UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Science de la Nature et de la Vie

Spécialité : Microbiologie appliquée

Présente par : BEZZALLA Fatiha

GOUTTAYA Amel

Thème

Etude de la qualité microbiologique du lait camelin collecté localement en mi-lactation

Soutenu publiquement

Le : 02/07/2013

Devant le jury :

M. KHALLAF Sakina	**M.A.A**	**Président**	**UKM Ouargla**
M. SIBOUKEUR Oumelkheir	**M.C.A**	**Encadreur**	**UKM Ouargla**
M.SIBOUKEUR Amina	**M.A.B**	**Co-encadreur**	**UKM Ouargla**
Mr. BOURICHA Amhamed	**M.A.B**	**Examinateur**	**UKM Ouargla**

Année universitaire : 2012/2013

*D*édicace

Grace **Allah** …

Je dédie ce modeste travail :

A mes parents :

*Ma chère mère **Fatiha,** pour l'affection et l'amour qui m'ont donné le courage et la force dans les moments les plus difficiles.

*Mon père **Ammar,** pour son soutien moral et ses conseils les plus précieux qui m'ont servi dans ma vie et son encouragement sans limite. Vous resterez à jamais dans mon cœur.

*A mes chères sœurs : **Fatima, Nour el Houda, Abir, Maria Inas**

*A mon chère frère : **Adel**

A celui qui est tout le temps proche de moi, celui qui prend mon main et touche mon cœur, à **FATIHA** mon aime intime et mon bijou rare

A touts la famille **Gouttaya** et **Tablit**

A tous mes amis et particulièrement à Bachki **Zineb,** Adjayen Oum el-khier **(Nawal),** Amiri **Sarah,** Zitoni **Nabila,** Briki **khawla,** Bouras **Asma,** Ben hamza **Semia,** Hasni **Sara,** je suis très heureuse de ces années passées avec vous des liens crées et de nouvelles amitiés, ainsi que pour tous les moments passés ensemble et ceux encore à venir.

A toutes la promotion Master Microbiologie Appliquée 2013.

Amel

Dédicace

Je dédie ce travail

Avant tout à mon père **"SLIMEN" et à ma mère **"DJAMAA"** votre affection m'a toujours été d'un grand soutien. Trouvez dans ce travail le fruit de vos indéfectibles efforts et qu'il puisse récompenser votre patience. Puisse Dieu vous accorder santé et longévité.*

A ma chère sœur **Saida, mon exemplaire dans cette vie, et ses fillettes **Malak** et **Maria.***

A ma petite copie **"Hadjoura", excuser moi ma chérie par ce que je te laisse seule pendant ces deux ans derniers.*

Et bien sur à ma copine de mon chemin, ma sœur **"Amel" qui est toujours à coté de moi dans les rires comme dans les larmes.*

A tous mes frères : **Mouloude, Haron, khaled, Mouhammed, Abd-Elkarim, Yaaqoub.*

A tous mes amis parmi lesquels j'ai plaisir à citer : **Meryem, Nawal, Zineb Sarah, Nabila, Asma et **Somia.***

** A mon amour qui je vis par et pour lui **"Mouhammed "**.*

** Et en fin, à tout les **AURES***

Fatiha

Remerciements

*Avant tout, nous remercions **Dieu** le tout puissant, le Miséricordieux, de nous a donné le courage, la force, la santé et la persistance.*

*Nous remercions notre promotrice **Mme SIBOUKEUR Oum-el-kheir**, Maître de conférences A 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 Mme **KHALLEF Sakina**, nous adressons nos remerciements les plus sincères pour l'honneur qu'il nos fait en acceptant de présider ce jury.*

*A Monsieur **BOURICHA A.** qui nos avons fait l'honneur de bien vouloir accepter de juger ce travail.*

*Au personnel des laboratoires pédagogiques, surtout **Houda, Bahria** et **Imen.***

*Nous adressons notre reconnaissance à **Melle SWID Wafa** pour leur soutien et leur infinie gentillesse.*

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

Liste des abréviations

Lf	lactoferrine
μg/ml	Microgramme/millilitre
KDa	Kilo Dalton
pHi	Point hydrogène isoélectrique
LPS	Lactoperoxydase enzyme system
CDR	Complementary Determining Region
PCA	Plate count agar
VRBG	Violet Red Bile Glucose.
UFC	Unité(s) Formant Colonies
FAMT	flore aérobie mésophiles totale
J_0	Premier jour
J_{0+2}	Troisième jour
J_{0+6}	Septième jour
TSE	Tryptophane sel eau
PGRP	La protéine de reconnaissance du peptidoglycane

Liste des tableaux

Tableaux	Titres	Pages
I	Flore indigène du lait cru	27
II	Estimation de la charge bactérienne par l'épreuve au bleu du méthylène	33
III	Conditions des cultures des groupes bactériens susceptibles de se développer dans le lait	34
IV	Dénombrement de la microflore à rechercher dans cette étude.	36
V	Recherche de la catalase	38
VI	Recherche de l'oxydase	39
VII	Résultats du test de la catalase	43
VIII	Résultats du test de l'oxydase	44
IX	Résultats de test de la réductase	44
X	Tableau récapitulatif de résultats de dénombrement de la flore du lait camelin après culture	45
XI	Description des colonies	46
XII	Observation microscopique des colonies	46
XIII	Les éléments de la description des colonies	63
XIV	Mesure du pH	63
XV	Mesure de l'acidité Dornic	64
XVI	Mesure de la densité	64

Liste des figures

Figures	Titres	Pages
1	Procédure expérimentale	32
2	Méthodes de dilution et d'ensemencement	35
3	Evolution du pH du lait camelin de deux échantillons conservés à la température ambiante et à 4°C	41
4	Evolution de l'acidité Dornic de deux échantillons conservés à la température ambiante et à 4°C	42
5	Evolution de la densité de deux échantillons conservés à la température ambiante et à 4°C.	43
6	Evolution de la FAMT du lait entreposé à la température ambiante et à 4°C (PCA)	47
7	Evolution des bactéries halotolérantes du lait entreposé à la température ambiante et à 4°C (Chapman)	48
8	Evolution des coliformes du lait entreposé à la température ambiante et à 4°C (Déoxycholate)	49
9	Evolution des Entérobactéries du lait entreposé à la température ambiante et à 4°C (VRBG)	50

Tables des matières

	Pages
Introduction……	12
I. Synthèse bibliographique	
1.1. Aperçu sur le dromadaire…….	15
1.1.1 Origine et taxonomie……..……...	15
1.1.1.1 Origine……..……	15
1.1.1.2. Taxonomie…….....	15
1.1.2. Système d'élevage……	16
1.2. Généralités sur le lait……...	16
1.2.1. Caractéristiques du lait camelin…..……...	17
1.2.1.1. Caractéristiques physicochimiques et organoleptiques……...……	17
1.2.2. Propriétés nutritionnelle……..	17
1.2.3. Composition chimique……...	18
1.2.3.1. Fraction azotée…….	18
1.2.3.2. Les caséines…….	19
1.2.3.3. Teneur en eau……...	19
1.2.3.4. Matière grasse……..	19
1.2.3.5. Vitamine……..	20
1.2.3.6. Lactose…….	20
1.2.3.7. Minéraux……..	20
1.2.4. Système protecteur du lait camelin……	20
1.2.4.1. Lactoferrine……...	21
1.2.4.2. Lysozyme…….	22
1.2.4.3. Lactoperoxydase……...	22
1.2.4.4. Immunoglobulines……	23
1.2.4.5. Peroxyde d'hydrogène…….	24
1.2.4.6. Composant 3 des protéose-peptones (pp3)……..	24
1.3. Qualité microbiologique du lait……...	24
1.3.1. Définition……...	24
1.3.2. Microbiologie du lait…….	25
1.3.2.1. Virus……	25
1.3.2.2. Bactéries……..	26
1.3.2.2.1. Bactéries utiles……	26
1.3.2.2.2. Bactéries nuisibles……..	26
1.3.2.2.3. Bactéries pathogènes……..	26
1.3.2.3. Levures et moisissures…….	26
1.3.3. Classification des principaux microorganismes du lait selon leur importance..	27
1.3.3.1. Flore indigène…….....	27
1.3.3.2. Flore contaminante…….....	27
II. Matériel et méthodes	
2.1. Echantillonnage …….....	30
2.2. Matériel …….....	30

2.1.2. Appareillage…….	30
2.1.2.1. Appareillage pour les analyses physico-chimiques…….	30
2.1.2.2. Appareillage pour les analyses microbiologiques……...	30
2.1.3. Verreries et petit matériel……	30
2.1.4. Réactifs…….	30
2.1.5. Milieux de culture…….	31
2.2. Méthodes analytiques…….	31
2.2.1. Analyses physico-chimiques……	31
2.2.1.1. Mesure du pH ……..	31
2.2.1.2. Densité ……	31
2.2.1.3. Acidité Dornic……..	31
2.2.2. Tests biochimiques…….....	32
2.2.2.1. Test de la catalase……	32
2.2.2.2. Test de l'oxydase ……	32
2.2.3. Analyses microbiologiques……...	32
2.2.3.1. Test de la réductase…… …	32
2.2.3.2. Préparation des dilutions décimales……	32
2.2.3.3. Ensemencement et incubation…….	34
2.2.3.4. Dénombrement et identification……..	36
2.2.3.4.1. Dénombrement de la microflore…….	36
2.2.3.4.2. Identification……..	38
2.2.3.4.2.1. Observation macroscopique……	38
2.2.3.4.2.2. Observation microscopique……	39
III. Résultats et discussion	
3.1. Analyses physico-chimiques……...	41
3.1.1. pH……	41
3.1.1.1. Evolution du pH du lait camelin en fonction des conditions et de la durée de l'entreposage……..	41
3.1.2. Acidite Dornic…….	42
3.1.2.1. Evolution de l'acidité Dornic du lait camelin en fonction des conditions et de la durée de l'entreposage…….	42
3.1.3. Densité…….	42
3.1.3.1. Evolution de la densité du lait camelin en fonction des conditions et de la durée de l'entreposage…….	42
3.2. Tests biochimiques……	43
3.2.1. Test de la catalase ……...	43
3.2.2. Test de l'oxydase…….	44
3.3. Analyses microbiologiques……	44
3.3.1. Test de la réductase……..	44
3.3.2. Dénombrement et identification……..	44
3.3.2.1. Dénombrement après culture…….	44
3.3.2.2. Identification……..	46

3.3.2.2.1. Observation macroscopique……...	46
3.2.3.2.2. Observation microscopique……...	46
3.3.3. Evolution de la charge microbienne en fonction des conditions et de la durée de l'entreposage…….....	
3.3.3.1. Evolution de la flore aérobie mésophiles totale FAMT…….	47
3.3.3.2. Evolution des bactéries halotolérantes……	47
3.3.3.3. Evolution des coliformes……	49
3.3.3.4. Evolution des entérobactéries…….	49
Conclusion …….	52
Références bibliographiques……..	55
Annexes……	59

Introduction

Introduction

Le lait est un aliment hautement nutritif par sa richesse en glucides, lipides, vitamines et sels minéraux. Le lait camelin est un aliment majeur prisé par les populations des régions arides et semi-arides du globe, il est très souvent consommé après transformation (lait fermenté) **(KATINAN** *et al*.**, 2012).**

Un lait contaminé, peut être un vecteur de transmission de germes pathogènes à l'homme et peut présenter un risque pour la santé humaine. L'évaluation de la qualité sanitaire et hygiénique du lait cru destiné à la consommation ou à la transformation est donc essentielle pour la protection du consommateur. Le lait est à la fois un aliment traditionnel et une boisson d'un grand intérêt nutritionnel, car il représente un aliment de base presque complet. Les microorganismes trouvent dans le lait un substrat idéal pour leur développement. La présence de nombreux facteurs de croissance permettra de satisfaire de nombreuses espèces microbiennes exigeantes et difficiles à cultiver dans un milieu moins complet **(GHAZI et NIAR, 2010).**

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 et encore si le lait a été refroidi dès sa récolte. Tous ces renseignements sont du plus grand intérêt pour le consommateur. Un produit est capable de se conserver dans de bonnes conditions. Les constantes du lait(les constituants physico-chimiques), et biochimiques ne doivent plus être considérées comme des indices suffisants de sa qualité; il est de toute nécessité de pouvoir, inscrire en face, le résultat des épreuves microbiologiques : c'est la condition indispensable d'un contrôle qui doit viser tout autant à assurer la salubrité du lait que sa qualité marchande **(PANISSET, 1921).**

Le lait est composé de lactose, d'une grande variété de vitamines, minéraux, acides aminés, protéines, matières grasses… disponible pour le développement des micro-organismes mais dont la nature et les concentrations peuvent varier dans le temps et en

fonction des pratiques d'élevage .les micro-organismes qui possèdent les systèmes adéquats pour utiliser ces composés seront avantagés par rapport aux autres **(LAIYHIER, 2011).**

Le lait de chamelle constitue la principale ressource alimentaire pour les éleveurs de dromadaires au Sahara, il ne semble pas différent de celui des autres animaux domestiques et constitue un très bon apport en minéraux pour le chamelon et le consommateur **(MAHBOUB** *et al*.**, 2010)**.

