



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



**Mémoire de Fin de cycle En vue de l'obtention du diplôme de  
Master**

**Domaine** : Sciences de la nature et de la vie

**Filière** : Biologie

**Spécialité** : Microbiologie appliquée

**Thème:**

**Isolement des souches lactiques  
camelines à aptitude technologique**

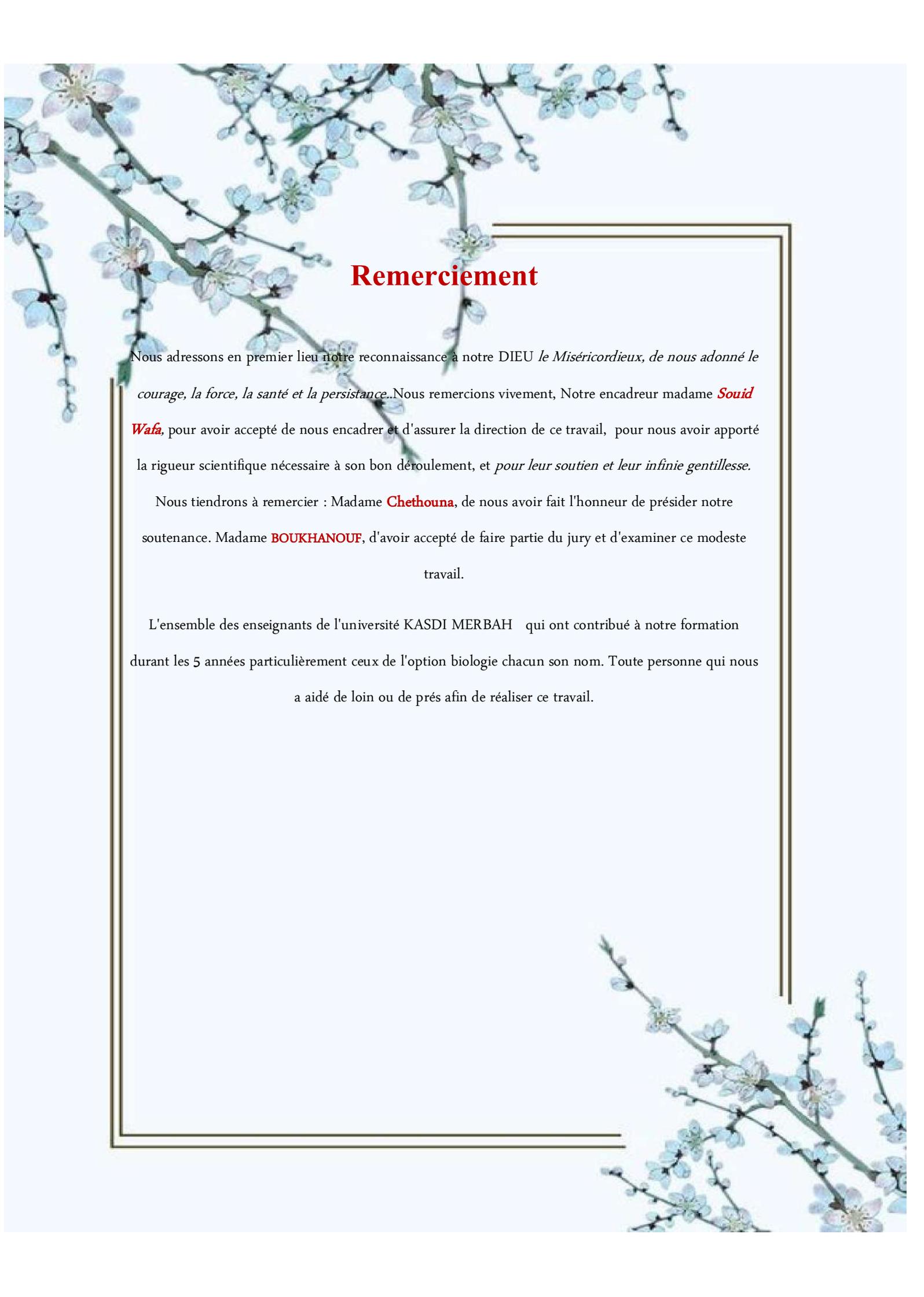
**Soutenu le:** 28/06/2021

**Présenté par :** Chiff Nihel  
Djebaili Romaissa

**Devant le jury :**

Mme Chethouna Fatma	MAA	Présidente	UKM Ouargla
Mme BOUKHANOUF Samiya	MCB	Examinatrice	UKM Ouargla
Mme SOUID Wafa	MCB	Promoteur	UKM Ouargla
Mme Boudjenah Saliha	Professeur	co-Promoteur	UKM Ouargla

**Année Universitaire : 2020 /2021**



## Remerciement

Nous adressons en premier lieu notre reconnaissance à notre DIEU *le Miséricordieux, de nous adonné le courage, la force, la santé et la persistance*. Nous remercions vivement, Notre encadreur madame **Souid Wafa**, pour avoir accepté de nous encadrer et d'assurer la direction de ce travail, pour nous avoir apporté la rigueur scientifique nécessaire à son bon déroulement, et *pour leur soutien et leur infinie gentillesse*.

