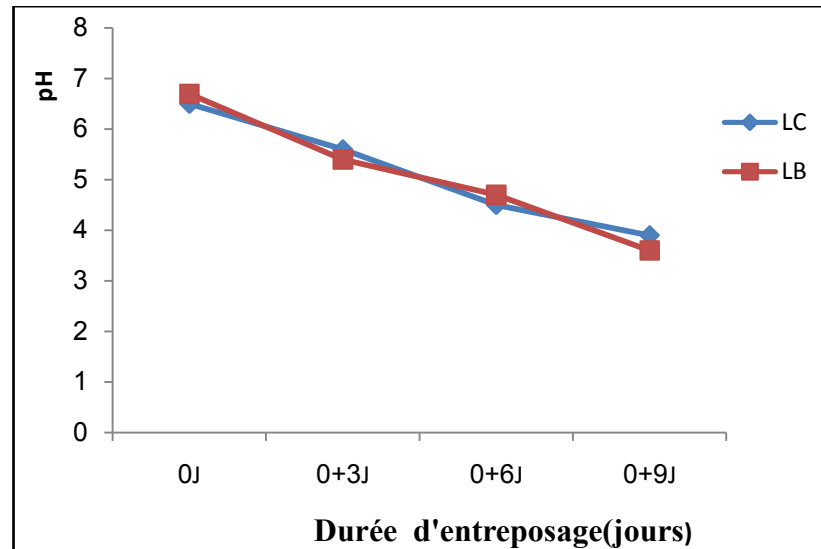
SBOUI *et al.*, (2009) en Tunisie soit ($17,2 \text{ }^{\circ}\text{D} \pm 1,03$) pour le lait camelin et $17,12^{\circ}\text{D} \pm 0,64$ pour le lait bovin.

SAWAYA *et al.* 1984 ont signalé une valeur de 15°D pour le lait de vache qui est différente de celle obtenu dans notre étude. La valeur de l'acidité titrable de lait camelin est légèrement inférieur de celle obtenu par **SIBOUKER, 2007** soit ($18,2 \text{ }^{\circ}\text{D} \pm 2,93$) et plus supérieur à celle de **SIBOUKER, 2011** soit ($14,5 \pm 1,3720$). L'acidité titrable, qui témoigne de l'état de fraîcheur du lait et de sa richesse relative en caséines, phosphates, citrate, hydrogénocarbonate et lactates, varie en sens inverse avec le pH (**SIBOUKER, 2007**). Les variations dans la valeur l'acidité sont généralement dues à la variation de l'alimentation des animaux, aux conditions environnementales, ainsi qu'à la période de lactation.

3.1.3 Evolution du pH et de l'acidité du lait à température ambiante.

Les échantillons de lait frais sont mis à température du laboratoire ($25 \text{ }^{\circ}\text{C}$) après détermination du pH et de l'acidité à l'état frais. Ces deux paramètres sont mesurés au cours de l'entreposage du lait. Les variations sont mesurées le matin au 1^{er}, 3^{ème}, 6^{ème} et 9^{ème} jours. Les résultats obtenus montre que le lait bovin s'acidifier plus rapidement que le lait camelin, il montre une pH de 5.4 au bout de deux jours d'entreposage par contre le pH mesuré pour le lait camelin et de 5.6. En comparaison avec du lait camelin, le lait bovin s'acidifient un peu rapide à partir le 3^{ème} jour, en revanche le lait camelin s'acidifiant lentement et atteint un pH de 3.9 après dix jours d'entreposage. Ceci peut être expliqué par l'effet tampon du lait camelin qui est plus élevé par rapport au lait bovin (**MAHBOUB *et al.*, 2010**).

L'acidité titrable est proportionnellement inverse avec le pH. En effet le lait bovin atteint un valeur d'acidité de 34°D , et 27°D pour le lait camelin après deux jours d'entreposage et on peut constaté que c'est une lente évolution, au 9^{ème} jours on observe une augmentation remarquée de l'acidité pour les deux types de lait dont le lait bovin se caractérise par une valeur élevé (81°D) que le lait camelin (70°D), cette augmentation est due principalement au production de l'acide lactique et autres acides issus de dégradation des sucres dans le lait par des microorganismes présents.



LC: lait camelin ; LB: lait bovin

Figure 05: Evolution du pH du lait camelin et lait bovin enterposés à température ambiante (25°C).

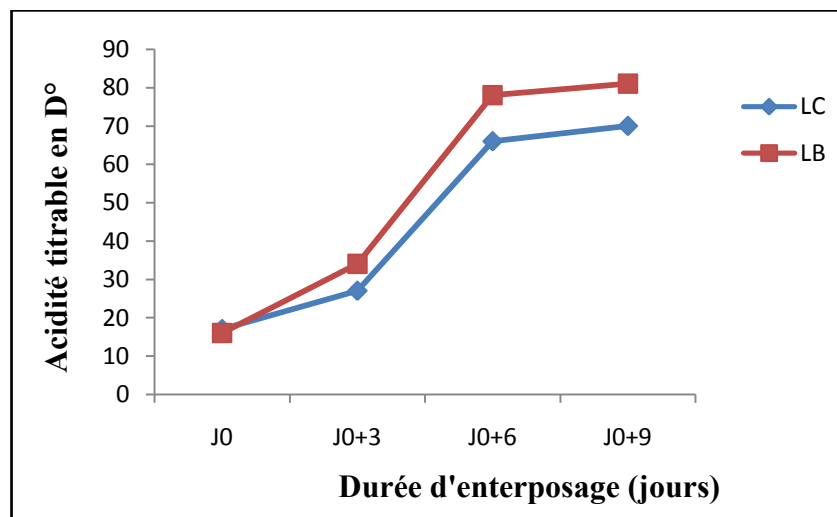


Figure 06: Evolution de l'acidité titrable du lait camelin et bovin enterposés à température ambiante (25 °C)

3.2 Qualité microbiologique

3.2.1 Estimation de la qualité hygiénique de lait camelin et lait bovin collectés.

Tableau VII: Résultat de teste de la réductase.

Echantillon	Temps de décoloration au bleu de Méthylène
Lait camelin cru	2 heures et demi
Lait bovin cru	3 heures

La fraîcheur du lait collecté a été aussi évalué par l'estimation de sa charge globale en microorganisme 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'animal qui peuvent se trouver dans le lait (GUIRAUD, 1998). La durée de décoloration du bleu de méthylène des échantillons de lait sont différents dont le lait de chamelle a décoloré après deux heures et demi par contre le lait de vache a décoloré après 3 heures (annexe 02). Les deux laits pourraient avoir une charge microbienne comprise entre 2×10^5 à 2×10^6 , et ils peuvent être ayant une qualité bonne à passable. D'après ces résultats on peut estimer que le lait de chamelle est plus chargé en microorganismes en comparaison au lait de vache.

