



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

LABORATOIRE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE PRODUCTION ANIMALE

N°...../SNV/2018

MÉMOIRE DE MASTER

Présenté par

**Benmehidi yasmine**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES**

**Spécialité**

**PRODUCTION ET TRANSFORMATION LAITIÈRES**

Thème : **Qualité sanitaire du lait cru issu de différentes  
populations de dromadaires d'Algérie**

Soutenue publiquement le **04/07/2018**

DEVANT LE JURY

<i>Président</i>	<i>Pr. HOMRANI ABDELKADER</i>	U. Mostaganem
<i>Examinateur</i>	<i>Dr. BENMILOUD DJAMEL</i>	U. Mostaganem
<i>Encadreur</i>	<i>Pr. BEKADA AHMED.</i>	C. U. Tissemsilt
<i>Co-encadreur</i>	<i>Dr HOUBAD KHADIDJA.</i>	U. Mostaganem

*Thème Réalisé au Laboratoire Des sciences et Techniques de Production Animale  
Année Universitaire 2017/2018*

# *Dédicace*

*Je dédie ce travail à toute ma famille,*

*A mon très cher père qui m'a encouragé et soutenu  
pendant mes longues années d'études,*

*A ma très chère mère qui m'a donné de l'amour, et  
sans oublier tous mes frères, et ma très chère sœur, et  
toutes mes amies et à tous ceux qui me sont chers.*

*Benmehidi yasmine*

# Remerciements

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

Je tiens à présenter mes sincères remerciements

À mes encadreurs le *Pr. Bakada A* et *Me. HOUBAD Kfi* pour la confiance qu'ils m'ont accordée en acceptant de m'encadrer

Pour leur disponibilité tout au long de l'élaboration de ce mémoire, pour leur aide, leurs critiques et suggestions, et surtout pour leur patience dans la correction de ce mémoire.

Je remercie *Pr HOMRANI Aek* d'avoir accepté la présidence du jury de la soutenance.

Je remercie *Dr. BENMILOUD Dj* qui a accepté d'examiner ce modeste travail.

Nous voudrai remercier aussi les techniciens du laboratoire de microbiologie.

Finalement, je remercie tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.

A vous tous, un grand Merci

*B. Yasmine*

## Résumé

Le lait de dromadaire constitue une ressource alimentaire inestimable pour les populations des régions arides et semi arides de notre pays. Ce produit est consommé à l'état frais ou bien sous la forme fermentée. 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 des autres espèces laitières. Donc, afin de contribuer à une meilleure connaissance de cette matière alimentaire, nous avons réalisé une étude tant quantitative que qualitative qui vise à avoir une meilleure connaissance de la qualité sanitaire du lait cru camelin. L'analyse microbiologique a porté sur 7 groupes microbiens : parmi les groupes indicateurs d'hygiène (flore aérobie mésophile totale (FAMT), coliformes, entérobactéries, streptocoques fécaux), et certains groupes potentiellement pathogènes (*Staphylococcus aureus*, les clostridium sulfite-réducteurs et *salmonella*). Les niveaux de contaminations ont été interprétés sur la base des critères microbiologiques définis par l'arrêté interministériel de 24 Janvier 1998. Nos résultats révèlent l'absence totale des germes pathogènes ainsi que les bactéries indice de contamination fécale (coliformes fécaux) et le nombre des germes totaux se révèle conforme avec les normes algériennes. Enfin, la présente étude confirme l'intérêt de mettre en place une formation à l'hygiène de la traite destinée aux éleveurs afin d'obtenir un lait de bonne qualité microbiologique.

**Mots-clés :** Lait cru, dromadaire, qualité sanitaire, microbes et critères microbiologiques.

## Abstract

Dromedary milk is an invaluable food resource for people in the arid and semi-arid regions of our country. This product is consumed fresh or in the fermented form. It is a product relatively rich in basic nutrients. It has a natural protective and self-purifying system that allows it to keep relatively better compared to milks of other dairy species. So, in order to contribute to a better knowledge of this food matter, we have carried out a quantitative as well as qualitative study which aims to have a better knowledge of the sanitary quality of camel raw milk.

The microbiological analysis was carried out on 7 microbial groups: among the hygiene indicator groups (total mesophilic aerobic flora (FAMT), coliforms, yeasts and molds, enterobacteriaceae, fecal streptococci), and certain potentially pathogenic groups (*Staphylococcus aureus*, sulfite-reducing clostridia and salmonella).

Contamination levels were interpreted on the basis of the microbiological criteria defined by the interministerial decree of 24 January 1998.

Our results reveal the total absence of pathogenic germs as well as the bacteria fecal contamination index (faecal coliforms) and the number of total germs is found to comply with Algerian standards. Finally, the present study confirms the interest of setting up a milking hygiene training for breeders in order to obtain a good quality microbiological milk.

**Keywords:** Raw milk, camel, sanitary quality, microbes and microbiological criteria.

ملخص

حليب الابل هو مورد غذاء لا يقدر بثمن للناس في المناطق القاحلة و شبه القاحلة في بلدنا . يتم استهلاك هذا المنتج طازجا او في شكل مخمر . هو منتج غني نسبيا بالمواد المغذية الاساسية . ولديها نظام حماية طبيعي وتقنية ذاتي يسمح لها بالحفاظ على افضل نسبيا مقارنة بحليب انواع اخرى من الالبان. وذلك من اجل المساهمة في معرفة افضل من المواد الغذائية. قمنا باجرينا دراسة كمية ونوعية تهدف الى معرفة افضل بالجودة الصحية من حليب النوق الخام.

وشمل التحليل الميكروبيولوجي 7 مجموعات الميكروبية: بين المجموعات المؤشرات الصحية(مجموع النباتات الهوائية متوسطة الحرارة (FAMT) .

القولونية و الخميرة والعفن ، القولونية المكورات العقدية البرازية ) وبعض الجماعات المحرصة (المكورات العنقودية الذهبية ، مقاومة متناهية الصغر كلوستريديا والسالمونيلا).

فسرت مستويات التلوث على اساس المعايير الميكروبيولوجية التي حددها المرسوم المشترك بين الوزارات الصادر في 24 كانون الثاني/يناير 1998.

تكشف نتائجنا الغياب التام للمسببات الامراض والبكتيريا البرازية مؤشر (بكتريا القولون البرازية) واجمالي عدد الجراثيم يثبت بما يتفق مع المعايير الجزائرية. و اخيرا ، تؤكد الدراسة الحالية اهتماما باعداد تدريب للنظافة الشخصية للمربين من اجل الحصول على حليب ميكروبيولوجي ذي نوعية جيدة.

**الكلمات المفتاحية :** الحليب الخام ، الجمال ، الجودة الصحية ، الميكروبات والمعايير الميكروبيولوجية.

# Liste des abréviations

**BLBVB** : bouillon lactosé billié au vert brillant

**°C** : Degré Celsius

**Ca** : Calcium

**CDR**: Complementary Determining Region

**FAMT** : flore aérobie mésophiles totale

**K** : Potassium

**VF** : Viande de foie

**Lf** : Lactoferrine

**LPS** : Lactopéroxydase enzyme system

**Mg** : Magnésium

**Mn** : Manganèse

**MRS**: Man Rogosa et Sharp

**N** : Normalité

**Pb** : Plomb

**PCA**: Plate count agar

**U** : Unité

**UFC** :\_Unité(s) Formant Colonies

**VIH** : virus de l'immunodéficience humaine

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Colonies développées issues du lait de chamelle ensemencé sur milieu PCA.....	24
<b>Figure 02</b> : Lecture des résultats des coliformes totaux (A) et les coliformes fécaux (B) .....	26
<b>Figure 03</b> : Lecture des résultats des streptocoques fécaux sur le milieu Rothe. ....	27
<b>Figure 04</b> : Résultat négatif de staphylocoques sur le milieu Chapman. ....	27
<b>Figure 05</b> : Absence des Clostridium sulfito-réducteurs sur le milieu VF. ....	28
<b>Figure 06</b> : Dénombrement des bactéries lactiques sur milieu MRS. ....	28