Nous tiendrons à remercier : Madame **Chethouna**, de nous avoir fait l'honneur de présider notre soutenance. Madame **BOUKHANOUF**, d'avoir accepté de faire partie du jury et d'examiner ce modeste travail.

L'ensemble des enseignants de l'université KASDI MERBAH qui ont contribué à notre formation durant les 5 années particulièrement ceux de l'option biologie chacun son nom. Toute personne qui nous a aidé de loin ou de près afin de réaliser ce travail.

## Dédicace

À ma très **chère maman**, sans qui rien n'aurait été possible, qui a toujours été là pour moi et qui m'a toujours soutenue et encouragée dans les décisions que j'ai prise. Merci pour ta patience je t'en serai éternellement reconnaissante.

À **mon père**, mon pilier, mon modèle, ma fierté. Je tiens à te remercier du plus profond de mon cœur pour tous tes encouragements afin de me dépasser et d'aller toujours plus loin. J'espère t'avoir fait honneur avec mon modeste travail.

À mes chers frères **Mohamed**, **Ibrahim** et **Ouassim** qui sont un soutien indéfectible quelque soit la situation.

À mes belles-sœurs **Noor** et **Ibtiseem**, mes sœurs de cœur, ainsi qu'à toute ma belle famille.

À mon amie de toujours, mon soutien de toujours, ma sœur **Noussa**.

À toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Je dédie ce travail

*Romaissa*

*Dédicace*

*Avant tout, je remercie dieu le tout puissant de m'avoir donné le privilège et la chance d'étudier et de suivre le chemin de science et de la connaissance, aussi le courage et la volonté pour mener à bien ce travail.*

*Je dédie ce mémoire qui est le fruit de tout un long chemin d'études :  
Au plus beau cadeau que le bon dieu nous a offert, ceux qui m'ont aidé d'achever mon chemin à mes très chers parents.*

*A ma très chère mère. Cette fée du logis*

*A mon très cher frère **Samir***

*A mes belles sœurs **Lamia** , **Amel** et **Imen***

*A tous les enseignants de notre faculté qui ont toujours guidé tout au long de mon parcours éducatif*

*A mes chères amies **Amina** et **Asma** et à toute la promotion microbiologie appliqué chacun par son nom et en particulier*

*Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur de santé et de réussite*

*Nihel*

---

# Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Abstract

الملخص

<b>Introduction .....</b>	<b>01</b>
<b>I. Etude Bibliographique .....</b>	<b>04</b>
<b>Chapitre 1 : Aperçu sur le dromadaire.....</b>	<b>04</b>
1.1. Origine et taxonomie de dromadaire .....	04
1.2. Anatomie générale de dromadaire.....	05
1.3. Population Algérienne de dromadaire .....	05
<b>Chapitre 2 : Généralités sur le lait de chamelle .....</b>	<b>06</b>
2.1. Production laitière camelin .....	06
2.2. Définition du lait camelin .....	
2.3. Composition du lait camelin .....	07
2.4. Caractéristiques de lait de chamelle .....	09
2.5. Qualité microbiologique de lait de chamelle .....	09

---

<b>Chapitre 3: Les Bactéries lactiques.....</b>	<b>10</b>
3.1. Généralités .....	10
3.2. Classification des bactéries lactiques .....	10
3.3. Métabolisme des bactéries lactiques .....	12
3.3.1. Glycolyse.....	12
3.3.2. Lipolyse .....	13
3.3.3. Protéolyse .....	14
3.3.4. Métabolisme du citrate .....	15
3.4. Intérêts technologiques des bactéries lactiques .....	16
3.4.1. Dans le domaine de la santé .....	16
3.4.2. 3.4.2. Dans l'industrie alimentair.....	17
3.5. Aptitudes technologiques des bactéries lactiques .....	17
3.5.1. Activité acidifiante .....	17
3.5.2. Aptitude aromatisante.....	18
3.5.3. Aptitude texturante .....	19
3.5.4. Aptitude protéolytique .....	19
3.5.5. Activité lipolytique .....	19
3.5.6. Les propriétés probiotiques .....	20
3.5.7. Activité bactériostatique (production de bactériocine.....	20
<b>II. Matériels et méthodes.....</b>	<b>22</b>
2.1 Site d'étude .....	22
2.2 Matériel .....	22
2.2.1 . Matériel biologique (lait de chamelle)....	22