3.2.2. Examens macroscopiques des colonies

Les caractéristiques des différents types de colonies en fonction des milieux de cultures sont illustrées dans le tableau VIII :

Tableau VIII: Caractéristiques des différents types de colonies en fonction des milieux de culture

Milieux de Culture	Germes Recherchés	Caractéristiques macroscopiques						
		Forme	Couleur	Aspect de la surface	Opacité	Consistance	Contour	Taille
Désoxy-Cholate-lactose	Coliformes Totaux	Rond Bombée	Rosâtre rouge	Lisses	opaque	Crémeuses	régulier	1- 3 mm
Chapman	Germes halotolérants	Rond	Jaune blanche	Rugueuse Lisse	opaque	Muqueuses	régulier	1-3 mm
Hektoen	les entérobactéries pathogènes.	Rond Bombée	verte saumon	Lisses	opaque	Visqueuse Crémeuses	régulier	2 - 4 mm
PCA	flore aérobie mésophile totale (FAMT)	Rond Plat Bombé	Blanche Jaune	Lisses	translucide	Muqueuses	régulier	2 – 6 Mm
MRS	Lactobacilles	Rond	blanche	Lisses	opaque	Crémeuses	régulier	1 - 3 mm
M17	<i>Lactococcus du lait</i>	Rond Bombé	blanche jaune	Lisses	opaque	Crémeuses	régulier	1 - 5 mm

3.3. Evolution quantitative des micro-organismes au cours de la fermentation du lait camelin et bovin.

Afin d'évaluer l'évolution de lait camelin en comparaison avec celle bovin durant l'entreposage à 25°C, nous avons procédé au dénombrement de Cinq groupes bactériennes cités ci-dessus du lait au cours de sa fermentation.

3.3.1. Evolution de la flore mésophile aérobie totale

L'évolution de la flore aérobie mésophile (FAMT) cultivé sur milieu PCA à 30°C/72h, du lait camelin et bovin cru entreposés à température ambiante est illustré par la figure (06). La FAMT du lait camelin a augmenté durant les premiers quatre jours d'entreposage mais avec un taux faible, et commence à se démunie à partir du 4^{ème} jour en fonction du temps d'entreposage, et atteint un nombre de 1.2×10^4 UFC/ml au j_{0+12} . Par contre le nombre de ces germes augmente nettement dans le lait bovin. Ce qui peut être expliqué par l'effet autoépuratif de lait camelin (CHETHOUNA, 2018) et qui est absent chez le lait bovin ou moins efficace.

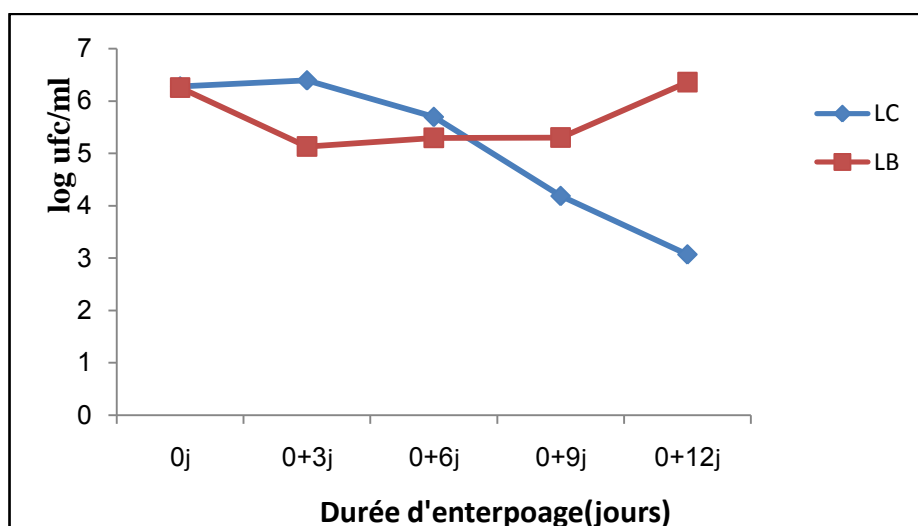


Figure 07: Evolution de la flore aérobie mésophile totale du lait camelin et bovin entreposés à la température ambiante (25°C°).

3.3.2. Evolution de la flore halotolérante

Le taux des germes halotolérants au premier jour est plus élevé dans le lait camelin que du lait bovin, de fait que le lait camelin est plus salé que le bovin. L'évolution des bactéries halotolérantes du lait camelin et bovin entreposés à la température ambiante est illustrée par la figure(07); après trois jours d'entreposage on remarque une diminution du taux de germes halotolérants dans le lait camelin et une légère augmentation pour le lait bovin. A partir du j_{0+3} au j_{0+9} les germes dans les deux laits présentent la même allure; leur nombre augmente

rapidement à partir du quatrième jour. Cette constat peut être expliqué par une faute de manipulation.

Dés le j_{0+9} on observe une diminution dans le taux des germes halotolérants dans le lait camelin plus important que dans le lait bovin. Ceci suggère un effet antimicrobien du lait camelin et bovin contre cette flore. **EL-SAYED *et al* (1992)** ont constatés un effet bactériostatique du système protecteur naturel du lait camelin contre la flore à GRAM⁺ mais bactéricide contre les bactéries à Gram⁻.

En effet le PP3 possède un effet inhibiteur remarquable contre les bactéries halotolérantes (**SIBOUKER, 2007**). D'autres auteurs estiment que cet effet commun au lait des mammifères, est du particulièrement à l'action du lactoperoxydase. Quant au lait de chamelle, l'activation du système LP peut produire un effet bactériostatique plus long que dans le lait de vache en raison de la présence de fortes doses (**FAO/OMS., 2005**).

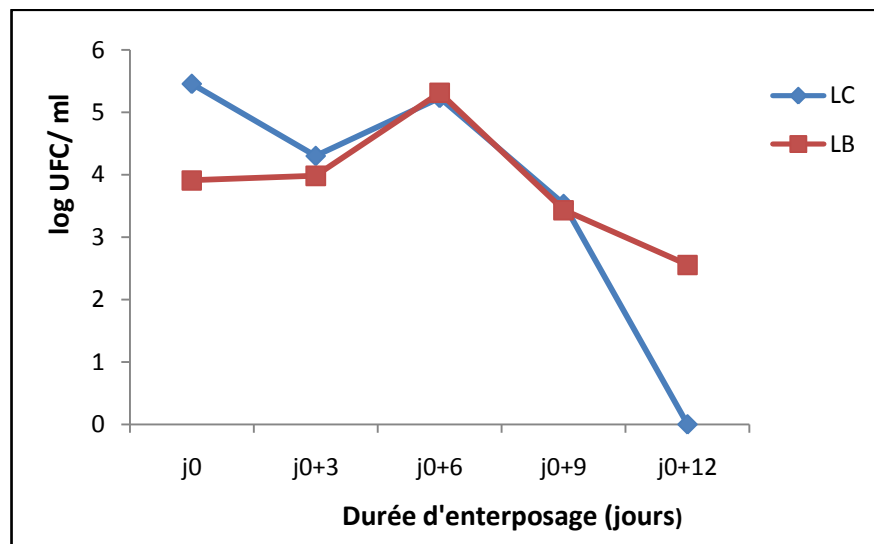


Figure 08: Evolution de la flore halotolérante du lait camelin et bovin entrposés à la température ambiante (25°C).

3.3.3. Evolution des coliformes totaux

Les coliformes totaux sont présents dans les échantillons collectés pour les deux types de lait avec des taux de (2.2×10^4) , (2.75×10^4) pour le lait camelin et bovin respectivement (figure 08). En effet, ces laits chargés en coliformes, sont susceptibles de provoquer des infections gastro-intestinales chez les sujets qui viendraient à les consommer sous cette forme. Cette flore de

contamination cultivée sur milieux désoxycholate-lactose est diminuée au bout de six jours d'entreposage pour le lait camelin, aussi pour le lait bovin.