Les études ont démontré que le lait camelin était sujet à une autoépuration qui lui permet d'éliminer la flore pathogène. Le lait de chamelle a la capacité à inhiber la croissance des micro-organismes pathogènes car il contient de nombreuses enzymes qui ont des propriétés antibactériennes et antivirales. La lactoferrine qui empêche la croissance microbienne dans l'intestin. Lactoperoxydase qui supprime les bactéries GRAM négatif et les plus efficaces en lait cru durant les quatre premiers jours, la protéine de reconnaissance du peptidoglycane (PGRP) qui augmente l'activité antimicrobienne, et stimule le système immunitaire, N-acétyl-glucosaminidase (NAGase) qui a une activité antivirale, le lysozyme qui inhibe la croissance des bactéries, et qui a une influence sur le stockage du lait de chamelle, et les immunoglobulines c'est posséder plusieurs traits qui leur donnent énorme avantage sur les anticorps classiques **(OMER et ELTINAY, 2008).**

Cependant aucun travail n'a été reporté sur l'existence d'un rapport entre le stade de lactation et l'effet autoépuratif du lait camelin. Ce travail s'inscrit dans ce cadre. Il vise à rechercher une éventuelle relation entre le système autoépuratif et le stade de lactation.

Cette étude comprend trois parties essentielles :

- Collecte du lait camelin frais en mi-lactation.

- Caractéristiques physico-chimiques du lait camelin.

- Analyse microbiologique du lait camelin frais et après un entreposage en parallèle à la température ambiante et au réfrigérateur à 4°C.

I. Synthèse bibliographique

I. Synthèse bibliographique

1.1. Aperçu sur le dromadaire

1.1.1 Origine et taxonomie

Le dromadaire occupe une place de choix dans les zones arides et semi arides, en raison de son excellente adaptation aux mauvaises conditions de vie, tels que le manque d'eau et de pâturage; mais malgré tout cela, il est apte à produire un lait de bonne qualité **(MAHBOUB** *et al*.**, 2012).**

1.1.1.1 Origine

Le nom « dromadaire » dérive du terme grecque « dromados » qui veut dire course. Il existe deux espèces: la première est *Camelus dromedarius*: elle est donnée à l'espèce de chameau à une seule bosse, appartenant au genre *Camelus* de la famille des *Camelidae* et dont le nom scientifique est *Camelus dromedarius;* la deuxième est *camelus bactrianus* (deux bosses).

Le dromadaire vit dans les régions chaudes, arides et semi-arides de la planète. Il serait originaire de l'Amérique du Nord où le plus ancien fossile de *Camelidae* a été trouvé et d'où il aurait rejoint l'Asie et l'Afrique, à la suite des glaciations qui sévirent dans pratiquement la quasi totalité de l'hémisphère nord de la planète durant l'ère tertiaire **(DICK** *et al*.**, 2011).**

1.1.1.2. Taxonomie

La taxonomie du dromadaire selon WILSON (1984) est la suivante:

Règne : Animalia

Embranchement : Chordata

Classe : Mammalia

Ordre : Artiodactyla

Sous ordre : Tylopoda

Famille : Camelidae

Sous famille : Camelinae

Genre : *Camelus*

Espèce : ***Camelus dromedarius***.

1.1.2. Système d'élevage

Historiquement, le dromadaire a d'abord été voué à un élevage pastoral extensif. Son émergence dans des systèmes d'élevage intensifiés est des plus récentes. Contrairement à une idée reçue, le grand nomadisme, c'est-à-dire le déplacement permanent sur des grandes distances, est assez peu répandu dans les systèmes chameliers. La plupart des éleveurs de dromadaire possèdent aussi des petits ruminants, parfois des bovins et des ânes **(GOUTTAYA et MAAZAR, 2006).**

Les élevages sont la plus part du temps de type extensif traditionnel, mais l'élevage intensif est pratiqué aussi dans certaines régions du monde, notamment dans le golf persique **(BOUDJNAH-HARON, 2012).**

1.2. Généralités sur le lait

Le lait est un produit naturel sécrété par les mammifères. A la fois aliment et boisson, il est donc d'un grand intérêt nutritionnel et se prête à de nombreuses applications culinaires, industrielles et technologiques. **(FREDOT, 2009).**

C'est en 1909 que le Congrès International de la Répression des Fraudes a défini ainsi le lait: "Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum".

Le lait doit provenir d'une femelle bien portante, bien nourrie et non surmenée : le lait destiné à la consommation ne pourra être mis en vente que s'il provient de femelles laitières en parfait état sanitaire. Cela signifie que le lait provenant d'animaux non reconnus indemne de tuberculose, de brucellose, de mammites, de fièvre Q ne peut être considérée comme propre à la consommation humaine en nature **(FALL, 1997).**

Le lait de chamelle, comme celui des autres mammifères, est un milieu de composition chimique et physique complexe qui permet au jeune chamelon de couvrir ses

besoins énergétiques et nutritionnels pendant la première étape de son existence **(SBOUI** *et al.***, 2009).**

1.2.1. Caractéristiques du lait camelin

1.2.1.1. Caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques

Le lait est un liquide blanc mat, légèrement visqueux, dont la composition et les caractéristiques physico-chimiques varient sensiblement selon les espèces animales, et même selon les races. Ces caractéristiques varient également au cours de la période de lactation, de la traite ou de l'allaitement. Elles sont aussi tributaires de la nature de l'alimentation des animaux **(OUADGHIRI, 2009).** Il a un gout assez doux, légèrement âpre et parfois salé. A la traite et lors des transvasements, il forme une mousse abondante. Comparé au lait de vache, le lait de chamelle s'acidifie très peu. Il peut être conservé longtemps sans réfrigération (3 jours à 30°C et 2 semaines à 7°C) **(SENOUSSI, 2011).**

Selon **SIBOUKEUR, 2012** « des analyses physico-chimiques d'échantillons de lait de chamelles collecté localement à savoir pH, acidité, densité, extrait sec total, teneurs en cendres, en matière grasse, en protéines et en vitamine C. Les résultats obtenus montrent que le pH des échantillons de lait camelin est égal à 6,65 ± 0,25 ». Le pH du lait camelin frais se situe entre 6,5 et 6,7; un léger abaissement du pH à 6,4 et 6,0 est aussi enregistré. Le pH du lait camelin est similaire à celui du lait de brebis, mais un peu acide par rapport à celui du lait bovin, ce dernier se situe entre 6,6 et 6,8 **(SOUID, 2011)**, et moins dense (d= 1,027± 0,003) que le lait de vache **(SBOUI, 2009)**, alors que son acidité Dornic est égale à 14,5 ± 1,37. Sa densité relativement plus faible par rapport au lait bovin qui est égale à 1,023 ± 0,0047. Parallèlement les analyses montrent que le lait collecté présente globalement une composition en nutriments de base (protéines, matière grasse et lactose) très similaire à celle du lait bovin. Cependant, ce lait se singularise par une teneur élevée en Vitamine C (teneur moyenne évaluée à 41,40 mg/l ±8,20) **(SIBOUKEUR, 2012).** La viscosité du lait de chamelle est plus faible que celle du lait de vache **(SENOUSSI, 2011).**

1.2.2. Propriétés nutritionnelle

Le lait de chamelle présente des teneurs importantes et équilibrées en nutriments de base. Ce lait présente des taux de protéines variant de 2,5 à 4,5%. Les teneurs en matière grasse dans ce lait sont estimés en moyenne à 3,15%. La matière grasse cameline est

caractérisée par la richesse en acide gras mono-insaturés à longue chaine (acide stéarique et oléique). Le lactose constitue le sucre principal dans le lait. Sa concentration dans le lait camelin varie de 2,8 à 5,8%. Par ailleurs, les grandes concentrations en vitamine et en minéraux font de ce lait un véritable aliment à finalité diététique. A ce propos le lait de chamelle présente de faible teneur en vitamine A et B2 par rapport au lait de vache et de fortes teneurs en vitamine E et B1 dans le colostrum tandis qu'il présente un apport important en vitamine C **(SIBOUKEUR, 2012).**

Ces nutriments disponibles pour le développement des microorganismes mais dont la nature ces concentrations peuvent varier dans le temps et en fonction des pratiques d'élevage. Les microorganismes qui possèdent les systèmes adéquats pour utiliser ces composés seront avantagés par rapport aux autres **(LAITHIER, 2011).**

1.2.3. Composition chimique

Des travaux antérieurs ont montré que le lait de chamelle est plus pauvre en matière sèche et en matière protéique que celui de vache. Cette différence peut être due à l'alimentation des animaux, aux conditions environnementales ainsi qu'au stade de lactation **(SBOUI, 2009).**

La composition du lait camelin a été considérée comme la moins stable comparée à celle des laits des autres espèces, bovine en l'occurrence. La variation de la composition du lait camelin peut être attribuée à plusieurs facteurs, comme la localisation géographique, les conditions alimentaires, la race, le stade et le rang de lactation **(SOUID, 2011).**

1.2.3.1. Fraction azotée

Selon **SIBOUKEUR, 2007** 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.

1.2.3.2. Les caséines

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 caséines camelines possèdent une organisation micellaire. Ces micelles sont des colloïdes édifiés à partir de quatre types de caséines (a_{s1}-CN, a_{s2}-CN, *B-CN*, *k-CN*) en interaction avec une fraction minérale dont le composant prédominant est le phosphate de calcium **(CHIBBAH, 2011).** Les travaux de FARAH et RUEGG (1989) ; ATTIA et al (2000) et de KHEROUATOU et al (2001) ont rapporté que le diamètre moyen des micelles de caséines camelines (206-300 nm) est nettement supérieur à celui mesuré dans le lait bovin qui est de 100 à 140 nm **(SENOUSSI, 2011).**

1.2.3.3. 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 chamelles 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).**

1.2.3.4. Matière grasse

Le lait de chamelle est en moyenne plus faible en matière grasse que le lait de vache. Cependant, les globules gras du lait de chamelle sont de très petites tailles (1,2 à 4,2 µ de diamètre) et restent donc en suspension même après 24 heures de repos, contrairement au lait de vache dans lequel ces globules constituent une couche grasse en surface au bout de quelques heures **(CHETHOUNA, 2011).**

Par ailleurs, la matière grasse du lait de chamelle apparait liée aux protéines, tout ceci explique la difficulté à baratter le lait de chamelle pour en extraire le beurre. Comparée au lait de vache, la matière grasse du lait de chamelle contient moins d'acides gras à courtes chaines.

Cependant sa teneur en acide gras volatils et en acides gras non saturés est importante **(CHETHOUNA, 2011).**

1.2.3.5. Vitamine

Le lait de chamelle est riche en vitamines, affichant même des teneurs en vitamines B_3, B_6, B_{12} supérieures à celles du lait bovin. Toutefois, les vitamines A, B_1, B_2, B_5, B_9, et E se trouvent à des taux similaires, parfois légèrement inférieurs aux valeurs rapportées dans le lait de référence **(CHIBBAH, 2011).**

Le lait camelin présente la particularité d'être riche en vitamine C (25 à 60 mg/l). Ces teneurs élevées améliorent la valeur nutritionnelle du produit surtout que les sources en cette vitamine dans les régions arides demeurent insuffisantes **(CHIBBAH, 2011).**

1.2.3.6. Lactose

Le lactose est l'hydrate de carbone le plus important dans le lait. Sa teneur dans le lait camelin varie de 3,4 à 5,6%, avec des taux moyens légèrement supérieurs à ceux rencontrés dans le lait de vache **(CHIBBAH, 2011).**

1.2.3.7. Minéraux

Les principaux constituants minéraux du lait camelin sont le calcium, le phosphore, le sodium, le potassium, le magnésium et le fer. Cependant en cas d'intoxication, des éléments traces tels que le plomb, le nickel ou le chrome peuvent être retrouvés dans le lait. La composition en minéraux du lait de chamelle est plus diversifiée que celle de lait de vache. Si les taux en macro-éléments (Na, K, Ca, Mg…) sont pratiquement similaires dans les deux laits, cela n'est pas le cas des oligo-éléments où les teneurs en Fe, Cu, Mn, Pb et I, y sont particulièrement élevées dans le lait d'origine cameline **(SOUID, 2011).**

1.2.4. Système protecteur du lait camelin

Le lait de chamelle possèderait 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)**.