<b>2.2 Méthodologie.....</b>	<b>24</b>
2.1. Analyses physico-chimiques du lait de chamelle .....	24
2.1.1. Mesure du pH.....	24
2.1.1. 3. Densité .....	25
2.2.2. Analyse microbiologique du lait de chamelle (Test de la réductase) .....	25
2.2.3. Isolement des bactéries lactiques .....	25
2.2.3.1. Préparation des dilutions décimales .....	25
2.2.3.2. Ensemencement et incubation.....	25
2.2.3.3. Purification et repiquage.....	25
2.2.4. Pré-Identification des souches bactérienne.....	26
2.2.4.1. Examen macroscopique.....	26
2.2.4.2. Observation microscopique (coloration du Gram).....	26
2.2.4.3. Test du la catalase.....	26
2.2.5. Conservation des souches lactiques.....	26
2.2.5.1. Conservation à courte durée.....	26
2.2.5.2. Conservation à longue durée.....	26
2.2.6. Aptitudes technologiques des souches lactiques .....	27
2.2.6.1. Pouvoir acidifiant.....	27
2.2.6.2. Pouvoir aromatisant.....	27
2.2.6.3. Pouvoir texturant.....	28

2.2.6.4. Activité protéolytique.....28

2.2.6.5. Pouvoir lipolytique.....28

### **III. Résultats et discussion**

3.1. . Caractéristiques physico-chimiques de l'échantillon du lait de chamelle collecté .....30

3.1.1. Mesure de pH .....30

3.1.2. Mesure de l'acidité titrable.....30

3.1.3. Mesure de Densité.....31

3.2. Analyse microbiologique du lait de chamelle (Test de la réductase) .....31

3.3. Isolement des bactéries lactiques .....32

3.4. Synthèse des articles. ....32

3.4.1 Isolement des bactéries lactiques à partir de lait de chamelle .....32

3.4.2. Etude des aptitudes technologiques des souches lactiques isolées. ....35

3.4.2.1. Pouvoir acidifiant.....35

3.4.2.2. Pouvoir aromatisant.....35

3.4.2.3. Pouvoir texturant.....36

3.4.2.4. Pouvoir protéolytique.....36

3.3.2.5. Pouvoir lipolytique.....37

**Conclusion.....39**

**Références bibliographiques.....41**

### Liste des abréviations

**BL** : Bactéries lactiques.

**CO<sub>2</sub>** : dioxyde de carbone .

**°C** : degré Celsius.

**°D** : degré Dornic.

*E.* : *Escherichia*

*En.* : *Enterococcus*

**EPS** : exopolysaccharides

**H** : heure.

**HCl** : hydrochlorure.

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : peroxyde d'hydrogène.

*L.* : *Listeria*

*Lb.* : *Lactobacillus*

*Lc.* : *Lactococcus*

*Ln.* : *Leuconostoc*

**ml** : millilitre.

**mm** : millimètre.

**mg** : milligramme.

**MRS** : milieu de Man, Rogosa and sharpe.

**NaCl** : chlorure de sodium.

**NaOH** : hydroxyde de sodium.

## Liste des abréviations

---

**nm** : nanomètre.

***P.*** : *Pediococcus*

**pH** : potentiel d'hydrogène.

***S.*** : *Staphylococcus*

***St.*** : *Streptococcus*

**Liste des figures**

<b>Figure 01</b> : Les deux espèces de Camelidae (a) : Camelus bacterianus, (b) : Camelus dromedarius.	<b>05</b>
<b>Figure 02</b> : Aires de distribution du dromadaire en Algérie.	<b>06</b>
<b>Figure 03</b> : Arbre phylogénétique des principaux genres de bactéries lactiques et des genres associés, obtenu par analyse des ARNr 16S.	<b>12</b>
<b>Figure 04</b> : les principales voies de la glycolyse chez les bactéries lactiques.	<b>13</b>
<b>Figure 05</b> : Principales voies de la lipolyse.	<b>14</b>
<b>Figure 06</b> : Système protéolytique des bactéries lactiques.	<b>15</b>
<b>Figure 07</b> : principales étapes du métabolisme du citrate chez les bactéries lactiques.	<b>16</b>
<b>Figure 08</b> : Instruments pour la mesure de l'acidité titrable.	<b>24</b>

**Liste des tableaux**

<b>Tableau I:</b> Taxonomie du dromadaire	04
<b>Tableau II :</b> Tableau de comparaison de lait de chamelle avec le lait de vache	
<b>Tableau III :</b> Mesure des différents paramètres physicochimiques	30
<b>Tableau IV:</b> Résultat de test de réductase	31
<b>Tableau V :</b> Isolement des souches lactiques à partir de lait camelin par différents auteurs	33

## Résumé

Le lait de chamelle joue un rôle important dans l'alimentation des nomades au Sahara algérienne. Il constitue une source importante pour la sélection de nouvelles souches lactiques d'intérêt industriel.

L'objectif de notre étude est de sélectionner des bactéries lactiques isolées de lait de chamelle avec des caractéristiques technologiques intéressantes et pouvant être utilisées au tant que starters pour la fabrication des produits laitiers améliorées.

A partir d'un échantillon du lait de chamelle de la région de Rouissat (Ouargla) on a isolé 06 souches lactiques dont leurs caractéristiques microscopiques et physiologiques sont : Gram positif, forme coccoïde et catalase négative.

De nombreuses recherches, ont étudié l'isolement des bactéries lactiques à partir du lait de chamelle ainsi que leur potentiel technologique. Dans ce contexte, nous avons cité quelques travaux.