Constatons que le taux de coliformes présents dans les deux laits devient faible après trois jours d'entreposage même si l'acidité développée n'est pas élevée (27° et 34°), Ce résultat suggère que cette flore n'est pas inhibée par l'acidité mais probablement par des facteurs présents dans le milieu tels que les protéines et peptides à activités antimicrobiennes.

A partir de septième jour jusqu'à dixième jour on remarque une augmentation du taux de ses germes dans les deux types de lait ce qui est expliqué probablement par recontamination du lait durant l'entreposage, puis on remarque une diminution pour le lait bovin, et une absence totale pour le lait camelin après dixième jour de fermentation.

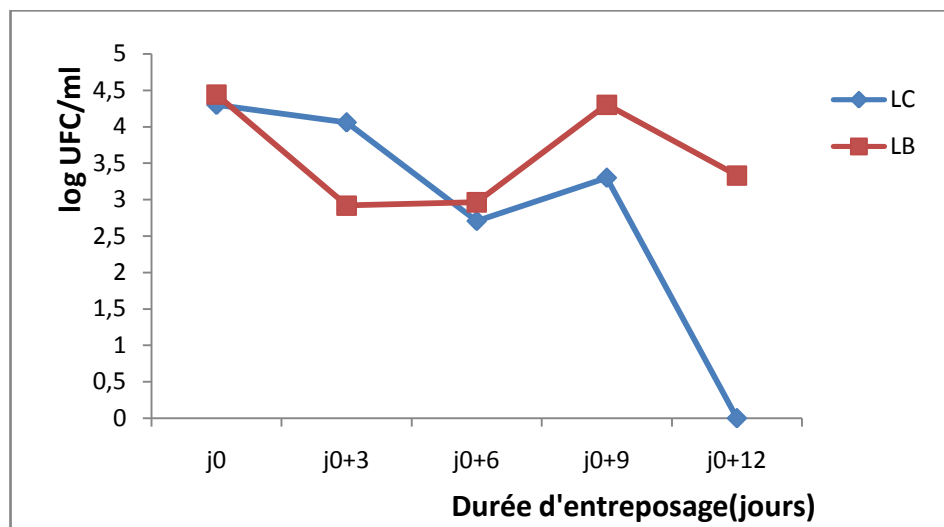


Figure 09 : Evolution des coliformes totaux dans le lait camelin et bovin entreposés à la température ambiante (25°C).

3.3.4. Evolution des entérobactéries pathogènes.

Les entérobactéries peuvent être pathogènes, leur isolement est conforté par l'utilisation du milieu Hektoen, particulièrement sélectif pour l'isolement du *Salmonella* et *Shigella*, les résultats obtenus indiquent que nos échantillons du lait ont subi une contamination exogène par ces bactéries. Pour leur évolution (figure 09) on remarque une diminution lente durant les sept premiers jours pour les deux types de lait et une absence totale dans le lait camelin et bovin au bout de dixième jour et treizième jour respectivement.

Le lait fermenté est riche en bactéries lactiques qui renforcent les propriétés antimicrobiennes contre des germes pathogènes (KONUSPAYEVA *et al.*, 2004). En effet, leur diminution durant le stockage, a vraisemblablement pour origine l'effet des bactériocines produites par les bactéries lactiques et les substances inhibitrices naturelles du lait camelin (SIBOUKEUR, 2007).

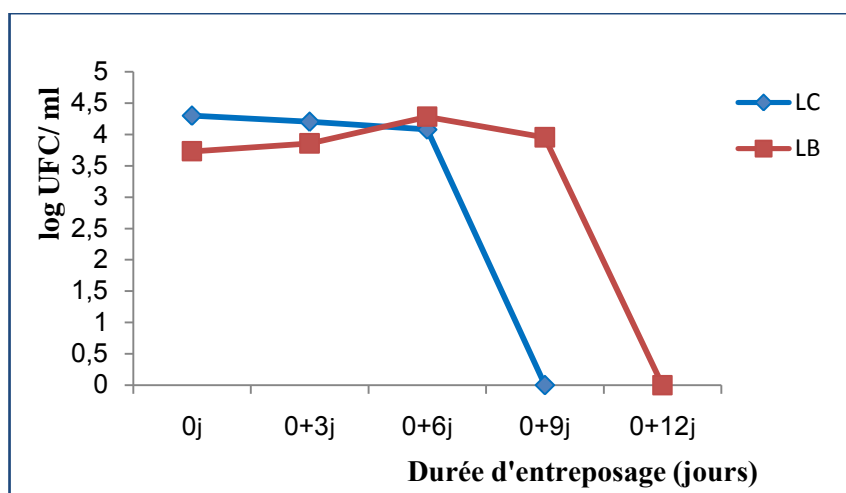


Figure 10: Evolution des entérobactéries pathogènes du lait camelin et bovin entreposés à la température ambiante (25°C).

3.3.5. Evolution des bactéries lactiques

Les résultats relatifs à l'évolution de la flore lactique du lait camelin et bovin analysés sont illustrés par les figures (10 et 11). Le nombre des Lactobacilles cultivés sur milieu MRS augmente au cours d'entreposage pour le lait bovin et camelin. **BOURGEOIS et LARPENT, (1996)** ont indiqué que les lactobacilles ont une bonne croissance dans un milieu à pH entre 4.5 – 6.4 mais s'arrête à pH=4.0-3.6, ce qui peut expliquer cette constatation.

Le nombre des Lactocoques cultivés sur milieu M17 présente aussi une évolution relativement lente lorsque le milieu est devenu plus acide, Selon **VAGIONULA, 2002** quelques espèces du *Lactococcus* telles que *Lc.Cremoris*, *Lc.Lactis*, *Lc.diacetylactis* ont une croissance optimale à pH entre 6 - 6.5, ce qui peut expliquer leur lente évolution à pH bas.

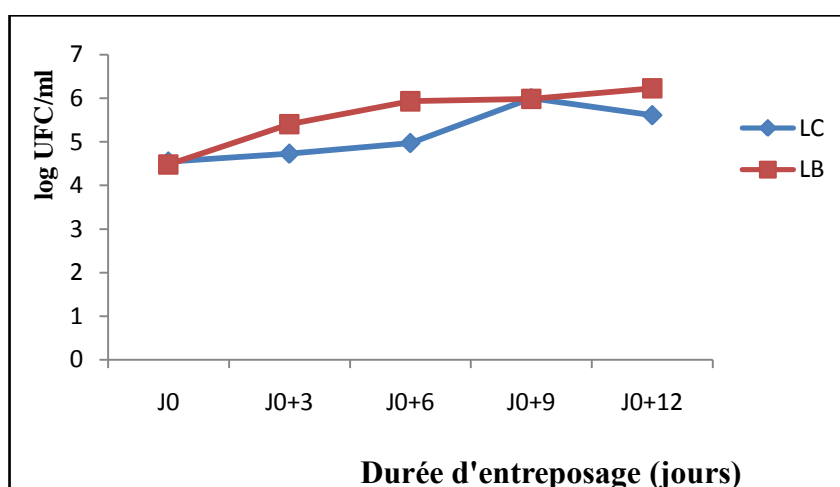


Figure 11: Evolution des lactobacilles dans le lait camelin et bovin entreposés à la température ambiante (25°C)