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : flore indigène du lait cru (VIGNOLA, 2002) .....	12
<b>Tableau 2</b> : Echantillons de laits de chameelles collectés.....	13
<b>Tableau 3</b> : Estimation de la charge bactérienne par l'épreuve au bleu de méthylène.....	15
<b>Tableau 4</b> : Tableau récapitulatif des résultats du test de la réductase.....	23
<b>Tableau 5</b> : Dénombrement de la FTAM dans les échantillons de lait cru de chamelle analysés.....	24
<b>Tableau 6</b> : Dénombrement des entérobactéries dans les sept échantillons.....	24
<b>Tableau 7</b> : Résultats de dénombrement des coliformes pour les sept échantillons collectés.....	27
<b>Tableau 8</b> : Résultats de dénombrement de la flore lactique chez les différents échantillons du lait...	29
<b>Tableau 09</b> : Résultats des levures et moisissures pour les sept échantillons collectés.....	29

# Table des matières

**Résumé**

**Abstract**

**المخلص**

**Liste d'abréviation**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Introduction générale**

## **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

1.1. Aperçu sur le dromadaire.....	01
1.1.1 Origine et taxonomie.....	01
1.1.1.1 Origine.....	01
1.1.1.2. Taxonomie.....	01
1.1.2. Système d'élevage.....	02
1.2. Généralités sur le lait.....	02
1.2.1. Caractéristiques du lait camelin.....	02
1.2.1.1. Caractéristiques physicochimiques et organoleptiques.....	02
1.2.2. Propriétés nutritionnelle.....	03
1.2.3. Composition chimique.....	04
1.2.3.1. Fraction azotée.....	04
1.2.3.2. Les caséines.....	04
1.2.3.3. Teneur en eau.....	05
1.2.3.4. Matière grasse.....	05
.....05	
1.2.3.5. Vitamine.....	05
1.2.3.6. Lactose.....	05
1.2.3.7. Minéraux.....	06
1.2.4. Système protecteur du lait camelin.....	06
1.2.4.1. Lactoferrine.....	06
1.2.4.2. Lysozyme.....	07
1.2.4.3. Lactoperoxydase.....	08
1.2.4.4. Immunoglobulines.....	08
1.2.4.5. Peroxyde d'hydrogène.....	09
1.2.4.6. Composant 3 des protéose-peptones (pp3).....	09
1.3. Qualité microbiologique du lait.....	09
1.3.1. Définition.....	09
1.3.2. Microbiologie du lait.....	10
1.3.2.1. Virus.....	10
1.3.2.2. Bactéries.....	10
1.3.2.2.1. Bactéries utiles.....	10
1.3.2.2.2. Bactéries nuisibles.....	11
1.3.2.2.3. Bactéries pathogènes.....	11
1.3.2.3. Levures et moisissures.....	11
1.3.3. Classification des principaux microorganismes du lait selon leur importance	11
1.3.3.1. Flore indigène.....	12
1.3.3.2. Flore contaminante.....	12
1.3.3.3. Flore d'altération.....	12

1.3.3.2.2. Flore pathogène.....	12
---------------------------------	----

## **CHAPITRE II : Matériel et méthodes**

1. MATERIEL : .....	13
1.1. lait de chamelle : .....	13
1.2. Milieux de culture :.....	14
Géloses :.....	14
Bouillons : .....	14
1.3. Appareillage : .....	14
2. METHODES ANALYTIQUES : .....	14
2.1. Test de la réductase : .....	14
2.2. Analyse microbiologique :.....	15
2.2.1. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux : .....	16
2.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes en milieu liquide : .....	16
2.2.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux : .....	19
2.2.4. Recherche de spores d'Anaérobies Sulfito-Réducteurs et de Clostridium perfringens	20
2.2.5. Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	21
2.2.6. Dénombrement des germes halotolérants : .....	21
2.2.7. Dénombrement des entérobactéries .....	21
2.2.8. Dénombrement des bactéries lactiques .....	22

## **CHAPITRE III : Résultats et Discussion**

1. Qualité hygiénique : .....	23
1.1. Test réductase : .....	23
1.2. La flore microbienne de lait cru de chamelle : .....	23
1.2.1. La flore mésophile aérobie totale : .....	23
1.2.2. Les entérobactéries : .....	24
1.2.3. Les coliformes : .....	25
1.2.4. Les streptocoques fécaux : .....	26
1.2.5. Germes pathogènes : .....	27
1.2.6. La flore lactique : .....	28

**Discussion**

**Conclusion et perspective**

**Références bibliographiques**

**Annexes**

# 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 microorganismes 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**).

# Introduction

---

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 et la lactoperoxydase qui supprime les bactéries GRAM négatif, plus efficace en lait cru durant les quatre premiers jours. D'autre part, la protéine de reconnaissance du peptidoglycane (PGRP) augmente l'activité antimicrobienne, et stimule le système immunitaire, la N-acétyl-glucosaminidase (NAGase) 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 des immunoglobulines, ce qui donne à ce type de lait un énorme avantage sur les anticorps classiques (**OMER et ELTINAY, 2008**).

**Chapitre 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:

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

### 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 golfe persique (BOUDJNAH-HARON, 2012).

## 1.2. Généralités sur le lait

Le lait est un produit naturel sécrété par les mammifères. À 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 conserve 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  $6,65 \pm 0,25$  ». 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 ( $d= 1,027 \pm 0,003$ ) que le lait de vache (**SBOUI, 2009**), alors que son acidité Dornic est égale à  $14,5 \pm 1,37$ . Sa densité relativement plus faible par rapport au lait bovin qui est égale à  $1,023 \pm 0,0047$ . 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  $41,40 \text{ mg/l} \pm 8,20$ ) (**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 chaîne (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  $\mu$  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 apparaît 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 chaînes.

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<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> supérieures à celles du lait bovin. Toutefois, les vitamines A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>9</sub>, 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 macroéléments (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 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**).

#### 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 biologiques (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 lactières camelines seraient plus thermorésistantes 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'herpes, 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 cameline 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 cameline

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 *mg.100 mL<sup>-1</sup>* vs 7 *mg 100 mL<sup>-1</sup>*. 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*, *Bordetella 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 sécrétée 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 hypothiocyanates 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 14<sup>ème</sup> 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<sub>1</sub>, IgG<sub>2</sub>, IgG<sub>3</sub>) où les IgG<sub>2</sub> et IgG<sub>3</sub> constituent 50% du sérum des camelidaees 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 a 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 signifie 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 sont ceux de l'hépatite A et les bactériophages (VIGNOLA, 2002).

#### 1.3.2.2. Bactéries

Selon l'action des bactéries, on peut les classer 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 a 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*, *Clostridium perfringens* 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 01 : flore indigène du lait cru (VIGNOLA, 2002)**

Microorganismes	Pourcentage
<i>Micrococcus sp.</i>	30-90
<i>Lactobacillus</i>	10-30
<i>Streptococcus</i> ou <i>Lactococcus</i>	<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 composer 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*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei* et certaines moisissures (VIGNOLA, 2002).

# **Chapitre II :**

## **Matériel et**

## **méthodes**

### Matériel et méthode

L'intégralité de ce travail a été réalisée au sein du Laboratoire des sciences et techniques de production animale.

### 1-Matériel

#### 1.1. Lait de chamelle

Les échantillons de lait utilisés proviennent de troupeaux de chameaux de 7 régions du pays : Bayadh, Djelfa, Ghardaya, Naâma, M'sila, Béchar, Biskra durant la première semaine du mois d'Avril.

Le lait est traité à partir de chameaux sains. Il est recueilli dans de bonnes conditions hygiéniques. Les échantillons de lait sont mis dans des flacons préalablement stérilisés, conservés et transportés dans une glacière au laboratoire où ils sont analysés.