**Mots clés** : lait de chamelle, bactéries lactiques, intérêt industriel, isolement, potentiel technologiques.

## الملخص

يلعب حليب الإبل دورًا مهمًا في غذاء البدو الرحل في الصحراء الجزائرية. إنه يشكل مصدرًا مهمًا لاختيار سلالات حمض اللاكتيك الجديدة ذات الأهمية الصناعية الهدف من دراستنا هو اختيار بكتيريا حمض اللاكتيك المعزولة من حليب الإبل بخصائص تكنولوجية مثيرة للاهتمام يمكن استخدامها كمبتدئين في تصنيع منتجات الألبان المحسنة.

أخذنا عينة من حليب الإبل من منطقة الرويسات (ورقلة) و تحصلنا على 06 سلالات من حمض اللاكتيك والتي كانت خصائصها الميكروسكوبية والفسولوجية هي: موجب الجرام ، وشكل كروي ، وسالب الكاتلاز.

يوجد الكثير من الأبحاث حول عزل بكتيريا حمض اللاكتيك من حليب الإبل بالإضافة إلى إمكاناتها التكنولوجية. في هذا السياق ، استشهدنا ببعض الأعمال.

الكلمات المفتاحية: حليب الإبل ، بكتيريا حمض اللاكتيك ، الفائدة الصناعية ، العزلة ، الإمكانيات التكنولوجية.

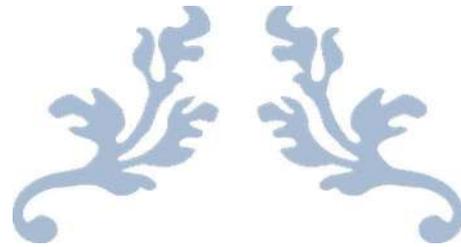
## Abstract

Camel milk plays an important role in the diet of nomads in the Algerian Sahara. It constitutes an important source for the selection of new lactic acid strains of industrial interest. The objective of our study is to select lactic acid bacteria isolated from camel milk with interesting technological characteristics that can be used as starters for the manufacture of improved dairy products.

From a sample of camel milk from the Rouissat region (Ouargla), 06 lactic acid strains were isolated whose microscopic and physiological characteristics are: Gram positive, coccoid form and catalase negative.

Much research has studied the isolation of lactic acid bacteria from camel milk as well as their technological potential. In this context, we have cited some works.

**Keywords:** camel milk, lactic acid bacteria, industrial interest, isolation, technological potential.



---

# Introduction générale



## INTRODUCTION

Pendant des siècles, le chameau a été considéré comme un animal très important dans les régions désertiques en raison de sa capacité de supporter de conditions très dures (Température élevée et sécheresse), à fournir du lait, de la viande, et son utilisation comme un moyen de transport (**BENSADEK, 2019**). 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) (**BEZZALLA, 2013**). Le lait de chamelle est un aliment hautement nutritif par sa richesse en glucides, lipides, vitamines et sels minéraux (**KATINAN et al. 2012**), en raison de sa valeur nutritionnelle élevée, il connaît un regain d'intérêt ces dernières années. Pendant ces dernières décennies, il a fait l'objet de multiples travaux par le monde entier, mais peu de travaux sur ce lait produit dans notre pays ont été envisagés.

D'autre part, les bactéries lactiques forment un groupe de bactéries bénéfiques pour l'homme. Elles colonisent différents biotopes microbiens allant du sol et des plantes au système digestif de l'homme. Le point commun qui caractérise ce groupe est la production d'acide lactique comme produit final du processus de fermentation de plusieurs substrats carbonés. De ce fait, les bactéries lactiques sont utilisées depuis des millénaires dans la production de nombreux aliments. Elles sont surtout connues dans la préparation des laitages fermentés, mais également dans le saumurage des légumes, la boulangerie, la fabrication du vin, etc. De par leurs différentes propriétés technologiques, elles contribuent à la texture, ainsi qu'à la saveur des aliments, notamment par la production de composés aromatiques (**HAMMI, 2017**). Ces bactéries contribuent aussi par leurs activités enzymatiques variées, à la production de composés volatils qui participent au développement de l'arôme, de la saveur, et de la texture de plusieurs produits laitiers. Certaines bactéries lactiques produisent des exopolysaccharides qui jouent un rôle important dans le développement de la texture de plusieurs produits laitiers (**LABAOUI et al. 2005**). Elles sont parmi les plus importants groupes de micro-organismes utilisés dans la fermentation alimentaires (**HIKMATE et al. 2012**), sous forme de ferments lactiques commerciaux (**AXELSSON, 2004 ; STREIT et al. 2007**).

L'étude des propriétés technologiques des bactéries lactiques isolées à partir de lait de chamelle de la région de Ouargla correspond à un sujet intéressant car peu d'information n'est disponible dans la littérature sur l'aptitude technologique de ces microorganismes.