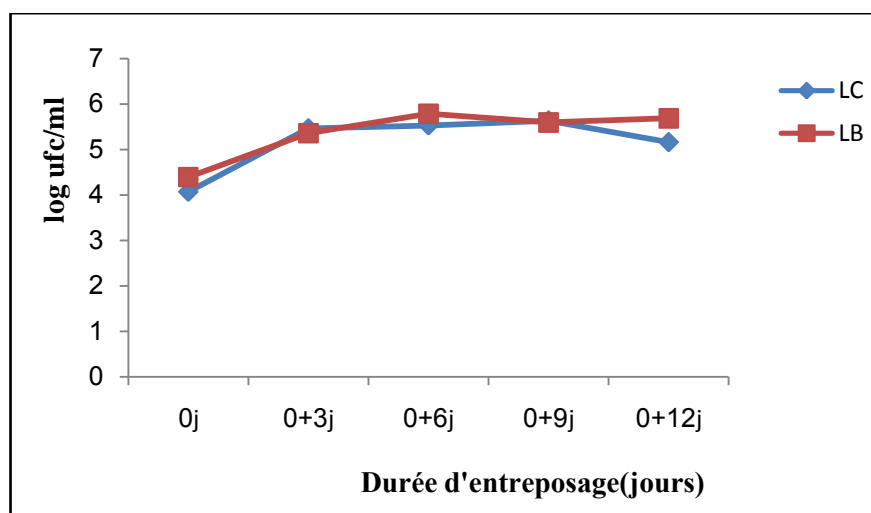


Figure 12: Evolution des Lactocoques du lait camelin et bovin entreposés à la température ambiante (25°C)

3.4 Effets de la fermentation sur la flore microbienne de lait camelin et bovin

Afin de déterminer l'effet de la fermentation sur la flore microbienne de lait camelin et bovin, nous avons dénombré quelques flores bactériennes avant et après la fermentation. Les résultats sont illustrés dans le tableau IX.

Tableau IX: Tableau récapitulatif de résultats de dénombrement de quelque flore de lait camelin avant et après la fermentation.

Groupe de micro-organismes	Nombre des germes (UFC/ml)			
	Lait camelin cru	Lait camelin fermenté	Lait bovin cru	Lait bovin fermenté
Flore aérobie Mésophile	1.91×10^6	1.2×10^4	1.8×10^6	2.3×10^6
Bactéries Halotolérantes	28.6×10^4	-	8.1×10^3	3.6×10^2
Entérobactéries pathogènes	2×10^4	-	5.4×10^3	-
Coliformes totaux	2.2×10^4	-	2.75×10^4	2.14×10^3
Lactobacilles	2.2×10^4	4.05×10^5	3×10^4	1.68×10^6
Lactocoques	1.18×10^5	1.45×10^5	8.8×10^5	49×10^5

-: absence totale des germes.

3.4.1 La flore aérobique mésophile totale

Le dénombrement de la flore mésophile aérobique totale dans le lait cru révèle une quantité de 1.91×10^6 (UFC/ml) et 1.8×10^6 (UFC/ml) pour le lait camelin et bovin respectivement (annexe 06). Ce résultat indique que le lait de chamelle est plus chargé en microorganismes.

Calvo et Olano (1992) signalent que quand le lait est collecté sous des conditions hygiéniques convenables, sa flore totale ne dépasse pas 10^3 à 10^4 UFC/ml (MALE *et al.*, 2003). Ainsi la réglementation nationale s'accorde sur le fait qu'une charge supérieure à 10^5 UFC/ml signifie une contamination importante (AGGAD *et al.*, 2009). La charge microbienne élevée dans le lait de chamelle peut être due à des mauvaises conditions d'hygiène lors de la traite ou de la conservation qui entraînent une contamination du lait et les fortes températures dans les zones arides et semi-arides favorables à la croissance des microorganismes.

A la fin de la fermentation du lait de chamelle, les germe totaux révèle une diminution importante d'après les résultats obtenus, ce qui montre l'intérêt de la fermentation du lait cru pour réduire sa charge microbienne, au contraire le taux de ces germes dans le lait de vache fermenté est reste élevée (2.29×10^6 UFC/ml) donc la fermentation n'a pas un effet efficace sur cette flore pour le lait bovin.

3.4.2 Flore pathogène et de contamination

Les résultats relatifs à l'analyse bactériologique, indiquent une absence totale de la flore pathogène (les entérobactéries pathogène , les bactéries halotolérantes (*Staphylocoques sp*) et les coliformes totaux) dans le lait de chamelle fermenté, et elle a marquée une diminution dans le lait de vache pour les bactéries halotolérantes (*Staphylocoques sp*) et les coliformes totaux, puisque les entérobactéries pathogène sont détruites .Ces résultats sont comparables avec les travaux de (SIBOUKER, 2007) et (CHETHOUNA, 2011) réalisés sur le lait de chamelle .On constate que ces bactéries étant sensibles à la fermentation ou à vrais terme au composés élaborés lors de la fermentation du lait.

3.4.3 Flore lactique

Les bactéries lactiques produisent de nombreux métabolites ont des propriétés antimicrobiennes telles que les acides organiques, le dioxyde de carbone et le diacétyle. Elles jouent un rôle important hygiénique en abaissant le pH et en sécrétant une variété de composés inhibiteurs qui empêchent le développement de bactéries indésirables (ZAROOUR *et al.*, 2013).

D'après le tableau, la flore lactique étudiée regroupe les Lactocoques et les Lactobacilles, leur dénombrement a révélé des quantités importantes dans les deux types du lait cru avec un taux élevé pour les Lactocoques. La quantité de ces deux

genres est augmentée à la fin de la fermentation à cause de leur capacité à se développer à bas pH. L'importance de la flore lactique du lait de chamelle favorise l'inhibition de la flore de contamination qui se développe au cours de la fermentation. Plusieurs études ont montrés l'absence ou la faible concentration d'entérobactéries des coliformes, des *s.aureus* et des Clostridium sulfito-réducteurs à la fin de la fermentation tels que rapportés par **HASSAN *et al.*, (2008)** et **ABDEL RAHMAN *et al.*,(2009)**.

Conclusion

Conclusion

Le lait de chamelle est un aliment spécifique par son aspect, sa composition et son comportement vis-à-vis aux changements des conditions du milieu. Malgré tous ses avantages et sa richesse en molécules antibactériennes (lysozymes, protéines de reconnaissance du peptidoglycane, lactoperoxydase, lactoferrine... etc.) par rapport à son analogue le lait bovin, il est loin d'être aussi populaire. La richesse de lait en nutriments le rend rapidement altérable par voie microbienne.

A travers cette étude, nous avons intéressés d'apporter une modeste contribution en étudiant l'évolution de quelques flore microbiennes banale et de contamination du lait camelin entreposé à la température ambiante en le comparant à celle du lait bovin, et en déterminant l'effet de la fermentation sur ses flores . Pour se fait nous avons procédé à l'analyse physico-chimique, microbiologique avant et après la fermentation du lait camelin et bovin.