1.2.4.1. Lactoferrine

La lactoferrine (Lf) c'est une protéine d'origine mammaire, mais se trouve également en grande quantité dans les liquides biologique (larmes, salive, liquide séminal, urines..).Elle est particulièrement abondante dans le colostrum **(SENOUSSI, 2011).**

La Lf est une glycoprotéine contenant deux sites capables chacun de fixer un ion ferrique (Fe^{3+}). Cette capacité à capter le fer explique en partie son rôle dans le contrôle de la croissance de certaines bactéries pathogènes tels que *Staphylococcus aureus* ou d'*Escherichia coli* **(FAYE** *et al*.**, 2004).**

Sur le plan des propriétés physiques, la lactoferrine de la chamelle comme beaucoup d'autres protéines laitières camelines serait plus thermorésistante que chez les autres espèces. Par exemple, à 85°C pendant 10 minutes la lactoferrine du lait de chamelle ne représente plus que 37 % de la valeur initiale, contre 1,2 % pour le lait de vache et 0 % pour le lait de bufflesse dans les mêmes conditions **(FAYE** *et al*.**, 2004).**

La Lf agit sur des virus comme l'herpès, le virus de l'hépatite C et même sur le VIH. Enfin, l'effet inhibiteur de la Lf sur la croissance de certains mycètes pathogènes a été démontré *in vivo* **(FAYE** *et al*.**, 2004).**

Une étude récente a montré que, parmi toutes les Lf spécifiques, la Lf caméline possède l'activité antibactérienne la plus forte. D'autres types d'activités (antivirales, antifongiques, anti-inflammatoires, immunostimulantes) ont été relevés et l'intérêt pour la Lf caméline s'avère d'autant plus grandissant qu'elle se présente en plus grande quantité dans le lait de chamelle que la Lf bovine dans le lait de vache et est thermorésistante **(FAYE, 2009).**

La concentration de la lactoferrine est plus élevée dans le lait camelin. Son taux est 30 à 100 fois supérieur que dans le lait bovin une concentration de 0,7g/l a été rapportée par EL- HATMI et al (2006b; 2007). Tandis que AL-MAJALI et al (2007) ont noté des taux allant de 2 à 2,1 *m*/l **(SENOUSSI, 2011).**

1.2.4.2. Lysozyme

Le lysozyme est une protéine naturellement présente dans les laits de mammifères où représente un facteur antimicrobien puissant. La quantité de lysozyme dans le lait de chamelle

est plus élevée que dans le lait de vache, 15 *m*g.100 mL^{-1} *vs* 7 *m*g 100 mL^{-1}. 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. Tout comme la lactoferrine de cette espèce, le lysozyme du lait de chamelle serait thermorésistant. A 85°C pendant 10 minutes le lysozyme du lait de chamelle ne représente plus que 44 % de la valeur initiale, contre 26 % pour le lait de vache et 18 % pour le lait de bufflesse dans les mêmes conditions **(FAYE** *et al*.**, 2004).**

Le lysozyme contient une chaîne polypeptidique de 129 acides aminés, avec un poids moléculaire d'environ 14 kDa. Dans le milieu physiologique, le lysozyme est chargé positivement, son pHi étant compris entre 10,5 et 11 (alcalin). Le lysozyme se lie en conséquence électrostatiquement sur les surfaces anioniques des bactéries.

Les bactéries GRAM négatif sont plus résistantes au lysozyme car elles contiennent une membrane externe de lipopolysaccharide, qui peut protéger les bactéries contre l'accès du lysozyme. En revanche, les bactéries, telles que *Staphylococcus aureus, Staphylococcus lentus, Staphylococcus epidermis, Streptococcus mutans, Streptococcus sanguis, Actinomyces viscosus, Lactobacillus casei, Lactobacillus plantarum, Fusobacterium nucleatum, Serratia marcescens, Micrococcus luteus, Salmonella typhimurium, Bacillus subtilis, Bacillus cereus, Bacillus stearothermophilus, Clostridium perfringens, Clostridium tyrobutyricum, Listeria monocytogenes, Pasteurella pseudotuberculosis, Yersinia enterocolitica, Bordella bronchiseptica, Bacteroides fragilis, Capnocytophaga gingivalis, Helicobacter pylori*, les levures, telles que *Candida krusei, Candida parapsilosis, Candida albicans, Candida glabrata*, et le virus Herpès simplex sont sensibles au lysozyme **(KONUSPAYEVA** *et al*.**, 2003).**

1.2.4.3. Lactoperoxydase

Le LPS « lactoperoxydase enzyme system » c'est un ensemble d'enzyme qui appartient aux systèmes non immuns normaux de la défense antimicrobienne du lait.

La lactoperoxydase c'est une oxydoréductase secrétée dans le lait et joue un rôle important dans la glande mammaire ainsi que dans le tractus digestif du nouveau né contre les bactéries pathogènes. Cette enzyme catalyse l'oxydation des thiocyanates endogènes (SCN) en hypothiocyannates ayant une action antibactérienne **(SENOUSSI, 2011).**

L'action de la lactoperoxydase est susceptible d'être renforcée artificiellement en optimisant les concentrations des éléments qui entrent en jeu. Des bactéries telles que

Escherichia coli, Yersinia enterocolitica, Klebsiella pneumoniae, Klebsiella oxytoca, Streptococcus agalactiae, Streptococcus mutans, Staphylococcus aureus, Salmonella species, Shigella sonnei, Listeria monocytogenes, Acinetobacter species, Neisseria species, Haemophilus influenzae, Campylobacter jejuni, Aeromonas hydrophila, Pseudomonas aeruginosa, Capnocytophaga ochracea, Selenomonas sputigena, Wolinella recta, Enterobacter cloaca, des virus tels que *Herpes simplex virus, Immunodeficient virus, Respiratory syncytial virus* et la levure *Candida albicans* sont sensibles au système lactoperoxydase **(KONUSPAYEVA, 2007).**

Cette enzyme dans le lait de chamelle est considérée comme étant plus thermorésistante que celle du lait de vache. La lactoperoxydase du lait de chamelle a des propriétés bactériostatiques contre les bactéries GRAM positif et des propriétés bactéricides contre les souches GRAM négatif. Le système LPS est inactif contre rotavirus d'après ELAGAMY *et al*, (1992). Par ailleurs, la lactoperoxydase du lait de dromadaire présente une stabilité encore plus forte vis-à-vis des traitements thermiques **(KONUSPAYEVA, 2007).**

1.2.4.4. Immunoglobulines

Différentes classe d'Igs (A, M et G) ont été isolées et purifiées à partir du lait de chamelle par ELAGAMY (1996). La concentration en IgG dans le lait est supérieure à celle rapportée dans le lait de vache. Un taux moyen de lait de 100,7 mg/ml a été enregistré en premier stade de lactation. Ce taux baisse ensuite à 2,3 mg/ml après le 14ème jour.

ELAGAMY (2000) a noté que les IgG du lait camelin sont plus stables aux traitements thermiques. Ils sont actifs après un chauffage de 75°C/30mn. Ces IgG semblent ne pas être restreints à une seule sous classe comme dans le lait bovin, mais ils englobent trois sous classes (IgG_1, IgG_2, IgG_3) où les IgG_2 et IgG_3 constituent 50% du sérum des camelidaes et présentent une structure unique qui est dépourvue des chaînes légères, avec une partie très étendue portant les CDR « complementary Determining Region ».

Ces immunoglobulines présentent une activité inhibitrice sur les enzymes et ils agissent comme de vrais inhibiteurs compétitifs en pénétrant dans leurs sites actifs **(SENOUSSI, 2011).**

1.2.4.5. Peroxyde d'hydrogène

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

1.2.4.6. Composant 3 des protéose-peptones (PP3)

Le PP3 camelin connu également sous le nom de « lactophorrine » est un homologue du PP3 bovin **(SIBOUKEUR, 2011).**

Très peu d'études sont consacrées au PP3 dans le lait camelin malgré sa présence à un taux très important dans ce lait. Les seules études menées sur cette protéine camelin se sont intéressées à son isolement et à l'étude de son l'activité antibactérienne. Dans ce cadre, EL-HATMI et al (2006a; 2007) ont observé que la concentration du PP3 dans le lait de chamelle augmente du simple au double lorsque celle des IgG chute, ce qui pourrait confirmer le rôle antibactérien que pourrait jouer le pp3 à la place des IgGs lorsque le lait remplace le colostrum chez la chamelle **(SENOUSSI, 2011).**

Il se caractérise par son hydrophobicité élevée. Il exerce une action inhibitrice vis- à - vis des souches microbiennes de contamination du lait de chamelle (germes halotolérants entérobactéries pathogènes, entérobactéries totales).Les lactobacilles semblent résistants à l'action du PP3 **(SIBOUKEUR, 2011).**

*L'activité antimicrobienne du lait camelin due à la synergie des effets précédemment cités, confère au lait camelin une bonne aptitude à la conservation, mais se répercute négativement sur ses aptitudes à la transformation en produits dérivés **(SIBOUKEUR, 2007).**

1.3. Qualité microbiologique du lait

1.3.1. Définition

La qualité des matières première et des aliments est définie par les contraintes des transformateurs, les attentes des consommateurs et les exigences réglementaires. Les composantes de la qualité sont multiples **(JEANTE** *et al*.**, 2006).** La qualité hygiénique du lait est étroitement liée aux conditions d'élevage et, en particulier, de niveau d'hygiène des

locaux (stabulation, traite, stockage du lait), de l'eau et de l'alimentation et de la traite **(JEANTE** *et al*.**, 2006).**

1.3.2. Microbiologie du lait

Une fois dans le lait, un microorganisme doit composer avec l'écosystème dans lequel il se trouve, c'est-à-dire avec le milieu et les facteurs qui lui sont propres (pH, composition en nutriments, potentiel redox, disponibilité de l'eau…) ainsi qu'avec les autres microorganismes présents simultanément avec qui il va interagir de façon positive ou négative. Or, les microorganismes ont des exigences nutritionnelles et physiologiques ainsi que des niches écologiques qui leurs sont propres. Au sein de chaque groupe, il existe des spécificités liées au genre, à l'espèce, à la sous-espèce, ou encore à la souche concernée. Un équilibre va alors s'établir entre microorganismes et avec le milieu, équilibre que les facteurs environnants (température en particulier) vont pouvoir également venir modifier **(LAITHIER, 2011).** Divers microorganismes peuvent être retrouvés dans les laits crus. Les plus rencontrés sont les bactéries, mais des levures, des moisissures, des virus et divers protozoaires peuvent également être présents. Ils diffèrent notamment par leur taille et leur niveau de complexité **(LAITHIER, 2011).**

1.3.2.1. Virus

Le virus est le plus petit des microorganismes connus. Sa taille est de l'ordre de nanomètre, soit un millionième de mètre. Etant un parasite, il a besoin d'un organisme vivant pour se développer. Selon le virus, il peut parasiter un humain, un animal, une plante ou une bactérie. Les virus ne se développent donc pas dans les aliments. La présence de virus dans un produit laitier signifié qu'un manipulateur, un animal, l'eau ou des composantes utilisées dans la formulation du produit alimentaire a servi de vecteur d'incorporation. Les principaux virus associés au secteur laitiers sons ceux de l'hépatite A et les bactériophages **(VIGNOLA, 2002).**

1.3.2.2. Bactéries

Selon l'action des bactéries, on peut les classifier comme utiles, nuisibles ou pathogènes:

1.3.2.2.1. Bactéries utiles

Les bactéries lactiques forment un groupe très hétérogène. Elles fermentent les sucres dans des conditions diverses. Les composantes de cette flore sont Streptococcus (lactococcus), Lactobacillus et Leuconostoc **(DIENG, 2001).**

1.3.2.2.2. Bactéries nuisibles

Ces bactéries peuvent être responsables de diverses dégradations telles que le limonage, entraînant l'apparitions d'une texture visqueuse à la surface des fromages ou la présence de longs filaments dans le lait, le surissement ou le caillage du lait et la production de mauvaises odeurs découlant de certaines activités métaboliques telles que la protéolyse ou la lipolyse. La gazéification du lait, à la surface de tous non voulus ou de gonflement durant l'affinage des fromages, résulte aussi de l'activité de bactéries contaminants nuisibles **(VIGNOLA, 2002).**

1.3.2.2.3. Bactéries pathogènes

Les bactéries pathogènes sont responsables des affections reliées à la santé des manipulateurs et des consommateurs. On retrouve deux genres de bactéries pathogènes : les infectieuses et toxigènes.