**Tableau 02 :** Echantillons de laits de chameaux collectés.

N° de l'échantillon	Région
Ech1	Khayter « Bogtob-Bayadh »
Ech2	Djelfa
Ech3	Ghardaya
Ech4	Mechria « Naâma »
Ech5	Sidi Aissa « M'sila »
Ech6	Béchar
Ech7	Sidi Khaled « Biskra »

#### 1.2. Milieux de cultures

Plusieurs milieux de culture ont été utilisés au cours de cette étude expérimentale, il s'agit des milieux suivants :

- **Les géloses**

PCA, MRS, CHAPMAN, Sabouraud, SS, VF.

- **Les bouillons**

BLBVB, Eau peptonée, Eva-litsky, Rothe, Eau physiologique

### **1.3. Appareillage**

- Agitateur électrique ;
- Autoclave ;
- Bain Marie ;
- Balance de paillasse ;
- Balance analytique ;
- Centrifugeuse ;
- Bec Bunsen ;
- Etuves
- Four Pasteur ;
- Micropipettes ;
- Microscope optique ;
- pH mètre ;
- Réfrigérateur ;
- Vortex électrique ;
- Anse de platine ;

## **2. Méthodes analytiques**

### **2.1. 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 (Tableau 3). La rapidité de changement de coloration du mélange (lait-bleu de méthylène) incubé à 37°C est fonction du nombre de bactéries présentes (**NAIT MOULOU, 2009**).

**Tableau 03** : Estimation de la charge bactérienne par l'épreuve au bleu de Méthylène

Décoloration	Nombre bactéries/ml	Qualité du lait
5 heures ou plus	$10^5$ à $2 \times 10^5$	Bonne
2 à 4 heures	$2 \times 10^5$ à $2 \times 10^6$	Bonne à passable
Moins de 2 heures	$> 10^7$	Insuffisante

## 2.2. Analyses microbiologiques

-L'objectif assigné à cette partie du travail vise à étudier quelques groupes microbiens susceptibles de faire partie de la flore originelle et de contamination, du lait camelin à sa réception et après son entreposage à température ambiante.

- **Préparation des dilutions décimales**

A partir de lait cru de chaque échantillon, une série de dilution allant de  $10^{-1}$  à  $10^{-6}$  est effectuée dans des tubes contenant 9 ml d'eau physiologique stérile.

- **Etude de la flore microbienne**

Nous avons procédé dans cette étude à des observations macroscopiques, microscopiques et au dénombrement de quelques groupes susceptibles d'évoluer dans l'échantillon de lait de chamelle cru.

Les ensemencements ont été réalisés en triple exemplaires, On ne tient compte que des boites contenant un nombre convenable c'est-à-dire compris entre 30 et 300 colonies par boite (GUIRAND et GALZY, 1980)

### **2.2.1. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux**

A partir des dilutions décimales allant de  $10^{-4}$  à  $10^{-6}$ , porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de pétri vide préparée à cet usage et numérotée et on complète avec environ 20 ml de gélose PCA fondue puis refroidie. Ensuite, on fait des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée qu'on laisse se solidifier sur la paillasse.

#### **Incubation**

Les boîtes seront incubées couvercle en bas à 30°C pendant 72 heures avec :

- Première lecture à 24 heures,
- deuxième lecture à 48 heures, et
- troisième lecture à 72 heures.

#### **Lecture**

Les colonies se présentent sous forme lenticulaire en masse.

#### **Dénombrement**

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

- ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies,
- multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution,
- faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.

### **2.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes en milieu liquide**

Les coliformes sont dénombrés en milieu liquide par technique du NPP (nombre le plus probable) sur bouillon BVBPL, réparti à raison de 10 ml par tubes munis d'une cloche de Durham. La technique fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- ***Test de présomption***

Préparer dans un portoir une série de tubes contenant le milieu sélectif (BLBVB) à raison de trois tubes par dilution.

A partir des dilutions décimales  $10^{-3}$  à  $10^{-5}$ , porter aseptiquement 1 ml dans chacun des trois tubes correspondant à une dilution donnée.

Chasser le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

### **Incubation**

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

### **Lecture**

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche),
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites. La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady (voir annexe).

- ***Test de confirmation ou test de Mac Kenzie***

Le test de confirmation est basé sur la recherche de coliformes thermotolérants et surtout la présence d'*Escherichia coli*.

A partir des tubes de BLBVB positifs lors du dénombrement des coliformes totaux, on fait des repiquages dans :

- Un tube de BLBVB muni d'une cloche,
- Un tube d'eau peptonée exempte d'indole.

Chasser le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

### **Incubation**

L'incubation se fait cette fois-ci au bain marie à 44°C pendant 24 heures.

### **Lecture**

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux dans les tubes de BLBVB,
- Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs dans le tube d'eau peptonée exempte d'indole.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table de Mac Grady en tenant compte du fait qu'*Escherichia coli* est à la fois productrice de gaz et d'indole à 44°C.

### **Remarque**

Etant donné que les coliformes fécaux font partie des coliformes totaux, il est pratiquement impossible de trouver plus de coliformes fécaux que de coliformes totaux.

### **2.2.3. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux**

Les streptocoques fécaux sont recherchés et dénombrés en milieu liquide par la technique du NPP (nombre le plus probable). La technique fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- le test de présomption : réservé à la recherche des Streptocoques sur milieu de Rothe,
- le test de confirmation : réservé à la confirmation proprement dite sur milieu Litsky, des tubes trouvés positifs au niveau des tests de présomption.

- **Test de présomption**

Préparer dans un portoir une série de tubes contenant le milieu sélectif de Rothe à raison de trois tubes par dilution.

A partir des dilutions décimales  $10^{-3}$  à  $10^{-5}$ , porter aseptiquement 1 ml dans chacun des trois tubes correspondant à une dilution donnée. Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

### **Incubation**

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

### **Lecture**

Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien.

- **Test de confirmation**

Chaque tube de Rothe positif lors du test de présomption fera l'objet d'un repiquage dans un tube de milieu d'EVA Litsky. Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

### **Incubation**

L'incubation se fait à 37°C, pendant 24 heures.

### **Lecture**

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- un trouble microbien,
- une pastille blanchâtre ou violette au fond du tube.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table de Mac Grady en tenant compte uniquement des tubes d'EVA Litsky positifs ou négatifs.

## **2.2.4. Recherche de spores d'anaérobies Sulfito-Réducteurs et de *Clostridium perfringens***

### **Préparation du milieu.**

Faire fondre un flacon de gélose Viande foie, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C puis ajouter une ampoule d'Alun de Fer et une ampoule de sulfite de sodium.

Mélanger soigneusement et aseptiquement.

Le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation.

### Ensemencement

Les tubes contenant les dilutions  $10^{-1}$  et  $10^{-2}$  seront soumis :

- d'abord à un chauffage à  $80^{\circ}\text{C}$  pendant 8 à 10 minutes,
- puis à un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet, dans le but d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporulées.

A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double dans deux tubes à vis stériles de 16 mm de diamètre, puis ajouter environ 15 ml de gélose Viande Foie prête à l'emploi, dans chaque tube. Laisser solidifier sur pailleasse pendant 30 minutes.

### Incubation

Ces tubes seront ainsi incubés à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 16, 24 ou au plus tard 48 heures.

### Lecture

La première lecture doit se faire impérativement à 16 heures. Dans le cas où il n'y a pas de colonie caractéristique ré-incuber les tubes et effectuer une deuxième lecture au bout de 24 heures voire 48 heures.

#### 2.2.5. Dénombrement des germes halotolérants (*Staphylococcus aureus*)

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 (HASSOUNA et MASRAR, 1995).

L'ensemencement se fait en surface par étalement de 0.1 ml d'inoculum. L'incubation est réalisée à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24 à 48 heures.