L'analyse physico-chimique de lait camelin et bovin collectés avant et après la fermentation a montré que la valeur de pH a diminué après la fermentation où le pH de lait cru est 6,5 et 6.7 pour le lait camelin et bovin respectivement, et celle fermenté à température moyenne de 25°C au bout de dix jours est de 3.9 et 3.6 respectivement .Par contre l'acidité titrable a augmenté pour les deux types de lait, dont le lait camelin cru présente une valeur de 17°D au contraire de 16°D pour le lait bovin, en effet la fermentation du lait a nous permet de déterminer des valeurs plus au moins élevés d'acidité ; 70°D et 81°D pour le lait camelin et bovin respectivement.

La qualité hygiéniques de ces échantillons de lait analysés semble acceptable puisque le temps de réduction du bleu de méthylène est estimé de 2 heures et demi pour le lait camelin et 3 heures pour leur analogue bovin ce qui montre que les laits collectés sont plus ou moins contaminés.

Le suivi de l'évolution de la flore lactique et de trois groupes de micro-organismes indésirables a permis de mettre en évidence une autoépuration particulière et très efficace du lait camelin par rapport au lait bovin durant ses transformation artisanale en lait fermenté. Cette conclure est fondée sur des résultats obtenus:

- Le taux des bactéries lactiques augmente dans les deux laits.
- La flore aérobie totale a diminué dans le lait camelin est augmenté dans le lait bovin.
- Les bactéries halotolérantes, les coliformes totaux et les entérobactéries pathogènes passent respectivement de 28.6×10^4 UFC/ml, 2.2×10^4 UFC/ml et 2×10^4 UFC/ml à 0 UFC/ml dans le lait camelin, et elles ont marquées une diminution dans le lait de vache pour les bactéries halotolérantes (*Staphylocoques sp*) et les coliformes totaux, puisque

les entérobactéries pathogènes sont détruites. Enfin au terme de cette modeste étude, nous pensons qu'il serait intéressant d'approfondir l'étude des analyses physico-chimiques et microbiologique du lait de chamelle sur un échantillon plus large comportant des laits individuels, collectés dans des régions différentes.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

AFSSA., (2007). Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif aux critères microbiologiques exigibles pour le lait cru de bovin livré en l'état et destiné à la consommation humaine. Saisine n°2007-SA-0149.

AGGAD H., MAHOUZ F., Y. AHMED AMMAR Y.A et KIHAL M.(2009). Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. *Revue Méd. Vét.*, 2009, **160**,12,590-595.

AKHMETSADYKOVA S H.,(2012): Impact de la pollution sur la qualité du lait de chamelle au Kazakhstan. Thèse de Doctorat en Biotechnologie, Microbiologie. Université Nationale Kazakh al-Farabi.

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

ALLOUI-LOMBARKIA O., GHENAM E-H., BACHA A et ABEDEDDAIM M.(2007): Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle et séparation de ses protéines par électrophorèse sur gel de polyacrylamide. *Renc. Rech. Ruminants*, 14.

AVADOGO A et TRAORE A-S .(2011): La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et laits fermentés. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(5) 2057-2075. ISSN 1991-8631.

BARBOUR et al., 1984 cité par EL-AGAMY, 2009.

BAROIN C. (2011):Lait de chamelle, lait de vache: production, qualités et usages chez les Toubou (Tchad, Niger). BIEULAC-SCOTT Maggy. Cultures des laits du monde, Actes du colloque " Cultures des Laits du Monde ", 6 et 7 mai 2010, Paris, Museum National d'Histoire naturelle, Paris : Les Cahiers de l'Ocha, pp.104-116, 2011, n° 15.hal-00749428.

BEAL C., HELINCK S.(2019):Fermentation lactique. Fabrication des yaourts et des laits fermentés. F6315 v2.

BEN-AISSA M. (1989): Le dromadaire en Algérie. Options Méditerranéennes – Série Séminaires (02), 19-28.

BENGOUMI M et FAYE B (2015): Production laitière cameline au Maghreb .CEHEM.

BOUHADDAOUI S., CHBIR R., ERRACXHIDI F., EL GHADRAOUI L., EL KHALFI B., BENJELLOUM M and SOUKRI A.(2019):Study of the biochemical biodeversity of Came Milk. Research Article. Hindawi, The Scientific World Journal, Article ID 2517293,7p.

BOUKROUH N (2004): Méthodes officielles d'analyses microbiologiques et physico-chimiques relatives aux laits et produits dérivés. Journal officiel de la république Algérienne n°70.

BOUKROUH N (2005): Méthodes officielles d'analyses microbiologiques et physico-chimiques relatives aux laits et produits dérivés. Journal officiel de la république Algérienne n°42.

BOURGEOIS et LARPENT, (1996) cité par **CHETHOUNA, 2011.**

BOUMEHRIA A -Z.,(2009).Identification et caractérisation technologique et fonctionnelle des souches *Lacobacillus plantarum* isolés du lait cru de chèvre et de chamelle. Mémoire de Magister

BOUSSOUAR N.,(2017): Caractérisation technologique et sanitaire des Enterocoques isolés à partir de lait de chamelle du Sud-ouest Algérien. Thèse de doctorat en Microbiologie. université Aboubekr Belkaid Tlemcen.

BRISABOIS A., LAFARGE V., BROUILLAUD A., DE BUYSER M-L., COLLETTE C., BASTUJI G-B et THOREL M-F.(1997): Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : situation en France et en Europe. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 16 (1), 452-471.

Chamelle. Actes de l'Atelier International sur : "Lait de chamelle pour l'Afrique", 5-8

CHEHMA A. (2003): Productivité pastorale et productivité laitière en Algérie. Actes de l'Atelier International sur : "Lait de chamelle pour l'Afrique", 5-8 Novembre, Niger.

CHETHOUNA F. (2011). Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Mémoire de Magister. Université Kasdi Merbah Ouargla.

CHETHOUNA F., SIBOUKEUR O., BOUDJENAH HAROUN S. (2018): Evolution of the contamination flora of camel milk collected locally during spontaneous fermentation, Vol. 74 | No. 4/1, International Journal of Sciences and Research ponte, florence Italy.

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

DELLAGLIO F.,DE ROISSARD H., TORRIANI S., CURK M.C et JANSSENS D.(1994): Caractéristiques générales des bactéries lactiques. Acte de " Bactéries lactiques" Vol 1. De Roissard et Luquet FM (ed). Lorica : Uriage.25-116.

DESMASURES N et BEUVIER E. (2011).Partie 1 : Nature et quantité de microflore des laits in "Microflore du lait cru"; Ouvrage collectif coordonné par Cécile Laithier (Institut de l'Élevage) Juillet 2011.

EBIENGER et al ,2008 in MOSBAH, 2019.école inter-états des sciences et médecine vétérinaires (e.ls.m.v.).

EL HAJJI H., BENCHERIF Y., et BADALLA F-Z .(2017): Lait de chamelle, un super aliment ? fini le régime sans lait. Interview du Dr. Khayati.