Le présent travail vise à isoler des souches lactiques à partir du lait de chamelle locale et à évaluer leurs aptitudes technologiques. Dans cette optique le travail consiste à :

Isoler et pré-identifier des souches lactiques à partir d'un échantillon du lait de chamelle collecté localement ;

- ✓ Etudier les pouvoirs technologiques des souches lactiques isolées à savoir leur pouvoir acidifiant, aromatisant, protéolytique, lipolytique et texturant ;
- ✓ Conserver les souches lactiques d'intérêt.

# **Etude Bibliographique**

## 1. Aperçu sur le dromadaire

### 1.1. Origine et taxonomie de dromadaire

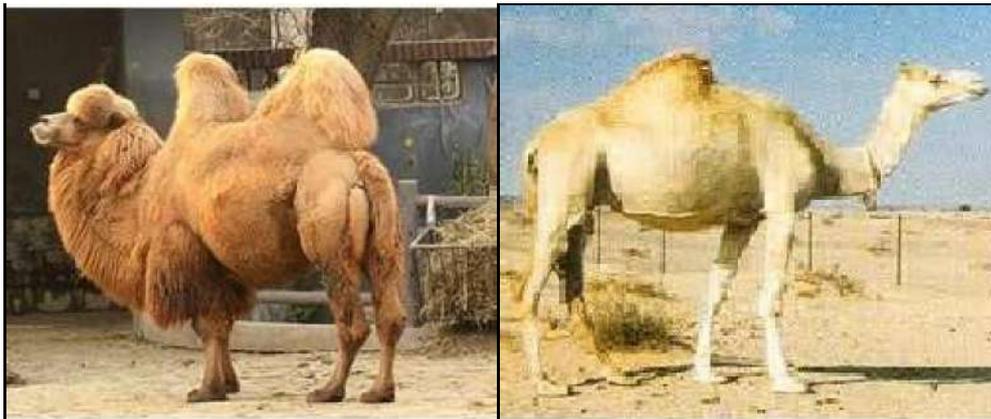
Le dromadaire parmi les animaux domestiques, est le mieux adapté aux climats désertiques et aux conditions contraignantes à la survie. De plus, il présente des aptitudes à mieux valoriser des pauvres disponibilités nutritives, et de les transformer à des denrées alimentaires (BAATOUT, 2019). Le nom dromadaire dérive du terme grec « *dromeus* » qui veut dire « coureur ». Il est associé aux chameaux ayant une seule bosse (*Camelus dromedarius*) (BOUGUERRA, 2012). Le dromadaire vit dans les régions chaudes, arides et semi-arides de la planète. Il serait originaire de l'Amérique du Nord ou 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 (BEZZALLA et GOUTTAYA, 2013).

**Tableau II: La taxonomie du dromadaire selon WILSON (1984) cité par BAATOUT (2019)**

<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

## 1.2. Anatomie générale de dromadaire

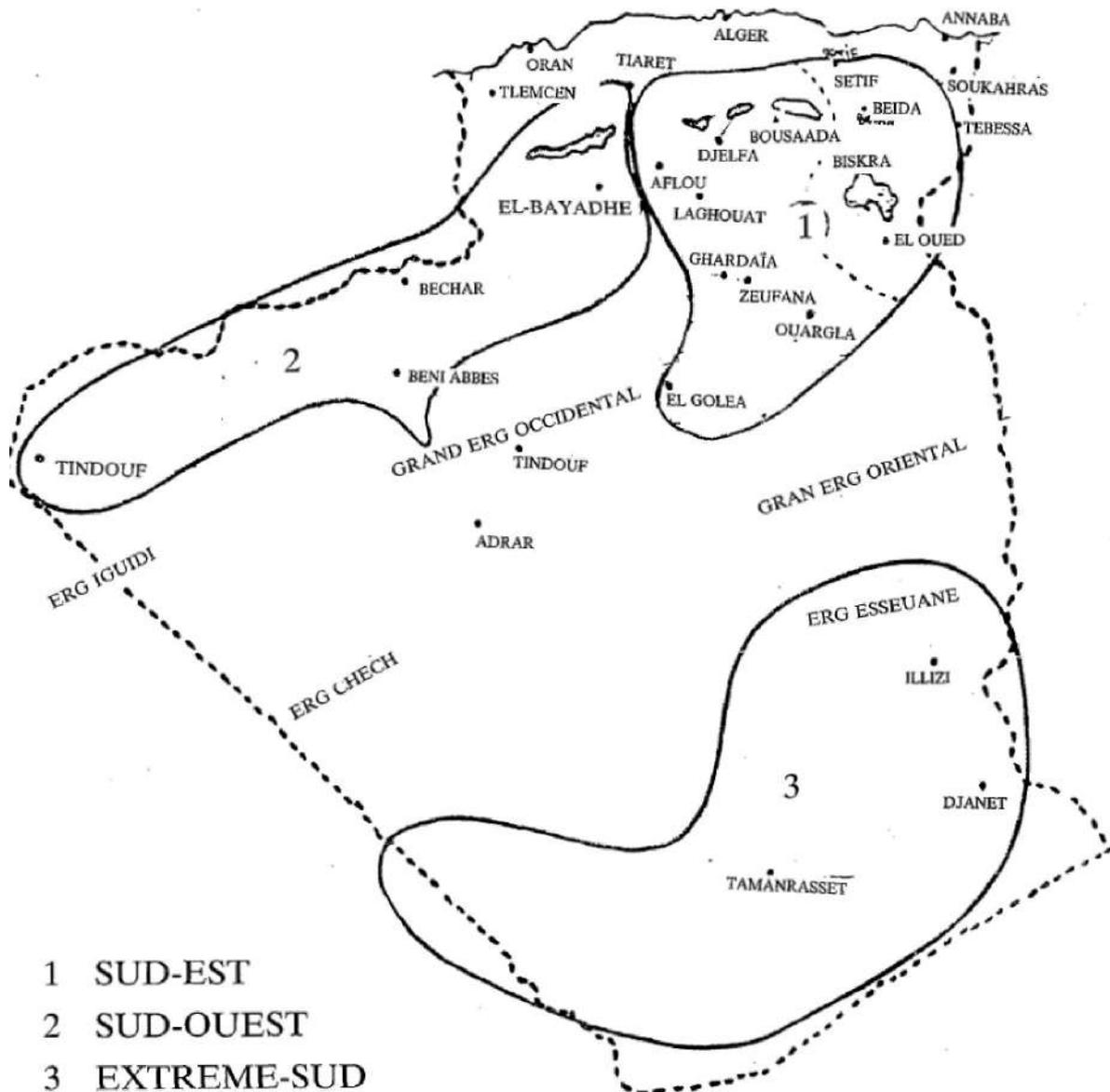
Le dromadaire est un animal très distinct des autres animaux domestiques. Il possède une bosse constituée de tissu adipeux, un cou long, et une certaine callosité au niveau du sternum. Il n'a pas de cornes, les oreilles sont petites, les yeux larges et saillants, les narines longues peuvent être réformées pour les besoins de l'animal, la lèvre supérieure est divisée, fondue, poilue, extensible et très sensitive, la lèvre inférieure est large et pendante, les membres sont puissants. La peau est souple recouverte de poils de couleur généralement brune variant du chocolat foncé à presque noir à rouge ou rouille fauve à presque blanche chez quelques types (BOUGUERRA, 2012).