#### 2.2.6. Dénombrement des Entérobactéries

Leur dénombrement sur milieu Mac conkey est effectué après ensemencement en profondeur et incubation à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24 à 48 heures.

### 2.2.7. Dénombrement des bactéries lactiques

Le dénombrement des lactobacilles s'est effectué sur le milieu de De Man Rogosa et Sharpe (MRS) (**MARCHAL *et al*, 1982 ; GUIRAUD, 1997**). L'ensemencement est réalisé en profondeur en doubles couches. L'incubation à lieu à 30°C, pendant 72h (**LARPENT, 1997**).

Le dénombrement des lactocoques se fait sur milieu Elliker gélosé (**LEVEAU et BOUIX, 1980**). Ce milieu permet aussi le développement des Streptocoques lactiques. L'ensemencement se fait en profondeur. L'incubation est réalisée à 30°C pendant 48 heures pour les bactéries lactiques mésophiles et à 45°C pendant 48 heures pour les bactéries lactiques thermophiles.

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

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

On calcule la moyenne pondérée  $N$  à partir des boîtes de deux dilutions successives  $d1$  et  $d2$  (au moins une boîte doit contenir plus de 15 colonies:  $c > 5$ ).

$$N = \frac{\sum c}{(V \times (n1 + 0,1n2) \times d1)}$$

$N$  : nombre d'UFC (NE nombre estimé)

$C$  : nombre de colonies dénombrées sur une boîte ( $c1$  pour la dilution  $d1$  et  $c2$  pour  $d2$ )

$V$  : volume d'inoculum ensemencé sur une boîte

$n1$  : nombre de boîtes retenues à la première dilution (la plus faible)

$n2$  : nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution (la plus forte)

# **Chapitre III:**

## **Résultats et**

### **Discussion**

## Chapitre 111 : Résultats et discussion

### 1. Qualité hygiénique

#### 1.1. Test de la réductase

La plupart des bactéries en se multipliant dans le lait sont capables, grâce à l'action de leur réductase, d'abaisser le potentiel d'oxydo-réduction jusqu'à la décoloration d'un indicateur rédox. On utilise généralement le bleu de méthylène dont la forme réduite est incolore. 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).

**Tableau 04** : Tableau récapitulatif des résultats du test de la réductase.

Les échantillons	Temps de décoloration au bleu de méthylène
Ech1	4h35min
Ech2	4hmin
Ech3	5h15min
Ech4	5h30min
Ech5	5h40min
Ech6	4h45min
Ech7	4h30min

**h** : heure ; **min** : minute

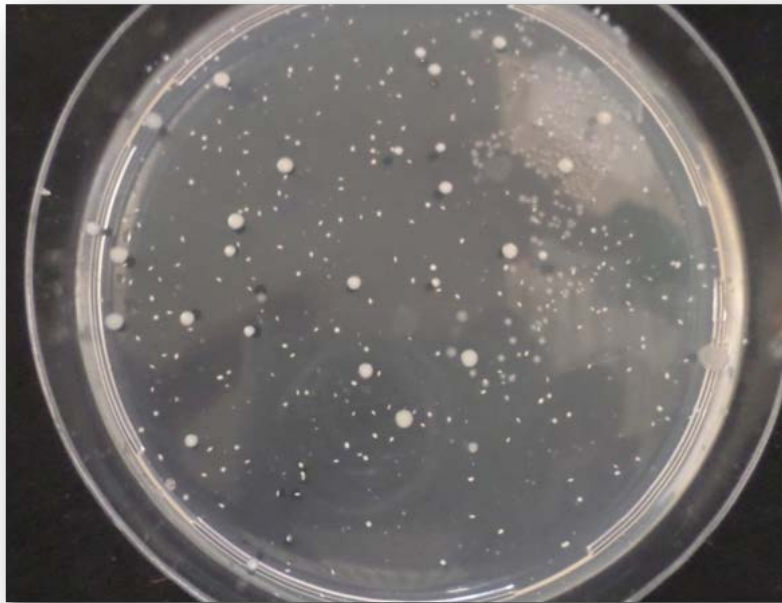
#### 1.2. La flore microbienne de lait cru de chamelle

##### 1.2.1. La flore mésophile aérobie totale

Le tableau 05 représente les résultats du dénombrement de la FTAM des différents échantillons de lait cru de chamelle analysés. Le nombre en flore totale n'a pas dépassé les  $10^4$ . Un exemple de dénombrement sur milieu solide (PCA) est illustré dans la **figure 01**.

**Tableau 05.** Dénombrement de la FTAM des différents échantillons de lait cru de chamelle analysés.

Ech	Ech1	Ech2	Ech3	Ech4	Ech5	Ech6	Ech7
Moyenne (germes /ml)	$3.77 \times 10^4$	$5.3 \times 10^4$	$9.8 \times 10^3$	$9.4 \times 10^3$	$2.3 \times 10^3$	$3.4 \times 10^4$	$2.4 \times 10^4$



*Figure 01 : Colonies développées issues du lait de chamelle ensemencé sur milieu PCA.*

### 1.2.2. Les Entérobactéries

Le **tableau 06** ci-dessous, montre les résultats du dénombrement des entérobactéries dans les échantillons de lait camelin.

**Tableau 06 :** Dénombrement des entérobactéries dans les sept échantillons

Echantillons	Ech1	Ech2	Ech3	Ech4	Ech5	Ech6	Ech7
UFC/ml	$6 \times 10^1$	$11 \times 10^2$	Abs	Abs	Abs	Abs	$8 \times 10^1$

**Abs :** Absence

### 1.2.3. Les Coliformes

#### a. Coliformes totaux

Les résultats obtenus montrent une charge minimale en coliformes totaux de l'ordre de  $0,3 \cdot 10^2$  UFC/ml (Ech 5) et un maximum de  $2,5 \cdot 10^2$  UFC/ml (Ech 2) (**Tableau 07**).

La réglementation algérienne ne définit pas une norme pour cette flore. Pour cela, nous essayerons de comparer nos résultats à d'autres études similaires. Tous les échantillons analysés ont présenté une contamination en ces germes.

#### b. Coliformes fécaux ou thermotolérants

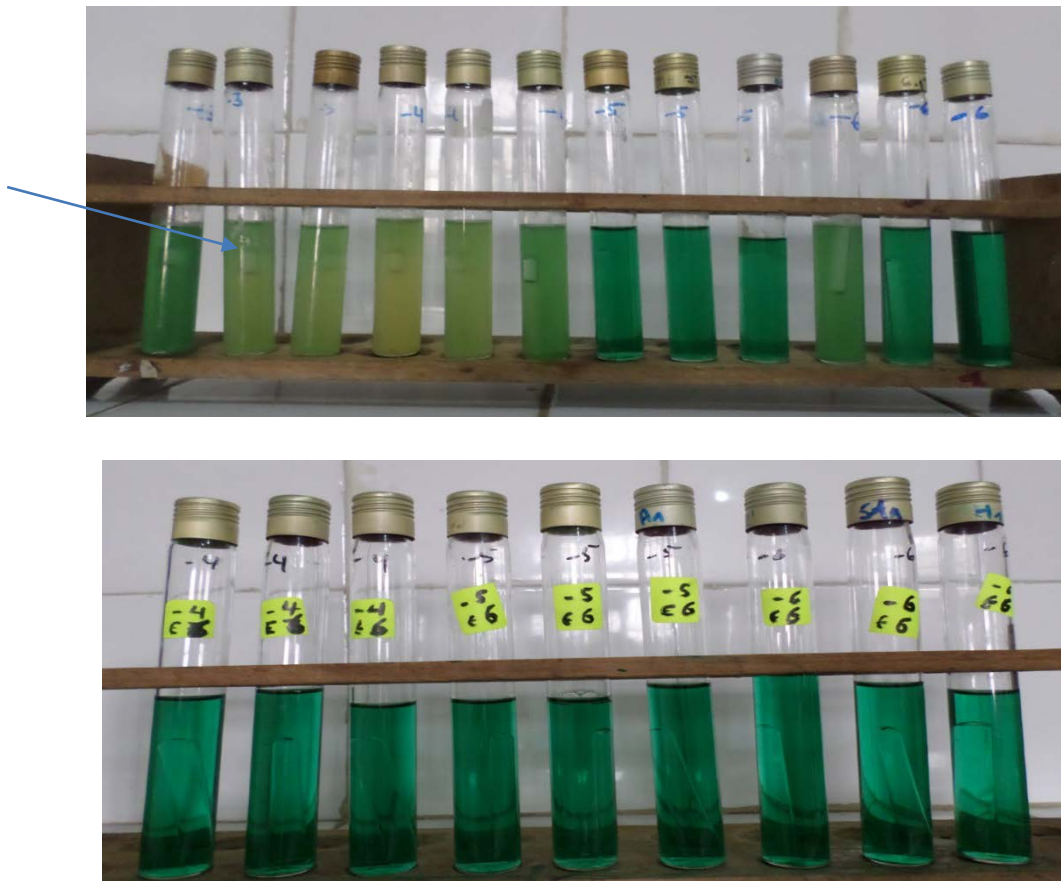
Aucun résultat positif n'a été enregistré pour le dénombrement des coliformes thermotolérants.