EL-AGAMY cite par **Park , 2009.**

- ELAGAMY E-I., RUPPANNE R., ISMAIL A.,CHAMPAGNE C. P AND R. ASSAF.(1996):** Purification and Characterization of Lactoferrin, Lactoperoxidase, Lysozyme and Immunoglobulins from Camel's Milk. *bat. Duir~ Journal* 6. 129-145.
- EL-AGAMY E. I .,(2009):** Bioactive Components in Camel Milk in "Bioactive Components in Milk and Dairy Products"159.
- FAO. 2013.** Caractérisation phénotypique des ressources génétiques animales. Directives FAO sur la production et la santé animales No. 11. Rome.
- FAO/OMS.(2005):**Avantages et risques potentiels du système lactoperoxydase pour la conservation du lait cru. Rapport d'une réunion technique FAO/OMS. Siège de la FAO Rome, Italie.
- FAYE B,(2019):** La marchandisation du lait de chamelle et la « périurbanisation » de l'élevage camelin : quel modèle de développement? 3^{es} rencontre International sur le lait vecteur de développement.
- FAYE B., (2003):**Performances et productivité laitière de la chamelle: les données de la littérature. Actes de l'Atelier International sur : "Lait de chamelle pour l'Afrique", 5-8 novembre, Niamey, Niger.
- FAYE B., BERDIYEV M et SAPAROV G.(2006):** Les produits laitiers à base de lait de chamelle au Turkménistan. Les Camélidés. CIRAD. Web des savoirs. Dakar, Sénégal.
- FAYE B., JAOUAD M., BHRAWI K., SENOUSSIA et BENGOUMI M.(2014):** Elevage camelin en Afrique du Nord : état des lieux et perspectives. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, , 67 (4) : 213-221.
- FELIACHI K.,(2003):** Rapport nationale sur les ressources génétiques animal. Commission nationale (CN AnGR).Ministère de l'agriculture et développement rural.
- GUIRAUD J.P., (1998).** Microbiologie alimentaire. Ed. Dunod, Paris.
- HAMIDI A-R.,(2009):**Etude du potentiel probiotique et technologique du Lactobacilles isolés du lait cru de chamelle. Mémoire de Magister. Université d'ORAN.
- HARK D.(2008):**Contribution à l'étude de la diversité génétique des population camelines(genre *Camelus*)dans la région du Hoggar (sud Algérien).Thèse de Magister en science agronomique. Institut National Agronomique EL- Harrach-Alger.
- HERMIER J., LENOIR J et WEBER F.(1992):** Les groupes microbiens d'intérêt laitier in Réseau fromage terroir.2005,Fiche de synthèse.
- ISO.(2007).** Dossier technique du Sujet 4 / ECE biotechnologies session 2013.
- JAKOB E., WINKLER H et HALDEMANN.(2010):** Critères microbiologiques pour la fabrication du fromage. ALP forum 2009 N° 77 f.

- KAMOUN M.(1995):**Le lait de dromadaire : production , aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. Acte de: Tisseran d J.-L.(ed.). Elevage et alimentation du dromadaire . Zaragoza: CIHEAM, p. 81 -1 03 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n.1 3.
- KAMOUN M.,(1990):** Evolution de la composition du lait de dromadaire durant la lactation : conséquences technologiques. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre 1994, Nouakchott, Mauritanie.
- KANUSPAYEVA G.,(2007):**Variabilité physico-chimique et biochimique du lait des grands camélidés (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* et hybrides) au Kazakhstan. Thèse de doctorat en science des aliments. Université de Montpellier II, France
- KAPPELER S.,(1998):** Compositional and structural analysis of camel milk proteins with emphasis on protective proteins. Ph. D. thesis. Eidgenössische Technische Hochschule Swiss Federal Institute of technology- Zurich Diss. ETH n° 12947.
- KARAM N-E et KARAM H Z. (2006) :** Bactéries lactique du lait de chamelle d'Algérie: mise en évidence de souche de *Lactococcus* résistante au sel. *Tropicultua*,24, 153-156.
- KARAM Z-H., KALBAZA K., KARAM N-E.(2011):** Identification et caractéristiques technologiques de 18 souches de *Leuconostoc* isolées de lait de chamelle de Béchar. *Renc. Rech. Ruminants*, 2011, 18.
- KHASKHELI M, ARAIN M.A., CHAUDHRY S., SOOMRO A.H., and QURESHI.A.(2005):** Physico-Chemical Quality of Camel Milk. *Journal of agriculture & social sciences* 1813–2235/2005/01–2–164–166.
- KONUSPAYEVA G.,(2010):** Identité, vertus thérapeutiques et allégations: santé les produits laitiers fermentés d'Asie centrale. Saison 2 : lait , hommes cultures et société ."Culture des Laites du Monde ", à Paris, les 6 et 7 mai 2010.
- KONUSPAYEVA G., G. LOISEAU et G.,FAY B.(2004).** La plus-value "santé" du lait de chamelle cru et fermenté : l'expérience du Kazakhstan. *Renc. Rech. Ruminants*.
- LAAMECHE F., CHEHMA A. et SENOUSSE A.(2013) :** effet du régime alimentaire sur la production laitière des chameaux en système d'élevage intensif -cas de la région de Ghardaïa (Sahara septentrional Algérien). *Revue des BioRessources* .Vol 3 N 2 Décembre.
- LONCIN et GEAIRAIN J. (1950):** Virulence du mycobacterium tuberculosis dans le fromage blanc. *Le fromage blanc. Le Lait*, INRA Editions, 1950, 30 (299_300), pp.608-612.
- MAHBOUB N., TELLI A., SIBOUKEUR O., BOUDJENAH S., SLIMANI N. et MATI A. (2010):**Contribution à l'amélioration de l'aptitude fromagère du lait camelin :étude des

conditions de conservation des enzymes gastriques camelines. Annales des Sciences et Technologie Vol. 2, N° 1, Juin 2010.

MALE M., FRANCK S.G. VIAS, BENGOUMI M. (2003): Contrôle enzymatique de la pasteurisation du lait de chamelle et mise au point d'un test pratique. Actes de l'Atelier International sur : "Lait de chamelle pour l'Afrique", 5-8 Novembre, Niger.

MARCHAL *et al*,1982 cité par SIB OUKER, 2007.

MATHIEU J. (1998). Initiation à la Physico-Chimie du Lait. Tec. Doc., 1ère Ed., Lavoisier, Paris.

MEDJOUR A ., (2014). Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait collecté à partir de chameaux (*Camelus dromedarius*) conduites selon deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif), thèse Magister en Biologie, université Mohammed Khider, Biskra.

MOSBAH S., (2019): contribution à l'étude de quelques activités biologiques du lait de chamelle cru et fermenté. thèse en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en sciences biologiques (option biochimie). Université Kasdi Merbah Ouargla.

MUGERWA M-E.,(1985): Le Chameau (*Camelus dromedarius*): étude bibliographique, une publication internationale pour l'élevage en Afrique, ADDIS-ABEBA (Ethiopie). 1-2.

MUSA,1990; FAYE, 1997 cité par **OULD AHMED, 2009.**

OULD AHMED M.,(2009): Caractérisation de la population des dromadaires (*Camelus dromedarius*) en Tunisie. Thèse de Doctorat. Institut national agronomique de Tunisie.

PARGUEL P.(2011). Introduction in "Microflore du lait cru"; Ouvrage collectif coordonné par Cécile Laithier (Institut de l'Élevage) Juillet 2011.

physicochimiques et microbiologiques aptitudes à la coagulation. Thèse de Doctorat en sciences Agronomiques ; Institut national Agronomique El-Harrach-Alger,

POUEME NAMEGNI R-S.,(2006): Contribution à l'étude de la qualité microbiologique du lait dans la filière artisanale au Sénégal. thèse de doctorat. université cheikh ANTA DIOP de Dakar.