Les bactéries infectieuses doivent être vivantes dans l'aliment lors de sa consommation pour agir. Une fois ingérées, elles dérèglent le système digestif. Les principales bactéries infectieuses associées aux produits laitiers sont *salmonella* sp., *Escherichia coli* 0157 :H7, *Listeria monocytogenes, Clostriduim perfringen*s et *Campylobacter* sp.

Pour ce qui est des bactéries toxigènes, elles produisent une toxine dans l'aliment et c'est cette toxine qui rend le consommateur malade.il n'est donc pas suffisant de détruire la bactérie pour éviter l'incidence de maladie. Les principales bactéries toxigènes sont *Staphylococcus* sp., et *Clostridium botulinum* **(VIGNOLA, 2002).**

1.3.2.3. Levures et moisissures

Leur présence à la surface des yaourts, fromages, crème et beurre, est un indice d'une pollution qui déprécie l'aspect et le goût des produits. En plus, les levures et moisissures

supportent des pH de 3 à 8, avec un optimum de 4,5 à 6,5, ce qui explique leur présence dans le lait cru comme dans le lait caillé **(TCHAMBA, 2007).**

1.3.3. Classification des principaux microorganismes du lait selon leur importance

On répartit les microorganismes du lait, selon leur importance, en deux grandes classes : la flore indigène et la flore contaminante. La flore contaminante est subdivisée en deux sous-classes : la flore d'altération et la flore pathogène **(VIGNOLA, 2002).**

1.3.3.1. Flore indigène

La flore indigène des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation, la race et d'autres facteurs.

Les genres dominants de la flore indigène sont principalement des microorganismes mésophiles **(VIGNOLA, 2002).**

Tableau I : flore indigène du lait cru (VIGNOLA, 2002)

Microorganismes	Pourcentage
Micrococcus sp.	30-90
Lactobacillus	10-30
Streptococcus ou Lactococcus	<10
GRAM négatif	<10

1.3.3.2. Flore contaminante

La flore contaminante est l'ensemble des microorganismes ajoutés au lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composée d'une flore d'altération et d'une flore pathogène **(VIGNOLA, 2002).**

1.3.3.3. Flore d'altération

La flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence ou de texture et réduira la vie de tablette du produit laitier. Les principaux genres identifiés

comme flore d'altération sont *Pseudomonas sp., Proteus sp.,* les coliformes soit principalement les genres *Escherichia* et *Enterobacter,* les sporulées telle que *Bacillus sp*. et *Clostridium sp.* et certaines levures et moisissures **(VIGNOLA, 2002).**

1.3.3.2.2. Flore pathogène

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

II. Matèriel et mèthodes

II. Matériel et méthodes

2.1. Echantillonnage

L'échantillon de lait utilisé est prélevé à partir d'un troupeau de dromadaire (*Camelus dromadarius*), au niveau de la wilaya de Ouargla (Mkhadma), conduit selon un système d'élevage extensif. L'échantillon du lait est prélevé en mi-lactation ($4^{éme}$ jusqu'à $6^{éme}$ mois).il est acheminé au laboratoire (d'ITAS, Université KASDI Merbah Ouargla) afin d'y subir les analyses physico-chimique, biochimiques et microbiologiques.

2.2. Matériel

2.2.1. Appareillage

2.2.1.1. Appareillage pour les analyses physico-chimiques

Densimètre (G-widder), pH mètre (METROHOM 620)

2.2.1.2. Appareillage pour les analyses microbiologiques

Plaque chauffante, bain marie (MEMMERT), autoclave (Systec 5075 MLV), étuve, bec benzène, microscope optique (BULBTYPE 12V 20 W), four Pasteur (HEARAEAUS), réfrigérateur (Binder), compteur de colonie, balance.

2.2.2. Verreries et petit matériel

Burette, erlenemeyer, pipettes Pasteur, béchers, lames et lamelles, tubes à essai, pipettes graduées, éprouvettes, flacons en verre de 250 ml, entonnoir, boîtes Petri.

2.2.3. Réactifs

- Phénolphtaléine ;
- Solution de Soude (0,1N) ;
- Bleu de méthylène ;
- Réactifs pour coloration du GRAM ;
- Eau oxygénée ;
- Chlorhydrate.

2.2.4. Milieux de culture *(Annexe 4)*

- Milieu PCA *(Plate count agar);*
- Milieu Chapman;
- Milieu Déoxycholate;
- Milieu Hektoen;
- Milieu VRBG (Violet Red Bile Glucose).

2.3. Méthodes analytiques

La procédure expérimentale adoptée illustré en figure 1.

2.3.1. Analyses physico-chimiques

2.3.1.1. Mesure du pH

Le pH est déterminé à l'aide d'un pH-métre étalonné. La valeur est lue directement sur l'écran de l'appareil **(AFNOR, 1986)**.

2.3.1.2. Densité

La densité est déterminée à l'aide d'un densimètre sur un lait maintenu au repos. Elle consiste à plonger l'appareil dans une éprouvette de100 ml remplie de lait, lorsqu'il se stabilise, la lecture de la valeur de la densité se fait directement sur l'appareil **(SOUID, 2011).**

2.3.1.3. Mesure de l'acidité Dornic

L'acidité du lait, exprimée en **degré Dornic**, est le nombre de ml d'hydroxyde de sodium 0.11 N nécessaire pour neutraliser 10 ml de lait en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré (1 °D correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait). L'acidité Dornic témoigne de l'état de fraîcheur du lait et de sa richesse relative en caséines, en phosphates, en citrate, enhydrogéno-carbonate et en lactates **(SIBOUKEUR, 2011).**

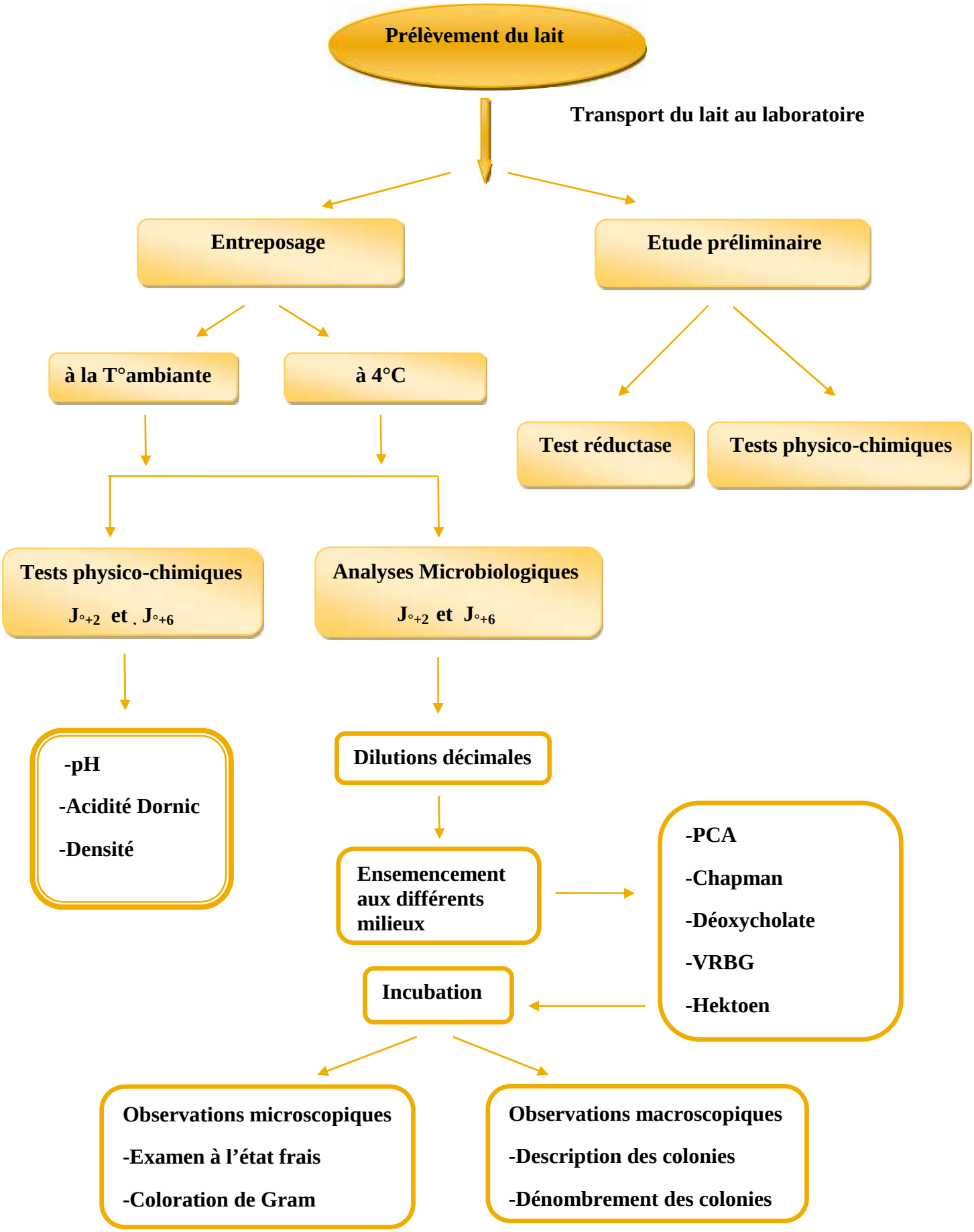

Figure 1 : Procédure expérimentale

2.3.1.4. Test de la réductase

Il permet une évaluation de la qualité microbiologique, il se fait grâce à l'épreuve au bleu de méthylène qui consiste à ajouter au lait cru une substance colorée (le 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 MOULOUD, 2009).**

L'estimation de la charge bactérienne par l'épreuve au bleu du méthylène est représentée dans le tableau II**.**

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

Décoloration	**Nombre bactéries/ml**	**Qualité du lait**
5 heurs ou plus	10^{5} à $2x10^{5}$	Bonne
2 à 4 heures	$2x10^{5}$ à $2\ x10^{6}$	Bonne à passable
Moins de 2 heures	2 à 10 $x10^{6}$	Insuffisante

2.3.2. Analyses microbiologiques

2.3.2.1. Préparation des dilutions décimales

Les séries logarithmiques, dont les termes sont en progression géométrique : par exemple les dilutions décimales : 0,1 (10^{-1}) ; 0,01 (10^{-2}) ; 0,001 (10^{-3}) … les dilutions sont toujours effectuées dans des conditions aseptiques. Les pipettes conseillées sont à écoulement totale. On prépare autant de tubes qu'il y a de dilutions à effectuer en prenant des tubes stériles dans lesquels on pipette aseptiquement 9 ml de liquide diluant. Ceci permet d'obtenir une précision maximale.

Les tubes de diluant peuvent être préparés et autoclavés à l'avance. On prélève 1 ml dans la suspension de départ à l'aide d'une pipette de 1 ml après l'avoir homogénéisée soigneusement et on la porte dans le premier tube de dilution (10^{-1}). La pipette ne doit entrer en contacte ni

avec les parois des tubes, ni avec le liquide diluant. Avec une nouvelle pipette de 1 ml, on homogénéise par aspirations et soufflage le contenu de ce tube 10^{-1} et l'on ensemence le tube

10^{-2} et ainsi de suite en changement à chaque fois de pipette pour ne pas perturber les dilutions **(GUIRAUD et ROSEC, 2004).** La méthode de dilution est représentée dans la figure 2.

2.3.2.2. Ensemencement et incubation

Les conditions de culture sont reportées dans le tableau III

Tableau III : Conditions des cultures des groupes bactériens susceptible de se développer dans le lait.