La (**figure 02**) illustre les résultats du dénombrement des coliformes sur le milieu BLBVB.

**Tableau 07** : Résultats de dénombrement des coliformes pour les sept échantillons collectés

	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech 5	Ech 6	Ech 7
$10^{-2}$	2	3	1	1	0	1	1
$10^{-3}$	0	0	1	0	0	2	2
$10^{-4}$	1	0	0	0	1	0	1
<b>NPP</b>	1.4	2.5	0.7	0.4	0.3	1.1	1.5
<b>Ufc/ml</b>	$1,4 \cdot 10^2$	$2,5 \cdot 10^2$	$0,7 \cdot 10^2$	$0,4 \cdot 10^2$	$0,3 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^2$

**Ufc** : unité formant colonie **NPP** : nombre le plus probable.



**Figure 02:** Lecture des résultats des coliformes totaux (A) et les coliformes fécaux (B)

#### 1.2.4. Les streptocoques fécaux

Pour les streptocoques fécaux, la norme algérienne exige l'absence du germe dans 0.1 ml de lait cru (Aggadet *al.*, 2009).

Ces germes sont absents dans la totalité des échantillons analysés sauf pour le 2ème où l'on a enregistré  $3 \times 10^2$  UFC/ml, valeur supérieure à celle définie par la norme Algérienne (Tableau 8).

Les résultats de recherche des Streptocoques fécaux sont mentionnés de la **figure 03**.

**Tableau 08 :** Résultats de dénombrement des Streptocoques fécaux

	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech 5	Ech 6	Ech 7
$10^{-3}$	0	0	0	0	0	0	0
$10^{-4}$	0	0	0	0	0	0	0
$10^{-5}$	0	1	0	0	0	0	0
NPP	-	0.3	-	-	-	-	-
Ufc/ml	-	$3 \times 10^2$	-	-	-	-	-

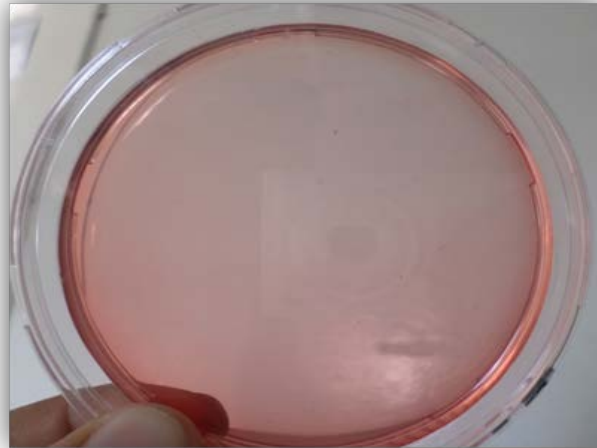
Ufc : unité formant colonie NPP : nombre le plus probable.



*Figure 03: La lecture des résultats des streptocoques fécaux sur le milieu Rothe.*

### 1.2.5. Germes pathogènes

Nous avons noté une absence totale des germes présumés pathogènes recherchés tels que les Salmonelles, les Clostridium sulfito-réducteurs et *Staphylococcus aureus* (figures 04 et 05)



*Figure 04: Résultat négatif de staphylocoques sur le milieu Chapman*



*Figure 05: Absence des Clostridiums sulfite-réducteurs sur milieu VF*

### **1.2.6. La flore lactique**

Le dénombrement de la flore lactique sur MRS, montre des résultats qui varient entre  $2.6 \times 10^5$  UFC/ml et  $4.8 \times 10^5$  UFC/ml pour les bactéries lactiques mésophiles. En outre, pour les bactéries thermophiles : les résultats étaient de  $3.3 \times 10^3$  UFC/ml à  $6.5 \times 10^3$  UFC/ml. Et pour les lactobacilles les résultats montrent une valeur maximale de  $2.6 \times 10^4$  UFC/ml.

Les valeurs en UFC/ml des différents échantillons sont illustrées dans le (**tableau 08**) suivant. Et la (**Figure 06**) révèle des colonies de bactéries lactiques ayant poussées sur le MRS.



*Figure 06: Dénombrement des bactéries lactiques sur milieu MRS.*

**Tableau08** : Résultats de dénombrement de la flore lactique chez les différents échantillons du lait camelin.

Echantillons	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech 5	Ech 6	Ech 7
Mésophiles UFC/ml	$2,6.10^5$	$2,8.10^5$	$2,7. 10^5$	$3,2. 10^5$	$4,8.10^5$	$2,9. 10^5$	$4,2. 10^5$
Thermophiles UFC/ml	$6,5.10^3$	$4,2.10^3$	$3,3.10^3$	$3,8.10^3$	$5,2.10^3$	$3,5.10^3$	$6,1.10^3$

# Discussion

### DISCUSSION GENERALE

Il ressort de nos résultats du **(Tableau 04)** que le temps de décoloration de bleu de méthylène des échantillons est survenu après 4 heures. Cette réduction lente du bleu de méthylène, s'explique par une faible charge microbienne. Cela va en concordance avec les résultats de Larpent (1997) où la qualité hygiénique des laits collectés peut être considérée comme bonne. Ceci indique que nos différents échantillons du lait cru de chamelle analysés sont de bonne qualité hygiénique, indiquant que la charge microbienne est très faible. La richesse du lait en protéines protectrices (Lf, Lz, Ig) en serait responsable. En effet, la recherche de microorganismes indicateurs de contamination d'origine fécale permet de juger l'état hygiénique d'un produit. Selon Labioui (2009), même à des niveaux faibles, témoigneraient de conditions hygiéniques dégradées lors de la traite ou au cours de transport

Dans le milieu PCA, il y a apparition de deux types de colonies, blanches et jaunes, de différentes tailles, de forme arrondie ou lenticulaire **(Figure 02)**. Ces résultats sont proches de ceux cités par Djerroumi et Ouhocine (1999) et Zahran et Al-salah (1997). Ces auteurs ont isolés à partir d'un lait camelin, une flore représentée par les germes à Gram positif qui sont : *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Micrococcus* et *Streptococcus* et des germes à Gram négatif *Pseudomonas*, *Flavobactérium*, *Acinetobacter* et *Aeromonas* et *Pseudomonas fluorescens*. Nos échantillons étudiés présentent une charge en FTAM variant de  $2.3 \times 10^3$  à  $5.4 \times 10^4$  UFC/ml, Ces valeurs sont proches de celles rapportées par Tourette *et al.*, (2003) et Benkerroum *et al.* (2004), Debouza *et al.* (2014), mais elles restent inférieures à celles trouvées par Chethouna (2011), Adugna et Asresie (2014), Zarei yam *et al.* (2014), En effet, d'après Aggad (2009), ces seuils de contaminations en flore totale ne dépassent pas la norme Algérienne fixée à  $10^5$  UFC/ml.