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

RAMET J.P. (1993) : La technologie des fromages au lait de dromadaire (*Camelus dromedarius*). Etude F.A.O., Production et santé animales, 113.

ROUX Y- L.(1994): Qualité protéique des laits à la production: facteurs de variation et recherche d'indicateurs de protéolyse. en vue de l'obtention du Doctorat de l'INPL. école doctorale biologie et santé de Nancy.

SANOGO M.(1994): créer une petite Fromagerie. Expériences et Protocoles. GRET.

SAWAYA et al. 1984 cité par **DEBOUZ et al., 2014**.

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. Afrique SCIENCE.

SENOUSSI C.(2011). Les protéines sériques du lait camelin collecté dans trois régions du sud algériens : essais de séparation et caractérisation de la fraction protéose peptone ; thèse Magister, université Mouloud Mammeri 04.

SIBOUKER et MATI.(2008): Etude de l'activité du composant 3 des protéose-peptone (PP3) du Lactosérum camelin contre la flore microbienne, de contamination et indigène, du lait de chamelle (*Camelus dromedarius*). Institut National de la recherche Agronomique d'Algérie.

SIBOUKEUR A et SIBOUKEUR O. (2012): Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle collecté localement en comparaison avec le lait bovin. Annales des Sciences et Technologie Vol. 4, N° 2, Novembre.

SIBOUKEUR A., (2011): Etude de l'activité antibactérienne des bactériocines (type nisine) produites par *Lactococcus lacti ssubsp lactis*, isolée à partir du lait camelin. mémoire de Magister en biologie option : microbiologie appliquée, université de Ouargla.

SIBOUKEUR O et MATI A.(2007). Evolution de la flore microbienne d'origine exogène dans le lait de chamelle (*Camelus dromedarius*) lors de sa transformation artisanale en lait fermenté. Annales de l'INRAT, 80.

SIBOUKEUR O.,(2007): Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico chimiques et microbiologiques, Aptitude à la coagulation. thèse de doctorat en Sciences Agronomiques université INA ELHarrach-Alger.

SOUID W.,(2011): Effet des bactériocines (type nisine) produites par une souche lactique isolée à partir du fromage camelin, sur une souche psychotrope ; mémoire de Magister en vue de l'obtention du diplôme de magister en biologie option : microbiologie appliquée, université de Ouargla.

SOUID W., BOUDJENAH S et SIBOUKEUR O.(2013): Etude de l'activité antibactérienne de la nisine contre *pseudomonas fluorescens*. Algerian journal of arid environment . vol. 3, n° 2, Décembre : 86-95.

VERSTRAETE K et DE REU K.(2010): Lait et produits laitiers *E. coli*, un agent pathogène alimentaire en progression. Labinfo.

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

YAGIL, 1985 cité par **SIBOUKEUR, 2007**.

ZAROUR K., BENMECHERNE Z, HADADJI M., BOUDJEMA B-M, HENNI J-E et KIHAL M. (2011):Caractérisation microbiologique et technologique des espèces de *Leuconostoc mesenteroides* isolées du lait cru de chèvre et de chamelle d'Algérie. Revue « Nature & Technologie».B- Sciences Agronomiques et Biologiques, n° 08/Janvier 2013.

Annexe

Annexe 01: Chamelles en élevage extensif



Annexe 02 : Matériel de travail.