**Figure 1** : Les deux espèces de *Camelidae* (a) : *Camelus bactrianus*, (b) : *Camelus dromedarius*

## 1.3. Population Algérienne de dromadaire

Selon les statistiques du Ministère de l'agriculture (2018), le cheptel camelin en Algérie est reparti à travers 17 wilayas (ADRAR, LAGHOUAT, BATNA, BISKRA, BECHAR, TAMANRASSET, TEBESSA, TIARET, DJALFA, M'SILA, OUARGLA, EL-BAYAD ILLIZI, TINDOUF, EL-OUED, NAAMA ET GHARDAÏA).



**Figure 2 :** Aires de distribution du dromadaire en Algérie

L'élevage camelin se trouve concentré dans trois principaux territoires agro écologiques à savoir Sahara, Atlas Saharien et Steppe. Pour la période 2000-2015, le cheptel des dromadaires localisé dans le territoire Saharien occupe le premier rang, avec un effectif de l'ordre de 40 mille têtes en moyenne, suivis du cheptel situé dans les territoires de l'Atlas Saharien et Steppique respectivement de l'ordre de 11 mille têtes et 2 mille têtes.

Le dromadaire en Algérie n'est pas seulement un animal d'élevage destiné pour la production de viande, lait et autres produits, mais de surcroît au transport du bois de l'Erg vers les villes et son

rôle culturel et sportif. Il représente un symbole et une clé primordiale de la vie sociale des bédouins dans le désert.

# **CHAPITRE II. Généralités sur le lait de chamelle**

## 2. Généralités sur le lait de chamelle

### 2.1. La production laitière camelin

Le lait de chamelle constitue depuis des temps très lointains, la principale ressource alimentaire pour les peuples nomades qui le consomment habituellement à état cru ou fermenté. Il est considéré comme aliment de base pour une période annuelle prolongée, dans la plupart de ces zones pastorales annuelle comprise entre 800 et 3600 L de lait. Sous des conditions désertiques, la productivité quotidienne fluctue entre 2 à 6 L, mais lors d'un élevage intensif, elle peut atteindre 12 à 20 L. L'élevage du dromadaire dans le monde est orienté vers son utilisation pour le transport, la production de viande, de peau et surtout de lait. En Algérie, l'élevage du dromadaire est surtout orienté vers la production laitière. Le lait produit est généralement consommé à l'état cru ou fermenté, ou sert pour les jeunes chamelons (**BELKHEIR, 2017**). sahariennes. La période de lactation de chamelle varie de 9 à 18 mois avec une productivité.

### 2.2. Composition du lait camelin

Même s'il présente une composition physico-chimique relativement similaire à celle du lait bovin, ce lait se distingue néanmoins par une teneur élevée en vitamine C et en niacine et par la présence d'un puissant système protecteur, lié à des taux relativement élevés en Lysozyme, en Lactoperoxydase, en Lactoferrine et en bactériocines produites par les bactéries lactiques.