La flore mésophile aérobie nous renseigne toujours sur la qualité hygiénique du lait cru, elle est considérée comme le facteur déterminant la durée de conservation du lait frais **(Guinot-Thomas *et al.*, 1995)**. C'est la flore la plus recherchée dans les analyses microbiologiques. Selon de nombreux auteurs, le lait de chamelle a des propriétés anti-bactériennes élevées qui lui assurent une bonne conservation au frais

sans fermentation immédiate. Ce constat s'oppose à la charge microbienne anormalement élevée dans les échantillons analysés. Dans ce sens, 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.

Le faible nombre de germes est le résultat de bon état de santé, des propriétés intrinsèques et de la très bonne position anatomique naturelle de la mamelle (**Debouza et al., 2014**). Les entérobactéries peuvent être pathogènes (cas d'*Escherichia coli*). Le développement de germes dans le milieu Mac Conky indique que le lait utilisé a subi une contamination exogène, due probablement aux conditions hygiéniques de la traite.

Donc l'existence d'entérobactéries n'indique pas nécessairement la contamination directe fécale d'un lait de chamelle, mais il montre une preuve des mauvaises pratiques d'hygiène pendant la traite (**Zarei yam et al., 2014**).

Dans cette étude, nous avons constaté que la majorité des échantillons analysés ne présentent aucun résultat positif de présence des entérobactéries mis à part les échantillons (1, 2,7), mais les valeurs obtenues sont inférieures à celle mentionnées par Zarei yam et al. (2014) et El-ziney et Al-turki (2006).

En suivant les résultats récapitulatifs (**Tableau 07**), les coliformes totaux atteignent une valeur maximale de  $2,5 \times 10^2$  UFC/ml et une valeur minimale de  $0,3 \times 10^2$  UFC/ml. Ces valeurs sont inférieures à celle signalée par Tourette et al. (2003), Chethouna (2011) et Zarei yam et al (2014),

Dans nos échantillons, aucun résultat positif n'a été détecté pour les coliformes fécaux. Notons que les laits crus de chamelle testés présentent une qualité microbiologique relativement bonne et sont acceptables du point de vue hygiénique. Ainsi l'absence de salmonelles de staphylocoques et de clostridium reflète la bonne santé des chammelles des deux étables et une bonne hygiène de la traite (**Adugna et Asresie, 2014**). D'une autre part, contrairement à ce résultat, Matofari et al. (2007) ont rapporté qu'à partir de 196 échantillons testés, 84 d'entre elles contiennent des *Salmonella* spp. Sa présence pourrait être due aux mauvaises pratiques de manipulations. Zarei yam et al. (2014) signalent la même remarque rapportée.

Tous les échantillons étudiés sont dépourvus de streptocoques fécaux sauf le second. La lecture sur la table de Mac crady donne NPP de 0.3 germes par 1 ml de lait ana lysé. Ces valeurs sont proches de celles obtenues par Aggad *et al* (2009) et sont inférieures à celles citées par Saleh et Faye (2011), Barbour *et al.* (1985), Woubit *et al.* (2001) et Wanjohi *et al.* (2013). L'échantillon 2 présente une charge supérieure à celle définie par la norme algérienne. Ces germes sont des indicateurs de contamination fécale l'indice de manipulation non hygiénique. Leur abondance dans le deuxième échantillon reflète une non-observance des dispositions sanitaires requises au cours de la traite et de la récolte du lait, une contamination au cours du transport ou d'un stockage défectueux. Les principaux vecteurs sont la peau des trayons, souillée par les fèces et le matériel de traite mal conçu et donc se nettoyant mal. (Aggad *et al.* 2009).

Les analyses microbiologiques ont montré que les échantillons de lait camelin analysés sont de bonne qualité hygiénique. Les auteurs Kamoun (1990), Yagil (1994) et d'autres encore s'accordent sur le fait que la qualité bactériologique du lait camelin peut être irréprochable si la traite est effectuée dans les conditions hygiéniques requises.

Alors d'une manière générale, le système protecteur particulier du lait camelin, la Lactopéroxydase en l'occurrence, présentant un effet bactériostatique contre les bactéries à Gram positif, peut justifier les résultats relatifs à l'évolution des germes halotolérants lors de la transformation naturelle du lait en lait fermenté (Chamba *et al*, 1994 ; Gnan *et al*, 1994). 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 (OSCN) et l'acide hypothiocyaneux (HOSCN-) (Klaenhammer *et al*, 1994). En effet, Selon Barbour *et al*, (1984), la teneur en lysozyme varie considérablement avec le stade de lactation et se situe entre 62 et 648 µg/100ml alors que Duhaiman (1988) ont signalé 500µg/100ml. Cette glycoprotéine présente en effet, une action bactéricide car elle dégrade la paroi des cellules bactériennes (El-sayed *et al*, 1992). La Lactoferrine intervient également en agissant sur *Escherichia coli* qui présente un besoin important en fer (El-sayed *et al*, 1992). Les Immunoglobulines ont par contre, un faible effet contre les bactéries. L'action faible des Immunoglobulines contre les bactéries serait

du fait que les sites de fixation de leurs enzymes soient inaccessibles (**Lauwereys et al, 1998**).

Récemment, des auteurs ont rapporté un effet des immunoglobulines contre les rotavirus (**El-agamy et al, 1992**), ce qui pourrait expliquer l'origine des propriétés médicinales du lait camelin, ainsi que son utilisation par les nomades pour traiter la diarrhée (**Siboukeur, 2007**) Enfin, Gnan *et al.* (1994) ont mis en évidence une activité anti-levurienne du lait camelin sur *Saccharomyces cerevisiae* qui serait maximale dans le lactosérum par rapport au lait entier.

On constate que les bactéries lactiques apparaissent sous la forme de deux colonies crémeuses lisses et marron de taille différentes en surface et profondeur. Le milieu MRS montre le développement d'un type de colonies blanchâtre et jaunâtre en forme arrondie ou lenticulaire. La population des bactéries lactiques dans nos échantillons se chiffre par des centaines de milliers par 1 ml de produit. C'est la preuve que les laits sont vivants. Leur dénombrement montre des chiffres très importants allant de  $6.3 \times 10^9$  UFC/ml à  $7.1 \times 10^7$  UFC/ml comme valeur minimale.

**Conclusion et  
perspective**

# Conclusion

---

Les analyses microbiologiques ont montré que les échantillons de lait camelin analysés sont de bonne qualité hygiénique. Les auteurs Kamoun (1990), Yagil (1994) et d'autres encore s'accordent sur le fait que la qualité bactériologique du lait camelin peut être irréprochable si la traite est effectuée dans les conditions hygiéniques requises. . La richesse du lait en protéines protectrices (Lf, Lz, Ig) en serait responsable.

La lysozyme présente en effet, une action bactéricide car elle dégrade la paroi des cellules bactériennes (**El-sayed et al, 1992**). La Lactoferrine intervient également en agissant sur *Escherichia coli* qui présente un besoin important en fer (**El-sayed et al, 1992**).

La présence de la diversité de flore, qu'elle soit fécale et pathogène ou non, est le résultat de l'absence des mesures d'hygiène, ainsi que le non-respect et la méconnaissance des conditions d'élevage, en particulier celles liées à la propreté des animaux. Aussi, est-il nécessaire que les éleveurs fassent un effort dans l'hygiène de la traite en se lavant les mains avec du savon avant la traite, en effectuant la traite dans un endroit propre du parc en utilisant des récipients propres voire désinfectés et en concevant des circuits de collecte de laits courts pour maîtriser la chaîne de froid. De plus, la complémentation alimentaire et le respect de calendriers prophylactiques sont très nécessaires dans l'amélioration de la qualité de ces laits.