Photo02: Bain marie



Photo03:Four pasteur



Photo04:Balance



Photo05: Etuve



Photo 06: Matériel biologique

Annexe03: Les préparations dans le laboratoire



Photo 07: Préparations des milieux de cultures



Photo 10: Préparation des dilutions décimales

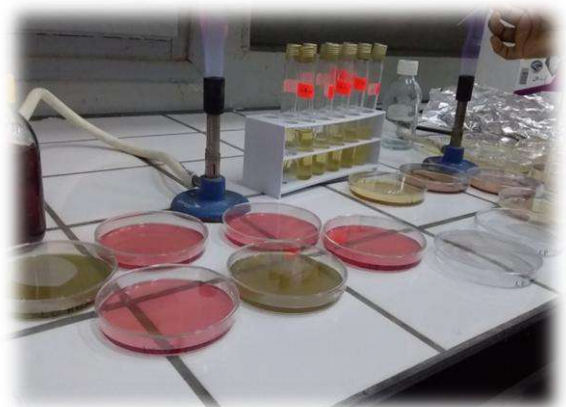


Photo 09:Ensemencement

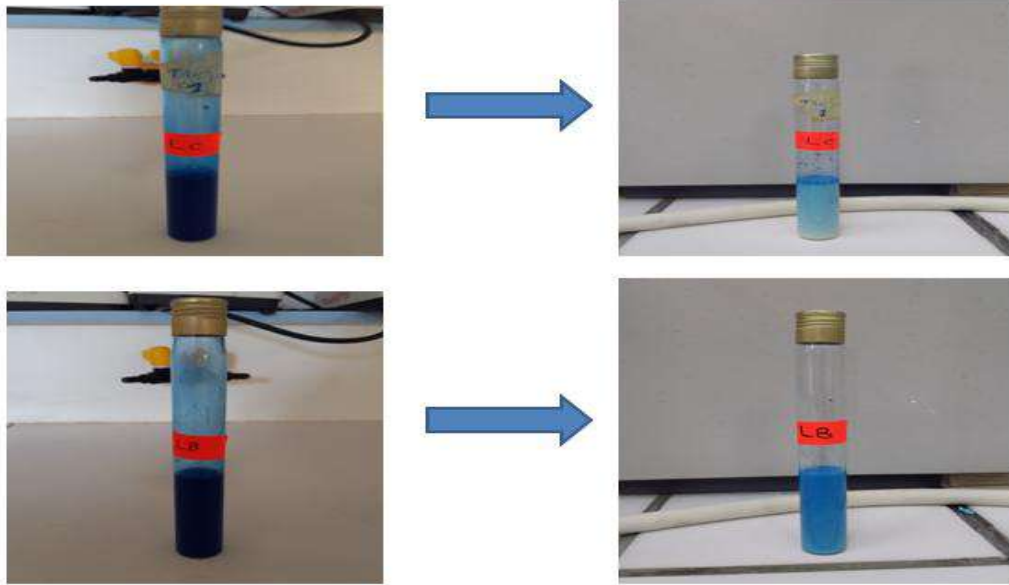


Photo10:Test de réductase



Photo11:Mesure de pH



Photo 12: Mesure l'acidité titrable

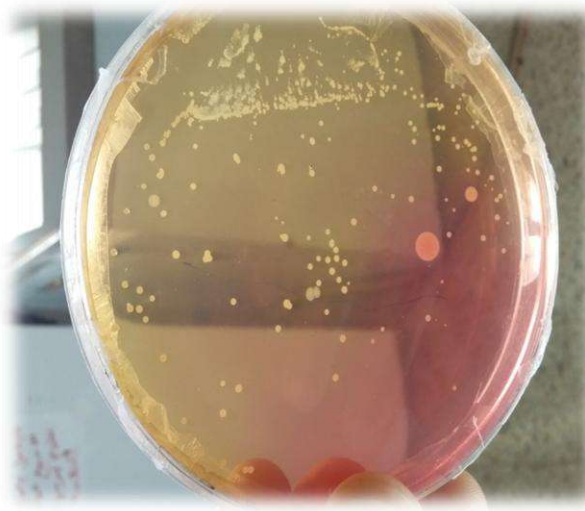
Annexe 04 : Les cultures bactériennes



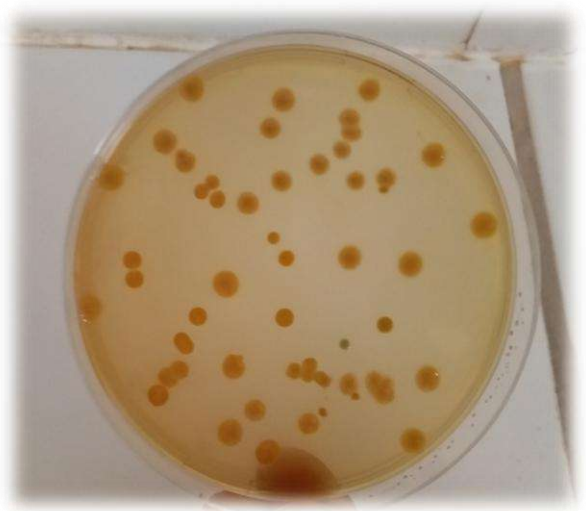
Culture bactérienne sur milieu PCA



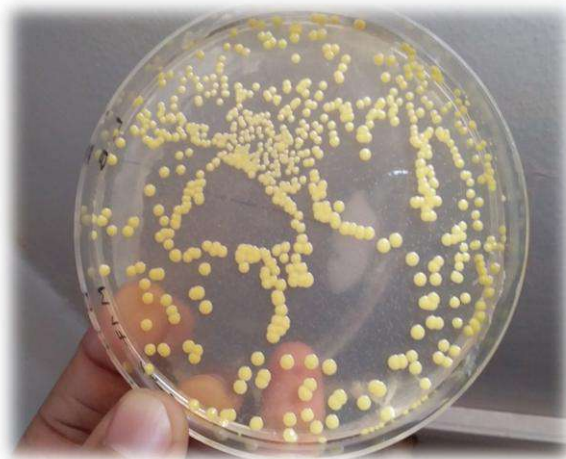
Culture bactérienne au milieu Désoxycholate



Culture bactérienne au milieu Chapman



Culture bactérienne au milieu Hektoen



Culture bactérienne au milieu M17



Culture bactérienne au milieu MRS

Annexe 05 : Les compositions des milieux de cultures**Milieu de Chapman (BOUKROUH, 2005)**

Bactopeptone.....	2 g
Extrait de viande.....	1 g
Protéose peptone.....	9 g
Chlorure de sodium.....	75 g
Mannitol.....	10 g
Bacto agar.....	15 g
Rouge de phenol	0,025 g
Eau distillée.....	1000 ml
pH final : 7,4 - 7,5	

Milieu de Hektoen (JOFFIN et LEYRAL, 2001)**composition**

Protéose-peptones.....	12g
Extrait de levure.....	3g
Chlorure de sodium.....	5g
Thiosulfate de sodium.....	5g
Sels biliaries.....	9g
Salicine.....	2g
Lactose.....	12g
Saccharose.....	12g
Fuschine Acide.....	0.1g
Bleu de bromothymol.....	0.065g
Gélose.....	13g
Eau distillée.....	1000 ml
pH 7.5 (environ)	

Milieu au Désoxycholate lactose (BOUKROUH,2005)**Compositions**

Peptone	10 g
Lactose.....	10 g
Désoxycholate de sodium.....	0,5 g
Chlorure de sodium.....	5 g
Citrate de sodium.....	2 g
Agar agar	12 à 15 g
Rouge neutre.....	0,03 g
Eau distillée	1000 ml

Milieu PCA (*Plate count agar*)**Compositions**

Tryptone.....	5,0g
Extrait de levure.....	2,5 g
Glucose.....	1,0 g
Agar.....	15,0 g
Eau.....	1000 ml

pH= 7,0

Milieu M17 (BOUKROUH,2004)**Compositions (g/l)**

Peptone 1 (hydrolysate trypsique de caséine).....	2,50 g
Peptone 2 (hydrolysate pepsique de viande).....	2,50 g
Peptone 3 (hydrolysate papaenique de soja).....	5,00 g
Extrait de levure déshydratée.....	2,50 g
Extrait de viande.....	5,00 g
B-glycérophosphate (sel disodique).....	19,00 g
Sulfate de magnésium heptahydrate.....	0,25 g
Acide ascorbique.....	50 g
Agar-agar.....	9-18 g
Eau.....	1000 ml

Milieu MRS (BOUKROUH,2004)**Compositions**

Peptone 1	10 g
Extrait de viande	10 g
Extrait de levure déshydraté	5 g
Glucose	20 g
Tween 80.....	1 ml
Hydrogène-orthophosphate dipotassique.....	2 g
Acétate de sodium, trihydraté.....	2 g
Citrate d'ammoniaque.....	2 g
Sulfate de magnésium	0,2 g
Sulfate de manganèse	0,05 g
Agar-agar.....	9-18 g
Eau	1000 ml

Annexe 06: Evolution de lait**1- Evolution du pH**

Lait	LC	LB
J0	6.5	6.7
J0+3	5.6	5.4
J0+6	4.5	4.7
J0+9	3.9	3.6

2- Evolution de l'acidité Dornic

Lait	LC	LB
J0	17	16
J0+3	27	34
J0+6	66	78
J0+9	70	81

3- Evolution de la flore aérobie mésophile totale

Lait	LC	LB
j0	1.91×10^6	1.8×10^6
j0+3	2.5×10^6	1.36×10^5
j0+6	5×10^5	2×10^5
j0+9	1.54×10^4	2.03×10^5
j0+12	1.2×10^4	2.3×10^6

4- Evolution des Coliformes totaux

Lait	LC	LB
j0	2×10^4	2.75×10^4
j0+3	1.15×10^4	8.3×10^3
j0+6	5.1×10^2	9.2×10^2
j0+9	2×10^3	2×10^4
j0+12	0	2.14×10^3

5- Evolution des halotolérants

Lait	LC	LB
j0	2.86×10^5	8.1×10^3
j0+3	2×10^4	9.6×10^3
j0+6	1.7×10^5	2.05×10^5
j0+9	3.4×10^3	2.7×10^3
j0+12	0	3.6×10^2

6- Evolution des entérobactéries pathogènes

Lait	LC	LB
j0	2×10^4	5.4×10^3
j0+3	1.6×10^4	7.2×10^3
j0+6	1.2×10^4	1.92×10^4
j0+9	0	9×10^3
j0+12	0	0

7- Evolution des Lactobacilles

Lait	LC	LB
j0	3.5×10^4	3×10^4
j0+3	5.3×10^4	2.54×10^5
j0+6	9.3×10^4	8.5×10^5
j0+9	9.9×10^5	9.6×10^5
j0+12	4.05×10^5	1.68×10^6

8- Evolution des Lactocoques

Lait	LC	LB
j0	1.18×10^4	2.5×10^4
j0+3	2.92×10^5	2.32×10^5
j0+6	3.4×10^5	6.2×10^5
j0+9	4.34×10^5	3.98×10^5
j0+12	1.45×10^5	4.90×10^5