L'eau constitue le facteur le plus important dans le lait de chamelle, car elle maintient l'homéostasie des chamelons et des hommes qui habitent dans les régions arides. Une restriction en eau pour la chamelle entraîne une augmentation de son rendement en lait passant de 86 à 91%. Cela représente un avantage pour les chamelons en période de sécheresse. La teneur des fourrages en eau peut également affecter le contenu hydrique du lait (**BOUGERRA, 2012**).

Le lactose est la principale fraction glucidique du lait et est une source d'énergie pour les nouveaux nés (**MEDJOUR, 2014**). La teneur en lactose de lait de chamelle varie de 2,40 à 5,80%, la moyenne est de 4,4+ 0,7%. La grande variation de la teneur en lactose peut être due au type de plantes consommées dans les déserts.

Le lait de chamelle joue un rôle important en tant que source de protéines pour les humains, en particulier pour les personnes vivant dans les régions arides du monde (**MERZOUK, 2015**). De par leur apport nutritionnel (source d'acides aminés essentiels) et leurs propriétés technofonctionnelles particulières, les protéines du lait revêtent une importance considérable au double plan quantitatif et qualitatif (**BOUGERRA, 2012**). Elles sont constituées de deux composants principaux:

Les caséines qui se précipitent lors de l'acidification du lait ou l'ajout de rénine, et les protéines du lactosérum contenant des protéines: acides, basiques et des facteurs antimicrobiens (lysozyme, lactoferrines, immunoglobulines...) (**BOUGERRA, 2012**). La teneur en protéines total du lait de chamelle s'étend de 2,15 à 4,90% la moyenne est de 3,1%.

La matière grasse constitue une source énergétique et nutritionnelle importante. Elle se trouve dispersée dans le lait sous forme de globules gras et enveloppée par une membrane qui dérive des cellules sécrétoires (**BOUGERRA, 2012**). La teneur en M.G. du lait est comprise entre 1,2 et 6,4% (**RAHLI, 2015**). Selon la saison, le stade de lactation, la fréquence de traite, le type de fourrage consommé et l'état d'hydratation de l'animal (**BOUGERRA, 2012**).

La teneur totale en sels minéraux est exprimée en cendres totales, varie de 0,60 à 0,90% en lait de chamelle et la moyenne est de 0,79+ 0,07%. Les variations de la teneur en minéraux ont été attribuées à la variabilité des races, d'alimentation, les procédures analytiques et la consommation d'eau. Le lait de chamelle est une source riche en chlorure en raison de fourrages consommés par les chameaux comme *Atriplex*, *Acacia salosa*, qui contient habituellement une forte teneur en sels. Le fer joue un rôle essentiel dans certain nombre de systèmes biologiques, y compris le transport de l'oxygène et de stockage ainsi que la synthèse d'ADN. Le Mn est un élément clé qui participe activement dans le métabolisme cellulaire, ou la présence de cet élément est important pour le fonctionnement d'un certain nombre d'enzyme, y compris les enzymes de la protection cellulaire contre les dommages des radicaux libres. En outre, la teneur en Ca, P et Mg de lait de chamelle sont similaire à celui du lait de vache (**MERZOUK, 2015**).

Les différents travaux ont rapporté que le lait de chamelle contient diverses vitamines, telles que les vitamines C, A, E, D et le groupe B. le lait de chamelle contient une quantité de vitamine A et B2 beaucoup moins que le lait de vache (**MERZOUK, 2015**). Le lait de chamelle présente la particularité d'être riche en vitamine C (au moins 3 fois plus élevé que le lait de vache)

(BOUGERRA, 2012). Alors que la teneur en vitamine E était identique (MERZOUK, 2015). Ceci est très important du point de vue nutritionnel dans les zones où les sources en vitamine C demeurent insuffisantes (BOUGERRA, 2012), car la concentration moyenne de la vitamine C dans le lait de chamelle est 34,16 mg/L (MERZOUK, 2015). Il est également riche en niacine (B3). Par ailleurs, le taux de vitamine A est beaucoup plus faible et de plus très variable (12,9UI/100g - 50 UI/100g). Il en est de même de la teneur en vitamines B1, B2, B5 et B9 (BOUGERRA, 2012).

Il ya un rapprochement dans les résultats des compositions de lait de chamelle avec le lait de vache selon le **tableau II** :

**Tableau II** : Tableau de comparaison entre lait de chamelle et le lait de vache.

Paramètres	Lait de chamelle		Lait de vache	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Matière grasse (g/L)	37,5	8,95	32,5	9,118
Matière sèche (g/L)	119,438	15,34	104,88	14,37
Cendres (g/L)	7,5	7,75	6,67	1,76
Lactose (g/L)	42,78	2,36	40,2	1,35
NPN (g/L)	1,04	0,08	0,76	0,05
Protéines totales (g/L)	34,15	3,114	30,5	4,95

#### 2.4. Caractéristiques de lait de chamelle

Le lait camelin est d'une couleur blanche opaque, en raison de sa structure et de sa teneur en matière grasse, relativement pauvre en  $\beta$ . carotène .Il est légèrement sucré, avec un goût acide, parfois même salé et ou amère (**MERZOUK, 2015**). Ces caractéristiques dépendent du type de

fourrage ingéré ainsi que de la disponibilité en eau (**BOUGERRA, 2012**). Il est plus visqueux que le lait bovin, mousseux quand il est légèrement secoué et considéré comme ayant un goût désagréable. Ces caractéristiques dépendent du type de fourrage ingéré ainsi que de la disponibilité en eau.