Récemment, des auteurs ont rapporté un effet des immunoglobulines contre les rotavirus (**El-agamy et al, 1992**), ce qui pourrait expliquer l'origine des propriétés médicinales du lait camelin, ainsi que son utilisation par les nomades pour traiter la diarrhée (**Siboukeur, 2007**).

# Références bibliographiques

## Références bibliographiques

---

- **Aggad H., Mahouz F., Ahmed Ammar Y., Kihal M.,(2009).**- Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien, Revue Méd. V, N° 16012, Oran:591 ,593.
- **Attia, H., Kherouatou, N., Fakhfakh, N., Khorchani, T., & Trigui, N. (2000).** Dromedary milk fat: biochemical, microscopic and rheological characteristics. Journal of Food Lipids, 7, 95e112.
- **Barbour E.K., Nabbut N.H., Frerichs W.N. and AL Nakhli h.M. (1984).** Inhibition of pathogenic bacteria by camel's milk ; relation to whey lysozyme and stage of lactation. J. Food Protect., 47, 838-840.
- **Benkerroum N. et Tamime A.Y., (2004),,** Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (lben, jben, smen) to small industrial scale. Food Microbiol. **21** : 399-314.
- **Benkerroum N., Boughdadi A., Bennani N., Hidane K., (2014),,** Microbiological quality assessment of Moroccan camel's milk and identification of predominating lactic acid bacteria. World Journal of Microbiology & Biotechnology 19: 645–648.
- **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.
- **Calvo Mm., Olano A., (1992),,** Thermal treatments of goat's milk, Rev. Esp. Cienc. Tecnol. Aliment, Vol. 32, Espagne: 139,152
- **Chamba J. F , Bonnaz G. and Bourg P., (1981),,** “Comparaisons de Diverses Méthodes de Dénombrement de la Flore Acidifiante du lait cru,” Le Lait, Vol. 61, No. 609-610, 1981, pp. 555-567.
- **Chethouna F. (2011).** Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Université Kasdi Merbah Ouargla.Algérie.
- **CHETHOUNA F. (2011).** Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Université Kasdi Merbah Ouargla, 3, 10, 62.

## Références bibliographiques

---

- **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.
- **Debouz A., Guerguer L., Hamid Oudjana A., Hadj Seyd AE.,(2014).** Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologiques du lait de vache et de lait camelin dans la wilaya de Ghardaïa., Revue Elwahat pour les recherches et les Etudes : 10-17.
- **Debouz A., Guerguer L., Hamid Oudjana A., Hadj Seyd AE.,(2014).** Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologiques du lait de vache et de lait camelin dans la wilaya de Ghardaïa., Revue Elwahat pour les recherches et les Etudes : 10-17.
- **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.
- **Duhaiman A.S (1988).** Purification of camel milk lysozyme and its lytic effect on Escherichia coli and Micrococcus lysodeikticus. Comp. Biochem. Phys., **91**, 793-796
- **El Hatmi H, Giradet JM, Gaillard JL, Yahyaoui MH, Attia H (2007).** Characterization of whey proteins of camel (Camelus dromedarius) milk and colostrums. Small Rum. Res. 70: 267-271.
- **El Sayed I., El Agamy E.Sa., Ruppanner R., Ismail A., Champagne C.P. And Assaf R. (1992).** Antibacterial and antiviral activity of camel milk protective proteins. J. Dairy Res., **59** 169-175.
- **El Sayed I., El Agamy E.Sa., Ruppanner R., Ismail A., Champagne C.P. And Assaf R. (1992).** Antibacterial and antiviral activity of camel milk protective proteins. J. Dairy Res., **59** 169-175.
- **El- Ziney. M.G. and Al- Turki. A.I.** Microbiological quality assessment of camel milk (Camelus Dromedaries) in Saudi Arabia (Qasim REGION). Applied ecology and environment research, 5 (2): 115- 122, 2007

## Références bibliographiques

---

- **Elagamy E.I. (2000).** Effect of heat treatment on camel milk proteins with respect to antimicrobial factors: a comparison with cow's and buffalo milk proteins. *Food Chemistry*, 68: 277-232.
- **El-Agamy E.I., Ruppner R., Ismail A., Champagne C.P. And Assaf R. (1992).** Antibacterial and antiviral activity of camel milk protective protein. *J. Dairy Res.*, **59**, 169-175.
- **El-Ziney M.G., Al-Turki A.I., (2007).**, microbiological quality and safety assessment of camel milk (Camelus dromedaries) in Saudi Arabia (Qassim region)., Microbiological quality and safety assessment of camel milk in Saudi Arabia (Qassim region).
- **FALL C, (1997).** Etude des fraudes du lait cru: Mouillage et écrémage. Thèse de Doctorat en Médecine Vétérinaire, Université Cheikh Anta Diop-Dakar, 8.
- **Farah, Z., & Rüegg, M. W. (1989).** The size distribution of casein micelles in camel milk. *Food Microstructure*, 8, 211-216.
- **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.
- **Gnan S.O., Mohamed M.O., Shereha A.M. Et Iwegbe A.O. (1994).**, Fermentation ability of camel's milk. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- **GOUTTAYA F., MAAZAR A. (2006).** Etude anatomique des structures cranio-cephaliques chez le dromadaire par tomographie. Université El Hadj Lakhdar. Batna.
- **Guiraud J.P. et Galzy P., (1980).**, L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Les éditions de l'usine nouvelle. 1-239.
- **Hassouna M. Et Masrar F. (1995).** Evolution de la flore microbienne et des principales caractéristiques physico-chimiques au cours de la maturation de fromage industriel tunisien à pâte pressée cuite de type gruyère. *Ind. Agro. Alim.*, **112**, 911-922.

## Références bibliographiques

---

- *Hygienic Quality of Camel Milk and... (PDF Download Available)*. Available from:  
[https://www.researchgate.net/publication/283123200\\_Hygienic\\_Quality\\_of\\_Camel\\_Milk\\_and\\_Fermented\\_Camel\\_Milk\\_Chal\\_in\\_Golestan\\_Province\\_Iran](https://www.researchgate.net/publication/283123200_Hygienic_Quality_of_Camel_Milk_and_Fermented_Camel_Milk_Chal_in_Golestan_Province_Iran) [accessed May 27 2018].
- **JEANTET R., SCHUCK P., BRULÉ G. (2006)**. Science des aliments. éd. TEC , DOC. Paris. France.
- **Kamoun M. (1990)**. La production de fromage à partir du lait de dromadaire. Option médit. **12**, 119-124.
- **Kamoun M. (1990)**. La production de fromage à partir du lait de dromadaire. Option médit. **12**, 119-124.
- **Klaenhammer T.R., Fremaux C. Et Hechard Y. (1994)**. Activités antimicrobiennes des bactéries lactiques ; in " Bactéries Lactiques", de Roissard et Luquet, Tech. Doc.,Lavoisier, Paris.
- **KONUSPAYEVA G. (2007)**. Variabilité physico-chimique et biochimique du lait des grands camélidés (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* et hybrides) au Kazakhstan. Thèse de Doctorat en 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.
- **Labioui H., Elmoualdi L., El Yachioui M. et Ouhssine M., 2005**. Sélection de souches de bactéries lactiques antibactériennes. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux. **144** : 237-250.
- **LAITHIR C. (2011)**. Microflore du lait cru. Cnaol, 19- 20.
- **Larpent J.P., 1997**. Microbiologie alimentaire. Tec & doc, Lavoisier. Paris. 10-72.
- **Larpent J.P., 1997**. Microbiologie alimentaire. Tec & doc, Lavoisier. Paris. 10-72.
- **Larpent J.P., Copin M.P., Germonville A., Jacquet M. Et Thetas J.L. (1997)**. Microbiologie du lait et des produits laitiers ; in : « Microbiologie alimentaire ». ed. Larpent, Tec. Doc., 1ère Ed., Lavoisier, Paris.