Milieu utilisé	**Les bactéries recherchées**	**Type d'ensemencement**	**Incubation**	
			Durée	**T°**
PCA *(Plate Count Agar)*	La flore totale aérobie mésophile	Profondeur	48 heures	30°C
Chapman	Bactéries halotolérantes (*Staphylococcus sp)*	Surface	24 heures	37°C
Désoxycholate	Coliformes	Surface	48 heures	37°C
VRBG	Entérobactéries	Profondeur	24 heures	37°C
Hektoene	Entérobactéries pathogènes (Salmonelles)	Surface	48 heures	37°C

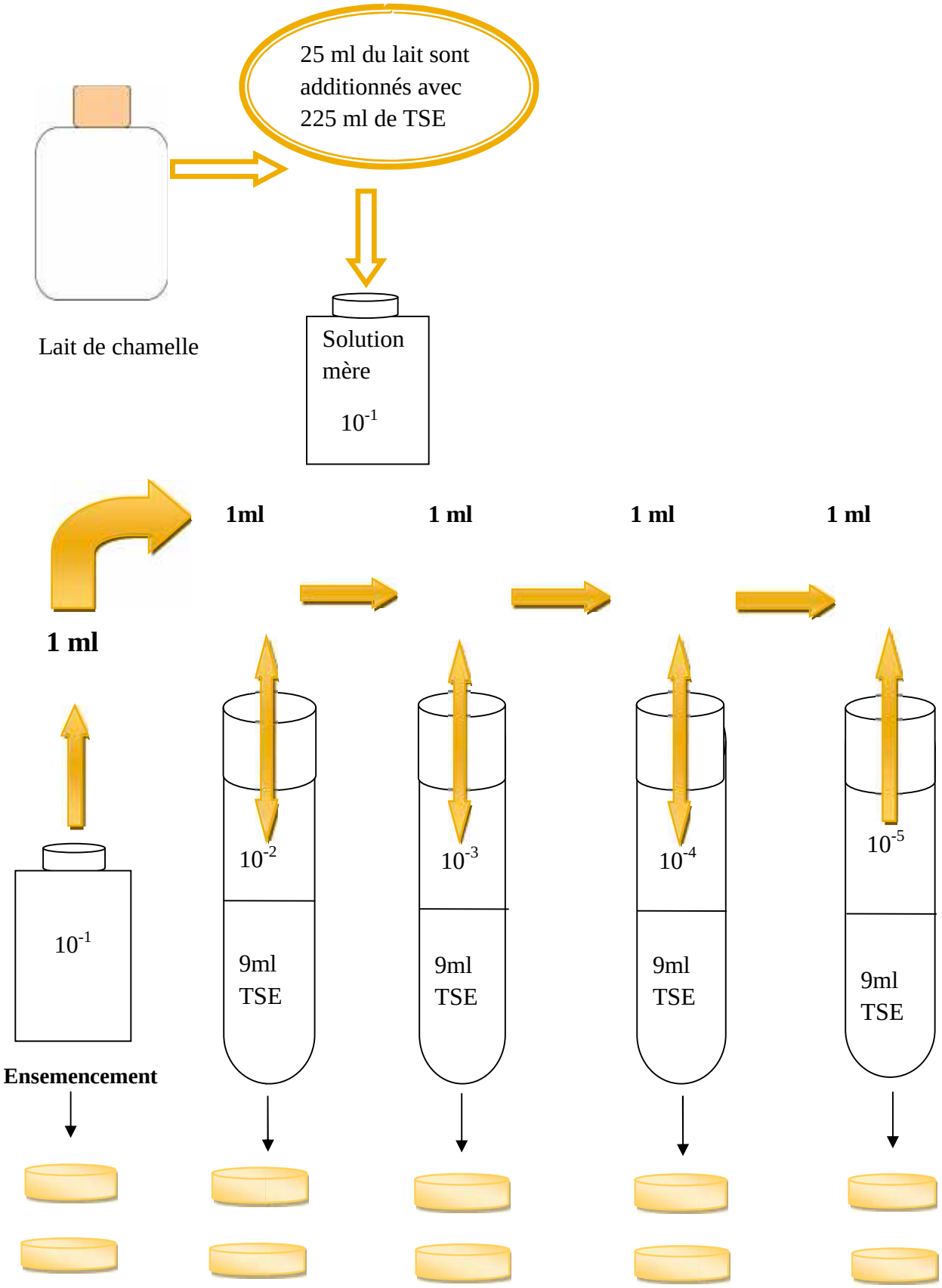

Figure 2 : Méthodes de dilution et d'ensemencement

2.3.2.3. Dénombrement et identification

Nous avons procédé dans cette étude au dénombrement et identification de quelques groupes susceptibles d'évoluer dans l'échantillon de lait de chamelle cru.

2.3.2.3.1. Dénombrement de la microflore

Le tableau IV représente le type de dénombrement de la microflore**.**

Tableau IV: Dénombrement de la microflore à rechercher dans cette étude.

La microflore dénombrée	**Type de dénombrement**	**Milieux utilisés**
FAMT (flore aérobie mésophile totale)	Dans la masse	PCA *(Plate Counte Agar)*
Staphylococcus sp	Par étalement en surface	Chapman
Coliformes	Par étalement en surface	Désoxycholate
Entérobactéries	dans la masse	VRBG (Violet Red Bile Glucose)
Entérobactéries pathogènes (Salmonelles)	Par étalement en surface	Hektoen

***Méthode de référence pour dénombrement de colonies en totalité**

On ensemence deux boites par dilution ; dans le cas général, on prend en compte les boites contenant entre 15 et 300 colonies.

On calcule la moyenne pondérée *N* à partir des boites de deux dilutions successives d_1 et d_2 (au moins une boite doit contenir plus de 15 colonies: c >5).

$$N = \sum c / (V \times (n_1 + 0{,}1 n_2) \times d_1)$$

N : nombre d'UFC (NE nombre estimé)

C : nombre de colonies dénombrées sur une boite (c_1 pour la dilution d_1 et c_2 pour d_2)

V : volume d'inoculum ensemencé sur une boite

$\mathbf{n_1}$: nombre de boites retenues à la première dilution (la plus faible)

$\mathbf{n_2}$: nombre de boites retenues à la deuxième dilution (la plus forte)

2.3.2.3.2. Identification

2.3.2.3.2.1. Observation macroscopique

Les éléments de la description des colonies sont représentés dans le tableau VII ***(Annexe 3).***

2.3.2.3.2.2. Observation microscopique

***Examen à l'état frais**

C'est l'examen microscopique de bactéries vivantes, en milieu liquide. Il permet d'apprécier leur mobilité (ou immobilité) et leur morphologie **(BENT MOHAMAD et SIDI BABA, 2008).**

***Coloration de GRAM**

La réponse différente des bactéries vis-à-vis de la coloration de GRAM s'explique par une différence d'accessibilité de leurs cellules, déterminées par la structure particulière de la paroi cellulaire de chacun des deux groupes de bactéries. Les bactéries à GRAM négatif ont une paroi composée d'une couche de peptidoglycane peu épaisse, surmontée d'une membrane externe très riche en lipides, alors que la paroi des bactéries à GRAM positif

possède uniquement une couche de peptidoglycane mais en moyenne 5 fois plus épaisse **(BOUSSEBOUA, 2002).**

2.3.3. Tests biochimiques

2.3.3.1. Test de la catalase

Un test permet de mettre en évidence une enzyme non identifiée de la chaîne respiratoire, et reste très important pour l'orientation des bacilles à Gram négatif, les Gram positif ne possédant pas cette enzyme en général **(JOFFIN et LEYRAL, 2006).**

La recherche de la catalase est représentée dans le Tableau V.

Tableau V : Recherche de la catalase (JOFFIN et LEYRAL, 2006)

RECHERCHE DE LA CATALASE			
Réactif	Technique	Résultats	
Peroxyde d'hydrogène H_2O_2	A partir d'un milieu solide et aérobie, prélever une quantité suffisante de culture et la mettre en suspension dans une goutte d'H_2O_2, déposer sur une lame.	Bulles d'oxygène : **Catalase +**	Pas de bulles : **Catalase -**

2.3.3.2. Test de l'oxydase

Un test permet de mettre en évidence une enzyme non identifiée de la chaîne respiratoire, et reste très important pour l'orientation des bacilles à GRAM négatif, les GRAM positif ne possédant pas cette enzyme en général **(JOFFIN et LEYRAL, 2006).**

La recherche de la d'oxydase est représentée dans le Tableau VI**.**

Tableau VI : Recherche de l'oxydase (JOFFIN et LEYRAL, 2006)

RECHERCHE DE L'OXYDASE : MÉTHODE DES DISQUES			
Milieu et réactif	**Technique**	**Résultats**	
		Oxydase +	**Oxydase -**
Chlorhydrate ou oxalate de N-N diméthyl-para-phénylène diamine ou de N-N-N-N tétra-méthyl-para-phénylène diamine à 1 $g.dm^{-3}$ sous forme de solution ou e disque ou bandelettes préimpégné.	A partir d'un milieu solide aérobie, prélever une quantité suffisante de culture et la déposer sur un disque ou un papier filtre imprégné du réactif placé sur une lame à l'aide d'un instrument n'oxydant pas le réactif. Le disque peut aussi être déposé sur les colonies ou à proximité. S'il n'est pas imprégné d'eau, attendre que l'eau de milieu l'imprègne.	Tache violette	Pas de tache violette

III. Résultats et discussions

III. Résultats et discussion

3.1. Analyses physico-chimiques

3.1.1. pH

3.1.1.1. Evolution du pH du lait camelin en fonction des conditions et de la durée de l'entreposage

Les valeurs de la mesure du pH dans le tableau VIII. **(Annexe 3)**, montrent que globalement le pH du lait camelin frais est comparable à celui de son homologue bovin (pH= 6,7). Ce constat a été rapporté par des auteurs à travers certaines régions du monde : SIBOUKEUR (2007), en Algérie (pH=6.31±0,15), BOUDJENAH-HARON (2011), (pH = 6,53), SBOUI *et al*., (2009), en Tunisie (pH = 6,41), ABU-TARBOUSH *et al*., (1998), en Arabie Saoudite (pH = 6,48).

La figure ci-dessous illustre la variation du pH du lait entreposée à la température ambiante et à 4°C.

Le pH mesure la concentration des ions H^+ en solution. Les valeurs de pH représentent l'état de fraicheur du lait, plus particulièrement en ce qui concerne sa stabilité, du fait que c'est le pH qui influence la solubilité des protéines. Un lait ayant une acidité développée importante aura un pH plus bas que 6,6 car l'acide lactique abaisse le pH d'une valeur mesurable

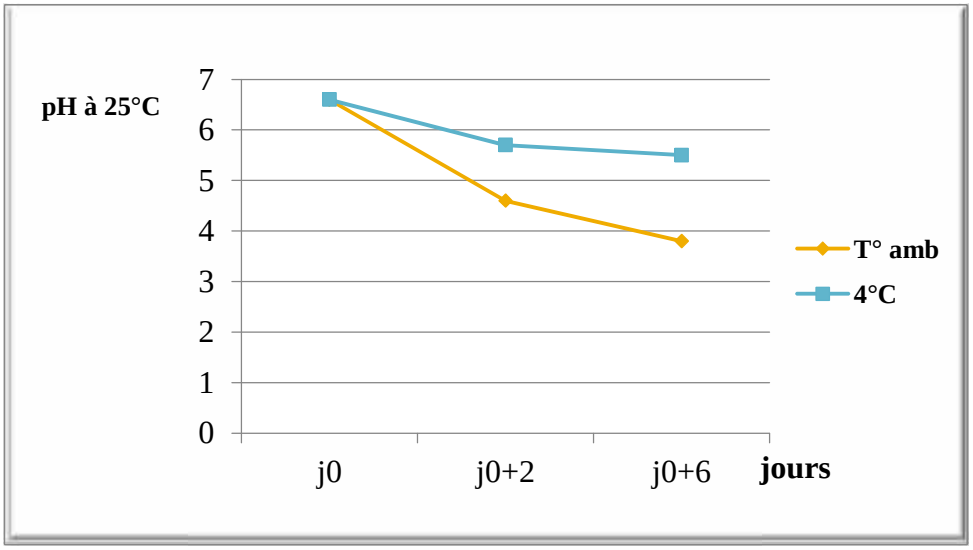

Figure 4 : Evolution du pH du lait camelin de deux échantillons conservés à la température ambiante et à 4°C

3.1.2. Acidite Dornic

3.1.2.1. Evolution de l'acidité Dornic du lait camelin en fonction des conditions et de la durée de l'entreposage

L'acidité Dornic des échantillons du lait étudié est présentée dans le tableau VIII **(Annexe 3).** L'acidité Dornic est mésurée à la réception du lait. On mesure l'acidité Dornic pour vérifier la qualité du lait. Il faut prendre cette mesure avec un certain recul, car une acidité Dornic élevée n'est pas forcément une mesure de l'acidité développée.

Pour s'assurer de la qualité du lait et pour valider le résultat des titrages, on recommande de mesurer le pH de l'échantillon.