## Références bibliographiques

---

- **Larpent J.P., G.M., (1990),** Mémento technique de microbiologie .2èmedition.Lavoisier Tecet Doc.Paris .PP471.
- **Larpent-Gourgaut M. , Michaux O. , Larpent J. P. , Desmasures N. , Desmazeaud M. , Mangin I. , Masson F. ,Montel M.C. , Tailliez P. (1997).** Les ferments lactiques et bactéries apparentées in: in : «Microbiologie alimentaire ». ed. Larpent, Tec. Doc., 1ère Ed., Lavoisier, Paris.
- **Lauwereys M., Arbabi-Ghahroudi M., Desmyter A., Kinne J., Hölzer W., De Gernst E., Wyns L. Et Muyldermans S. (1998),** Potent enzym inhibitors derived from dromedary heavy-chain antibodies. The EMBO Journal, **17**, 3512-3520.
- **Lauwereys M., Arbabi-Ghahroudi M., Desmyter A., Kinne J., Hölzer W., De Gernst E., Wyns L. Et Muyldermans S. (1998),** Potent enzym inhibitors derived from dromedary heavy-chain antibodies. The EMBO Journal, **17**, 3512-3520.
- **MAHBOUB N., TELLI A., SIBOUKEUR O., BOUDJENAH S., S. SLIMANI N. etMATI 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.
- **Marchal N., Obre A., Buttion R., Boudon J.L. Et Richard C.L. (1982).** Les Milieux de Cultures pour l'Isolement et l'Identification Biochimique des Bactéries. DOIN, 2ème Ed., Paris.
- **Matofari, J. W., Y. Mario, E. W. Mwatha ., P. O. Okemo.( 2003).** Microorganismsassociated with subclinical mastitis inKenyan camels (Camelus dromedarius). J.Trop. Microbiol. 2:11-16.
- **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.
- **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

## Références bibliographiques

---

- 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 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.
  - **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
  - **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.
  - **Thomas T (1973)**., Agar medium for differentiation of *Streptococcus cremoris* from other bacteria. NZ J Dairy Sci Tech 8:70–71.
  - **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. France.
  - **VIGNOLA C. (2002)**. Science et technologie du lait éd. Presses internationales polytechnique.
  - **Yagil R. et Etzion Z. (1994)**. The effect of drought conditions on the quantity of camel's milk. J. Dairy Sci., 47: 159-166
  - **Yagil, R., Zagoski, O., Van Creveld, C. 1998**. Science and camel's milk production: some keys for nutrition and marketing. Actes du colloque : « Dromadaires et chameaux, animaux laitiers » de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994, Collection Colloques, CIRAD, Montpellier, France, 79-86

## Références bibliographies

---

- **Zahran A.S., Al -Salah A.A. (1997).** Isolation and identification of proteases producing psychrotrophic bacteria from raw camel milk, *Austr. J. Dairy Techn.*, **52** (1) , 5-7.

# Annexes

**Annexe 1 : Milieux de cultures****-Eau physiologie :**

Composant	g/l
Chlorure de sodium	8,5g
Peptone	0,5g
Eau distillée	950ml

pH=7. Autoclavage 120°C pendant 20min

**-milieu PCA (Plate count agar)**

Composant	g/l
Tryptone	5g
Extrait de levure	2,5g
Glucose	1g
Agar	15g

pH=7. Autoclavage 120°C pendant 20 min.

**-milieu Chapman**

Composant	g/l
Peptone	10g
Extrait de viande e bœuf	1g
Chlorure de sodium	75g
Mannitol	10g
Rouge de phénol	0,025g
Agar	15g

pH=7,4. Autoclavage 120°C pendant 20min.

**-milieu VF (viande de foie)**

Composant	g/l
Viande foie	30g
Glucose	2g
Agar	6g

pH=7,4. Autoclavage 120°C pendant 20 min

Le milieu est coulé dans de longs tubes profonds et de faible diamètre. La base nutritive est riche et ne permet aucune sélection de genre. Le milieu doit être régénéré avant ensemencement pour obtenir un gradient de concentration en O<sub>2</sub> si l'on veut rechercher le type respiratoire de la bactérie

**-milieu Rothe**

Composant	g/l
Peptone	20g
Glucose	5g
Azide	0,2g
NaCl	5g
hydrogénophosphate de potassium	2,7g
dihydrogénophosphate de potassium	2,7g

pH=6,8. Autoclavage 120°C pendant 20 min

Ce milieu permet l'enrichissement en Entérocoques d'un inoculum de produit alimentaire. Un trouble signe la présence éventuelle de ces bactéries qu'il faudra ensuite confirmer par le test de Litsky, l'isolement et l'identification des colonies.

**-milieu litsky**

Composant	g/l
Peptone	20g
Glucose	5g
Azide	0,2g
Ethyl-violet	0,5g
NaCl	5g
Hdrogénophosphate de potassium	2,7g
dihydrogénophosphate	2,7g

pH=6,8. Autoclavage 120°C pendant 20 min

Ce milieu permet l'enrichissement en Entérocoques d'un inoculum de produit alimentaire. Un trouble dans le liquide signale la présence éventuelle de ces bactéries qu'il faudra ensuite confirmer par le test de Litsky, l'isolement et l'identification des colonies. Il sert aussi au dénombrement des Streptocoques fécaux. C'est un test confirmatif qui se fait suite au test présomptif au milieu de Rothe. La lecture des tubes se fait grâce au trouble apparaissant dans le liquide (auparavant transparent) et à l'éventuelle formation d'une pastille violette.

**-milieu Lactosé bilié au vert brillant (BLBVB)**

Dénombrement des coliformes totaux (24 et 48 h à une température de 30 ou 37 °C), coliformes thermotolérants (24 et 48 h à une température de 44 °C), et d'Escherichia colien étape confirmative.

---

Composant	g/l
Peptone	10g
Lactose	10g
Bile	20ml
Vert brillant	13mg

pH=7,4. Autoclavage 120°C pendant 20 min

**-milieu SS :**

Isolement des Salmonella et des Shigella mais aussi des Pseudomonas ou des Yersinia **enterocolitica**.

Composant	g/l
Peptone	5g
Extrait de viande	5g
Lactose	10g
Citrate de sodium	10g
Citrate de fer	1g
Sels biliaries	8,5g
Vert brillant	3,3mg
Rouge neutre	25mg
Thiosulfate de sodium	8,5g
Agar	12g

Ph=7,3. NE pas autoclaver.

Annexe 2: Tableau NPP de MAC GRADY

NOMBRE LE PLUS PROBABLE (NPP) POUR TROIS SERIES PARALLELES							
Index Tubes positifs de			NPP (pour 10 g)	Index Tubes positifs de			NPP (pour 10 g)
10 g	1,0 g	0,1 g		10 g	1,0 g	0,1 g	
0	0	0	0	2	2	3	4,0
0	0	1	0,3	2	3	0	3,0
0	1	0	0,3	2	3	1	3,5
0	1	1	0,6	2	3	2	4,0
0	2	0	0,6	3	0	0	2,5
1	0	0	0,4	3	0	1	4,0
1	0	1	0,7	3	0	2	6,5
1	0	2	1,1	3	1	0	4,5
1	1	0	0,7	3	1	1	7,5
1	1	1	1,1	3	1	2	11,5
1	2	0	1,1	3	1	3	16,0
1	2	1	1,5	3	2	0	9,5
1	3	0	1,6	3	2	1	15,0
2	0	0	0,9	3	2	2	20,0
2	0	1	1,4	3	2	3	30,0
2	0	2	2,0	3	3	0	25,0
2	1	0	1,5	3	3	1	45,0
2	1	1	2,0	3	3	2	110,0
2	1	2	3,0	3	3	3	140,0
2	2	0	2,0				
2	2	1	3,0				
2	2	2	3,5				