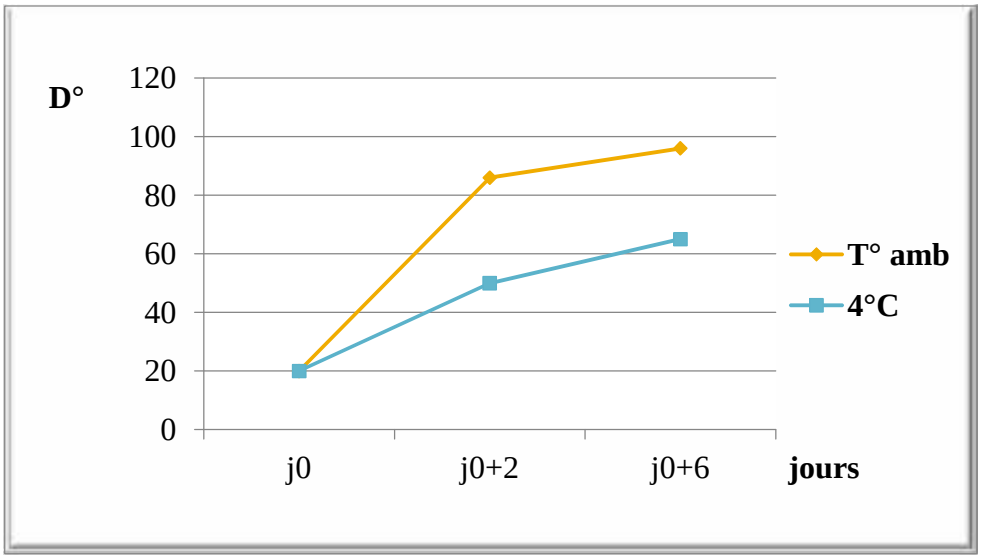

Figure 5 : Evolution de l'acidité Dornic de deux échantillons conservés à la température ambiante et à 4°C

3.1.3. Densité

3.1.3.1. Evolution de la densité du lait camelin en fonction des conditions et de la durée de l'entreposage

Les résultats de la mesure de la densité des échantillons du lait sont représentés dans le tableau X **(Annexe 3)** La densité dépend directement de la teneur en matière sèche, liée fortement à la fréquence d'abreuvement **(SIBOUKEUR, 2007).**

Deux facteurs de variation opposés déterminent la densité: la concentration des éléments dissous et en suspension (solide non gras) et la proportion de matière grasse.

La densité varie proportionnellement à la concentration en éléments dissous et en suspension mais varie de façon inverse à la tension en graisse. Elle varie aussi avec la température **(FALL, 1997).**

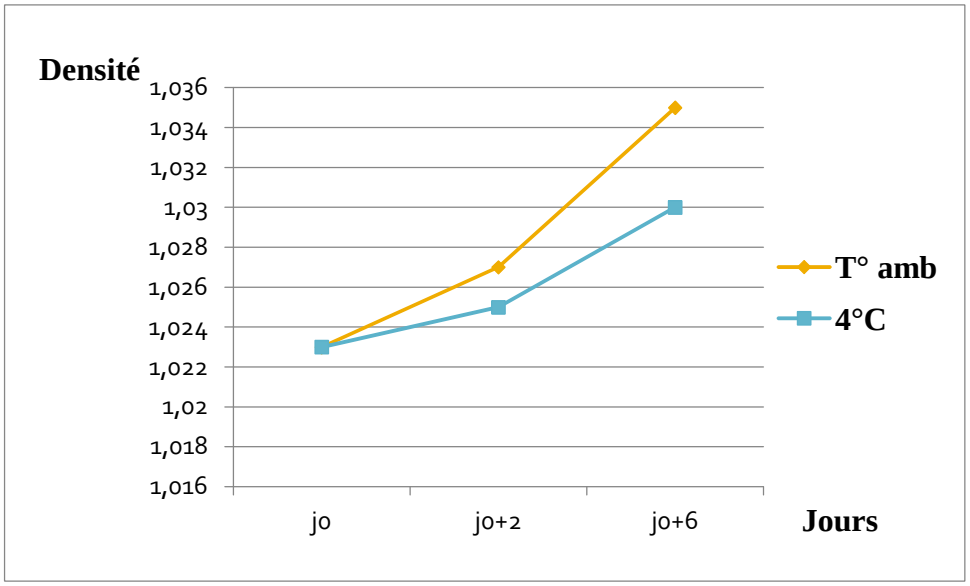

Figure 6 : Evolution de la densité de deux échantillons conservés à la température ambiante et à 4°C.

3.2. Tests biochimiques

Les résultats des tests biochimiques obtenus lors de cette étude sont indiqués dans le tableau VII et VIII

3.2.1. Test de la catalase

Les résultats sont représentés dans le tableau VII

Tableau VII : Résultats de test de la catalase

Microflore	**Catalase**
FTAM	+
Staphylococcus aureus	+
Coliformes	-
Entérobactéries	+

(-) : Négatif (+) : Positif

3.2.2. Test de l'oxydase

Les résultats sont représentés dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Résultats de test de l'oxydase

Microflore	**Oxydase**
FTAM	+
Staphylococcus aureus	+
Coliformes	-
Entérobactéries	-

(-) : Négatif (+) : Positif

3.3. Analyses microbiologiques

3.3.1. Test de la réductase

Le résultat de test de la réductase est représenté dans le tableau IX.

Tableau IX : Résultats de test de réductase

Décoloration	**Nombre bactéries/ml**	**Qualité du lait**
3 heures	$2x10^5$ à $2x10^6$	Bonne à passable

Ce test de réduction des colorants est basé sur le fait que la plupart des bactéries présentes dans le lait sont capables, grâce à leurs réductases, d'abaisser le potentiel d'oxydoréduction jusqu'à décoloration d'un indicateur rédox. C'est pourquoi ce test ne permet qu'une estimation de la contamination bactérienne, en effet l'activité réductrice dépend non seulement du nombre de bactéries présentes mais aussi des espèces présentes et de leur état physiologique De plus, le colorant peut être réduit par des cellules somatiques et leucocytes éventuellement présents dans le lait **(TOURETTE, 2002).**

3.3.2. Dénombrement et identification

3.3.2.1. Dénombrement après culture

Les résultats de dénombrement de quelques groupes microbiens du lait camelin sont représentés dans le tableau X.

Tableau X : Tableau récapitulatif de résultats de dénombrement de la flore du lait camelin après culture

Groupe de micro-organisme	**Nombre de germes (UFC/ml)**				
	J◦	**J◦+2**		**J◦+6**	
		T° ambiante	**4°C**	**T° ambiante**	**4°C**
FAMT	$8,9x10^5$	$6,8x10^5$	$6,3x10^5$	$2,2x10^4$	$8,4x10^3$
Bactéries halotolérantes (*Staphylococcus sp)*	$2,4x10^5$	-	-	-	-
Coliformes	$1,5x10^6$	$3,6x10^6$	$2,5x10^6$	$1,5x10^7$	$3,9x10^6$
Entérobactéries	$8,9x10^4$	$1,9x10^7$	$1,3x10^7$	$9,8x10^4$	-
Entérobactéries pathogènes (Salmonelles)	-	-	-	-	-

(-) : absence des germes

3.3.2.2. Identification

3.3.2.2.1. Observation macroscopique

Les observations des boites incubées montrent qu'il y a apparition des colonies différentes. Le tableau XI récapitule les principaux caractères des différents types de colonies observées.

Tableau XI : Description des colonies

milieu / Description	PCA	Chapman	VRBG	Désoxycholate
La taille	1mm-1 cm	4 mm	2 mm	5 mm
La forme	Irrégulière bombée	Ronde bombée	Ronde plate	Ronde
L'aspect de la surface	Lisse	Lisse	Lisse	Lisse
L'opacité	translucide	Opaque	Opaque	Opaque
La consistance	sèche	Crémeuse	Crémeuse	Crémeuse
La couleur	Crème	Jaune	Rouges	Grise

3.2.3.2.2. Observation microscopique

Les résultats de l'observation microscopique sont illustrés dans le tableau XII.

Tableau XII : Observation microscopique des colonies

Groupe de Germes	**Examen à l'état frais**	**Coloration de GRAM**
La flore totale aérobie mésophiles	Bâtonnet -	GRAM +
Bactéries halotolérantes (*Staphylococcus sp)*	Cocci -	GRAM +
Coliformes	Bâtonnet +/-	GRAM -
Entérobactéries	Bâtonnet -	GRAM -

(+) : mobile G + : GRAM positif

(-) : immobile G - : GRAM négatif

3.3.3. Evolution de la charge microbienne en fonction des conditions et de la durée de l'entreposage

3.3.3.1. Evolution de la flore aérobie mésophiles totale (FAMT)

La FAMT reflète la qualité microbiologique générale d'un produit naturel. **(GUIRAUD et ROSEC, 2004).** On remarque que la courbe de l'évolution de la FAMT de deux échantillons présente la même allure avec une augmentation du taux de germes puis une diminution. Le nombre des germes atteint une valeur maximale dans les deux échantillons du lait entreposés à la température ambiante et à 4°C au niveau de (j_{0+2}). Après la troisième journée la régression de taux de germes due à l'abaissement de l'acidité du lait camelin qui se traduit par la production et l'accumulation de l'acide lactique.

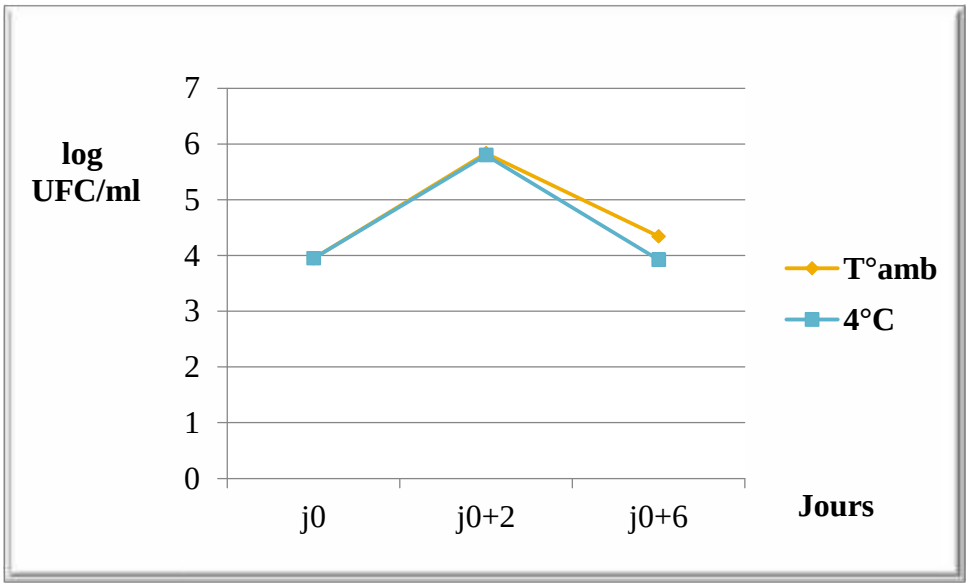

Figure 7 : Evolution de la FAMT du lait entreposé à la température ambiante et à 4°C (PCA)

3.3.3.2. Evolution des bactéries halotolérantes

La courbe d'évolution des bactéries halotolérantes du lait entreposé à la température ambiante et à 4°C présente la même allure, il y a un développement de ce groupe bactérien ou le nombre atteint un maximum (J_0) et finit par une chute (J_{0+2}, J_{0+6}). Ceci suggère un effet antimicrobien du lait camelin contre cette flore.

La présence des halotolérants dans le milieu Chapman peut signifier donc, que l'échantillon du lait camelin ayant fait l'objet de cette étude est plus ou moins salé.

En outre, le jaunissement du milieu Chapman dans la plupart des boites de Petri semble confirmer la présence des staphylocoques qui finissent par un déclin. Ce déclin semble avoir pour origine de système protecteur du lait camelin, H_2O_2, les bactériocines produites par la flore banale.

Par ailleurs, la sensibilité des staphylocoques *(Staphylococcus aureus* notamment) aux acides créés par les bactéries lactiques peut expliquer leur inhibition **(ABIDI, 2001).**

Les bactéries lactiques peuvent être considérées comme des probiotiques. Leur aptitude à se développer à bas pH et à produire simultanément des substances actives (acide lactique, acide acétique, eau oxygénée et bactériocine…) explique leur rôle bactériostatique ou bactéricide vis à vis d'espèces nuisibles responsables des défauts sensoriels des aliments fermentés ou présentant des risques pour la santé publique **(SIBOUKEUR, 2007).**

Parallèlement, le système protecteur particulier du lait camelin, la lactopéroxydase en l'occurrence, présentant un effet bactériostatique contre les bactéries GRAM positif, peut justifier les résultats relatifs à l'évolution des germes halotolérants lors de la transformation naturelle du lait en lait fermenté. Cet effet est dû particulièrement à l'activation du système Lactopéroxydase – thiocyanate, présent dans le lait des mammifères générant par oxydation deux puissants inhibiteurs bactériens à savoir : l'hypothiocyanate, et l'acide hypothiocyaneux **(SIBOUKEUR, 2007).**

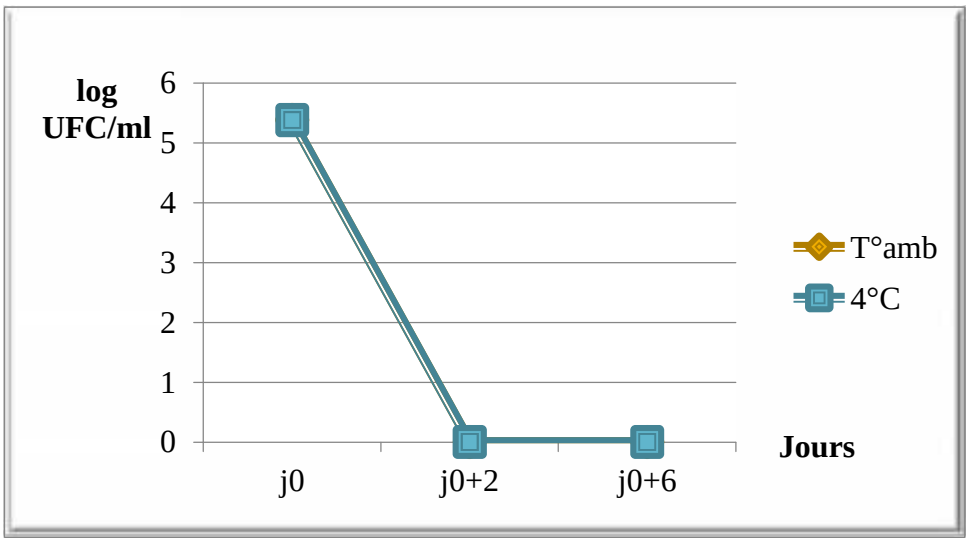

Figure 8 : Evolution des bactéries halotolérantes du lait entreposé à la température ambiante et à 4°C (Chapman)

3.3.3.3. Evolution des coliformes

La présence des coliformes a longtemps été considérée comme un indice de contamination fécale. Bien que la présence de la plupart des espèces incriminées soit fréquente dans les fèces des animaux et de l'homme. Il s'agit donc plutôt de marqueurs de qualité hygiénique générale De nombreux coliformes ne sont pas dangereux du point de vue sanitaire sauf en cas de prolifération extrêmement abondante. **(GUIRAUD et ROSEC, 2004).**

L'augmentation continue de la charge des coliformes est plus importante au niveau de l'échantillon entreposé dans la T° ambiante que celle de 4°C. Ceci justifié par la sensibilité de ces germes à la température de réfrigérateur.

L'augmentation des coliformes au fur et à mesure au cours du temps montre la contamination trop chargée des échantillons par ces derniers.

Cette contamination était attribuée aux conditions non conformes de traite voire de collecte. **(ABIDI, 2001).**

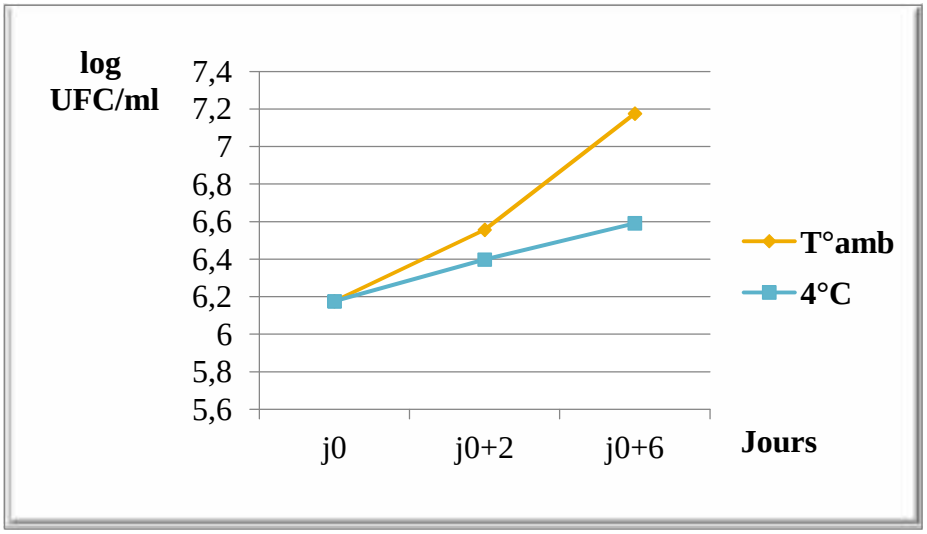

Figure 9 : Evolution des coliformes du lait entreposé à la température ambiante et à 4°C (Déoxycholate)

3.3.3.4. Evolution des entérobactéries

L'évolution des entérobactéries de lait entreposé à la température ambiante est similaire à celle à 4°C, Leur taux connaît une augmentation à J_{0+2} suivi à une diminution sensible (J_{0+6}) à la température ambiante et finit par atteindre zéro pour le lait entreposé à 4°C.

Leur diminution durant le stockage, a vraisemblablement pour origine l'effet des bactériocines produites par des bactéries lactiques et les substances inhibitrices naturelles du lait camelin **(CHETHOUNA, 2011).**

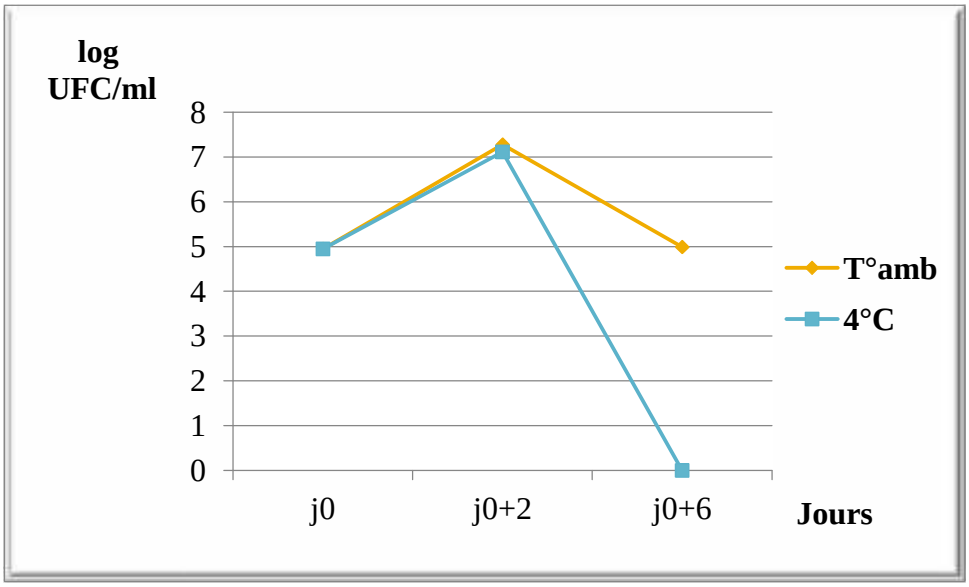

Figure 10 : Evolution des Entérobactéries du lait entreposé à la température ambiante et à 4°C (VRBG)

Conclusion

Conclusion

Le lait de dromadaire constitue une ressource alimentaire inestimable pour les populations des régions arides et semi arides de notre pays qui le consomme à l'état frais ou fermenté. C'est un produit relativement riche en éléments nutritifs de base. Il dispose d'un système protecteur et auto-épuratif naturel qui lui permet de se conserver relativement mieux par rapport aux laits d'autres espèces laitières.

Une analyse préliminaire, confirmée par le test de la réductase, réalisée sur le lait camelin frais prélevé localement à partir d'une chamelle en mi-lactation, a montré que ce dernier possédait une qualité hygiénique plus ou moins acceptable. Son pH est égal à 6,6 et sa densité à 1,023.

Afin d'avoir une idée sur le degré d'efficacité du système protecteur du lait camelin en mi-lactation, nous avons entrepris un suivi de l'évolution de la flore aérobie mésophile totale (FAMT), de celle des bactéries halotolérantes, des coliformes, des entérobactéries, lors de l'entreposage du lait à la température ambiante et à 4°C.

Les résultats suivants ont été enregistrés:

- Une diminution de la charge de la FAMT du jour j_0 au jour j_{0+6}, dans les deux échantillons entreposés à la température ambiante et celle à 4°C ;

- Les bactéries halotolérantes (*Staphylococcus sp*) présentes à j_0 à des taux très élevés ($2{,}4.10^5$ UFC/ml) finissent par disparaître au fur et à mesure que la durée de stockage augmente. Ceci est observé dans les laits conservés à la température ambiante et dans le lait réfrigéré ;

- La charge des entérobactéries augmente et atteindre une valeur maximale (j_{0+2}), puis elle diminue jusqu'à zéro pour l'échantillon réfrigéré à 4°C.

- La présence des entérobactéries pathogènes (Salmonelle) n'a été détectée ni dans l'échantillon frais ni dans celui conservé à la température ambiante ou à 4°C ;

- Les coliformes marquent une augmentation continue jusqu'à $j_{0+6.}$

De ce qui précède, il semble que le système protecteur et auto-épuratif naturel du lait camelin en mi-lactation est efficace contre la flore halotolérante, contre la FAMT et contre les entérobactéries. Toutefois, les résultats que nous avons enregistrés indiquent que ce système est sans action sur la flore de contamination d'origine fécale c'est-à-dire les coliformes. Le système naturel doit être renforcé par une traite dans des conditions de salubrité conformes et une réfrigération rapide.

Au terme de cette étude, nous préconisons approfondissement par l'étude de ce système contre d'autres micro-organismes (virus, levures, moisissures, protozoaires microscopiques).

Références bibliographique

Références bibliographiques

ABIDI K. (2001). Contribution à la connaissance du lait camelin : étude de l'évolution de la microflore du lait entreposé à la température ambiante et à 4°C. Université Kasdi Merbah Ouargla, 26-29.

AFNOR, lait et produits laitiers : méthode d'analyse, AFNOR, Paris, 1986.

BENT MOHAMED A, SIDI BABA A. (2008). Manuel De Travaux Pratiques De Microbiologie. Université De Nouakchott Faculté Des Sciences et Techniques, 18.

BERNUS E. (2002). Laits touaregs Usages et symboles IRD – France. MEGA-TCHAD, 4.

BESSAS F, MECHOUAR M, TRARI F. (2012). Ma faculté magazine. Contrôle de qualité bactériologique et physico-chimique du lait cru et du lait pasteurisé. Mar-Avr N°3, 20

BOUDJENAH-HAROUN S. **(2012).** Aptitude à la transformation du lait de chamelle en produits dérivés : effet des enzymes coagulantes extraites de caillettes de dromadaires. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 3.

BOUSSEBOUA H. (2002). Microbiologie général éd. Université Mentouri Constantine, 148

CHETHOUNA F. (2011). Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Universite Kasdi Merbah Ouargla, 3, 10, 62.

CHIBBAH A. (2011). Extraction et caractérisation électrophorétique des protéines membranaires du globule gras du lait de chamelle. Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammemri-Tizi Ouzou, 5-7.

DICK A, SLEIMANE F, EL KORY M, EL KORY O. (2011). La variabilité de la teneur en calcium du lait de chamelle en Mauritanie, ScienceLib Editions Mersenne. Vol3, N ° 111008.

DIENG M. (2001). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché Dakarois. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 15.

FALL C, (1997). Etude des fraudes du lait cru: Mouillage et écrémage. Thèse de Doctorat en Midecine Vétérinaire, Université Cheikh Anta Diop-Dakar, 8.

FAYE B. (2009). L'élevage des grands camélidés : vers un changement de paradigme. Renc. Rech. Ruminants, 16, 346.

FREDOT E. (2009). Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. éd. Lavoisier. Paris. France, 17.

GHAOUES S. **(2011).** Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien. Université MENTOURI – Constantine, 474

GHAZI K. et NIAR A. (2011). Qualité hygiénique du lait cru de vache dans les différents élevages de la Wilaya de Tiaret (Algérie). Institut des Sciences Vétérinaires, Université Ibn – Khaldoun de Tiaret, 4, 29, 193-196.

GOUTTAYA F., MAAZAR A. (2006). Etude anatomique des structures cranio-cephaliques chez le dromadaire par tomodensitometrie. Université El Hadj Lakhdar. Batna.

GUIRAUD J., ROSEC J. **(AFNOR 2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire, 50.

JEANTET R., SCHUCK P., BRULÉ G. (2006). Science des aliments. éd. TEC , DOC. Paris. France.

JOFFIN J et LEYRAL G. (2006). Microbiologie technique. 4ième édition, centre régional de documentations pédagogique d'Aquitaine

KONUSPAYEVA G. Variabilité physico-chimique et biochimique du lait des grands camélidés (*Camelus bactrianus, Camelus dromedarius* et hybrides) au Kazakhstan. Thèse de Doctorat en Université Montpellier II, 45.

KONUSPAYEVAG, FAYE B, SERIKBAEVA A. (2003). Les produits laitiers traditionnels à base de lait de chamelle en Asie centrale. Lait de chamelle pour l'Afrique, Atelier sur la filière laitière caméline en Afrique Niamey, 5-8 novembre., 78.

KONUSPAYEVA G, LOISEAU G, FAYE B. (2004). La plus-value "santé" du lait de chamelle cru et fermenté : l'expérience du Kazakhstan. Renc. Rech. Ruminants, 11.,48

LAITHIR C. (2011). Microflore du lait cru. Cnaol, 19- 20.

MAHBOUB N., TELLI A., SIBOUKEUR O., BOUDJENAH S., S. SLIMANI N. et MATI A. (2010). Contribution a 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), 71.

OUADGHIRI M. (2009). Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés « Lben » et « Jben » d'origine marocaine. Université Mohammed V – Agdal, 29.

PANISSET L. (1921). Nécessité de l'analyse microbiologique en face de l'insuffisance de l'analyse chimique, 332 – 334

SBOUI A. *et al*., (2009). Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. *Afrique* SCIENCE, 293-198.

SENOUSSI C. (2011). Les protéines sériques du lait camelin collecté dans trois régions du sud algérien : essais de séparation et caractérisation de la fraction protéose peptone. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 4, 7, 8, 17-19.

SIBOUKEUR A. (2011) Etude de l'activité antibactérienne des bactériocines (type nisine) produites par *Lactococcus lactis* subsp lactis, isolée à partir du lait camelin. Mémoire de Magister, Université d'Ouargla, 2011, 6, 10

SIBOUKEUR O. (2007). Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques; aptitudes à la coagulation. Thèse de Doctorat, Institut National Agronomique El-Harrach-Alger, 27, 38, 71, 86, 87

SIBOUKEUR A., 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. Université Kasdi Merbah Ouargla.

SOUID W. (2011). Effet des bactériocines (type nisine) produites par une souche lactique isolée a partir du fromage camelin, sur une souche psychrotrophe. Université Kasdi Merbah-Ouargla, 4-6, 8, 52.

TCHAMBA C. (2007). Caractérisation de la flore lactique des laits fermentés artisanaux au Senegal : cas de la zone Niayes. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 70, 56.

TOURETTE I. (2002). Etude de l'influence des pratiques de traite et d'élevage sur la qualité sanitaire du lait de chamelle. Thèse de Doctorat en vétérinaire, Université Paul-Sabatier de Toulouse, 10,12

VIGNOLA C. (2002). Science et technologie du lait éd. Presses internationales polytechnique.

Annexes

Les cultures bacteriennes

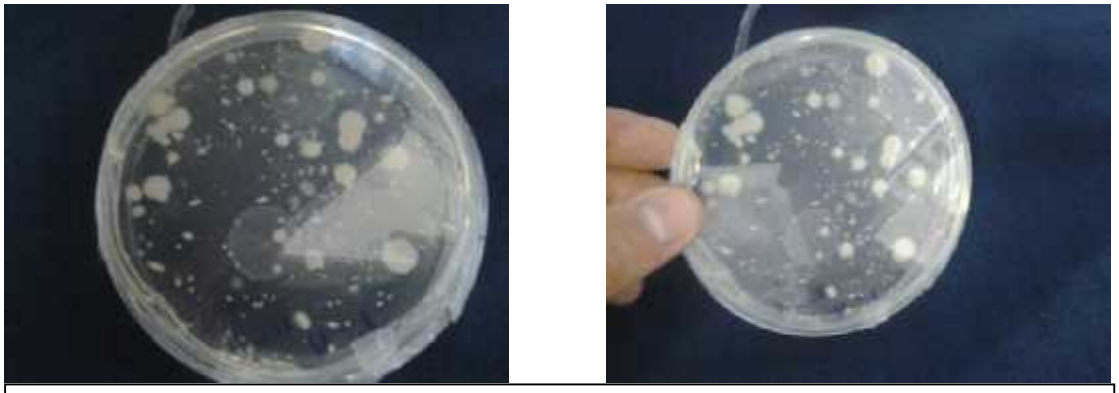

Photo 1 : Culture bactérienne au milieu PCA

Photo 2 : Culture bactérienne au milieu Chapman

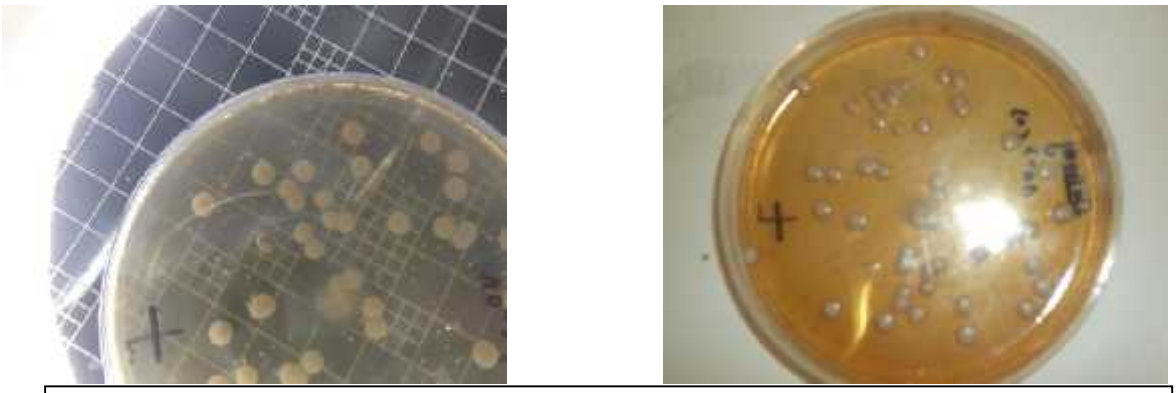

Photo 3 : Culture bactérienne au milieu Désoxycholate

Photo 4 : Culture bactérienne au milieu VRBG

Résultats de la coloration de GRAM

Photo 1 : Coloration de GRAM de la FAMT

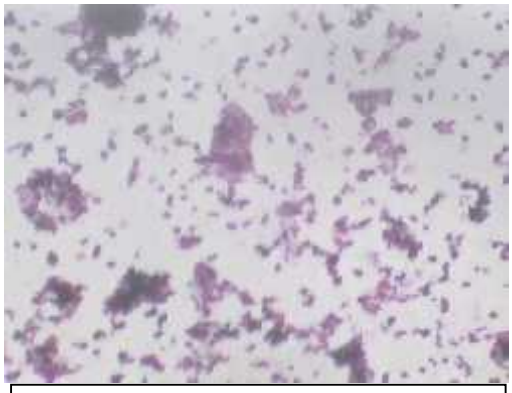

Photo 2 : Coloration de GRAM des bactéries halotolérantes

Photo 3 : Coloration de GRAM des Entérobactéries

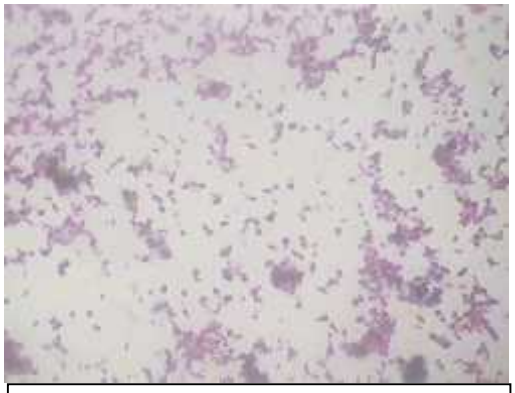

Photo 4 : Coloration de GRAM des Coliformes

Tableau XIII: Les éléments de la description des colonies (JOFFIN et LEYRAL, 2006).

Aspect	**Description**
La taille	Mesure à l'aide d'une règle gradué pour les grandes colonies.
La forme	Vue en coupe : bombé, plate, ombiliquée, à centre surélevé. Vue par-dessus : ronde, à bords dentelés, en étoile.
La surface	Lisse, rugueux, renvoyer la lumière de façon à donner aux colonies un reflet métallique ou un aspect irisé.
L'opacité	Opaques: ne laissent pas passer la lumière; translucides: laissent passer la lumière mais on ne voit pas la forme au travers; transparentes: laissent passer la lumière et voir les formes au travers.
Consistance	Les colonies grasses, crémeuses (on obtient facilement des suspensions homogènes), sèches ou muqueuses (on obtient difficilement des suspensions homogènes.
La couleur (pigmentation)	Les colonies habituelles sont crèmes. Une couleur différente due à des pigments.

Tableau XIV : Mesure du pH

	$J_{\circ}$	**$J_{\circ+2}$**		**$J_{\circ+6}$**	
pH		**T°. ambiante**	**4°C**	**T°. ambiante**	**4°C**
	6,6	4,7	5,7	3,8	5,5

T°: Température **$J_{\circ}$**: premier jour **$J_{\circ+2}$**: troisième jour **$J_{\circ+6}$**: septième jour

Tableau XV : Mesure de l'acidité Dornic

	$J_{\circ}$	$J_{\circ+2}$		$J_{\circ+6}$	
		T°. ambiante	**4°C**	**T°. ambiante**	**4°C**
Acidité Dornic (D°)	20	86	50	96	65

(D°): degré Dornic

Tableau XVI : Mesure de la densité.

	$J_{\circ}$	$J_{\circ+2}$		$J_{\circ+6}$	
		T°. ambiante	**4°C**	**T°. ambiante**	**4°C**
Densité	1,023	1,027	1,025	1,035	1,030

Composition des milieux de culture

*__PCA__ ***(Plate count agar)***

Tryptone……5,0g

Extrait de levure……2,5 g

Glucose…….1,0 g

Agar……15,0 g

pH= 7,0

***Chapman**

Peptone……..10,0 g

Extrait de viande de bœuf ……..1,0 g

Chlorure de sodium……...75,0 g

Mannitol……10,0 g

Rouge de phénol…….0,025 g

Agar……..15,0 g

pH=7,4

*__Déoxycholate (0,1 %)__

Peptone…….10,0 g

Citrate de sodium……...1,0 g

Lactose……..10,0 g

Rouge neutre……0,03 g

Désoxycholate de sodium…….5,0 g

Hydrogénophosphate de potassium…….2,0 g

Agar……13,0 g

pH= 7,3

***Hektoen**

Protéosse-peptone……..12,0 g

Extrait de levure……...3,0 g

Lactose……...12,0 g

Saccharose…….12,0 g

Salicine……2,0 g

Citrate de fer III et d'ammonium……..1,5 g

Sels biliaires……..9,o g

Fuchsine acide……..0,1 g

Bleu de bromothymol……0,065 g

Chlorure de sodium……...5,0 g

Thiosulfate de sodium…….5,0 g

Agar……13,0 g

pH= 7,5

***VRBG (Violet Red Bile Glucose)**

Peptone…… 7,0g

Extrait de viande …….3,0 g

Glucose ……..10,0g

Désoxycholate de sodium…….1,5g

Cristal violet……..2,0 mg

Rouge neutre……30,0 mg

Chlorure de sodium……...5,0 g

Agar…….15,0 g

pH = 6,8

*** Milieu TSE**

Peptone bactériologiques…….10 g

Chlorure de sodium……....5 g

Eau distillée ..……..……..1000 ml

pH (25°C) = 7,2 ± 0,2

Photo 1 : Densimètre

Photo 2 : pH mètre

Photo 3 : Plaque chauffante

Photo 4 : Burette

Photo 5 : Bain mari

Photo 6 : Four Pasteur

Photo 7 : Balance

Photo 8 : Microscope optique

Photo 9 : Réfrigérateur

Photo 10 : Bec benzène

Photo 11 : Compteur de colonies

Photo 12 : Etuve

Photo 13 : Test de la réductase du lait frais

Photo 14 : Résultat du test de la réductase du lait frais.