Le lait de dromadaire frais a un pH compris entre 6,5-6,7, il est légèrement plus acide que le lait de vache mais similaire à celui du lait de brebis. Son point de congélation varie entre  $-0,57^{\circ}\text{C}$  et  $-0.61^{\circ}\text{C}$ , il est donc plus bas que celui du lait bovin ( $-0,51^{\circ}\text{C}$  à  $-0,56^{\circ}\text{C}$ ).

En plus des caractères notionnels, le lait de chamelle est connu aussi pour différentes vertus thérapeutiques. En effet le lait de chamelle constitue un aliment complet pour une personne restant en bonne santé sans consommation d'autres aliments. De par sa composition riche en eau et en protéine, le lait de chamelle exerce aussi un effet positif sur la microflore humaine (**BELKHIR, 2017**). Le lait de chamelle est également riche en minéraux (Na, K, Ca, P Mg Fe, Zn, Cu) et en vitamines (A, E, C et B1) qui constituent des éléments clés dans les activités enzymatiques et immunologiques. La concentration en vitamine C dans le lait de Dromadaire est deux fois plus élevée que dans le lait de vache, ceci confère une certaine stabilité au lait de chamelle en plus du rôle antioxydant de la vitamine C. Le lait de chamelle contient aussi différentes enzymes à effet antimicrobiens (lysozyme, lactoferrine et lactoperoxydase) (**BELKHIR, 2017**). D'ailleurs l'effet anti-tumoral du lait camelin est lié à ces caractéristiques antioxydantes et antimicrobiennes qui prévoient une réduction de l'inflammation du foie. En effet **KORASHY et al. (2012)**, ont montré l'induction de l'apoptose des hépatomes humains (HepG2) et des cellules cancéreuses du sein (MCF7) après consommation du lait camelin. Le lait de chamelle possède aussi un effet anticytotoxique et antigenotoxique via l'inhibition de la formation des érythrocytes polychromatiques (MnPCEs) et l'augmentation de l'indice mitotique des cellules souches de la moelle osseuse. Le lait de chamelle constitue par ailleurs, un bon substituant du lait maternelle humain du fait de ses

propriétés antiallergiques dues à l'absence des peptides (B-lactoglobuline) responsables de la majorité des allergies chez les enfants (**BELKHIR, 2017**).

**CHAPITRE III. Bactéries  
lactiques**

### 3. Bactéries lactiques

#### 3.1. Généralités

Les bactéries lactiques sont décrites pour la première fois par **Orla Jenson** au début de vingtième siècle. Les bactéries lactiques sont des bactéries immobiles et non sporulés, à Gram positif qui peuvent avoir des formes en bâtonnets ou en coque (**GUETARNI, 2013**). Leur ADN présente un pourcentage de G+C compris entre 30 et 60%. (**GUETARNI, 2013**). Les BL sont des aéro-anaérobies facultatives ou micro-aérophiles (**NAOUI, 2013**). Les BL sont typiquement catalase et cytochrome négatifs, fastidieux, aéro-tolérants et tolérants aux acides (**SENOUCI, 2018**). Ces bactéries montrent des exigences nutritionnelles complexes en glucides, en acides aminés, peptides, en sels (**MERZOUK, 2015**), des vitamines B et des acides gras (**NAOUI, 2013**).

Elles sont des êtres utiles à l'homme lui participant à l'élaboration de nombreux produits alimentaires fermentés (**GUETARNI, 2013**), C'est pourquoi on les appelle aussi « ferments lactiques » ou « levains » ou encore « starters » (**GARRY et al, 1999**).

Les bactéries lactiques sont généralement associées aux habitats riches en nutriments, comme divers produits alimentaires (lait, viande, boissons, végétaux), mais d'autres sont aussi membres de la flore normale de la bouche, l'intestin et le vagin des mammifères (**MAMI, 2013**). Elles jouent plusieurs rôles relatifs aux caractéristiques organoleptiques, nutritionnelles et sanitaires de l'aliment (**GUETARNI, 2013**).

Il s'agit de souches de bactéries non pathogènes ou non toxigène (**GARRY et al, 1999**). Les bactéries lactiques constituent un groupe de microorganismes, assez hétérogènes sur les plans physiologiques et morphologiques, qui ont la particularité de produire, des quantités importantes de l'acide lactique à partir de l'hydrolyse du lactose et la fermentation du glucose et /ou du galactose (**MERZOUK, 2015**).

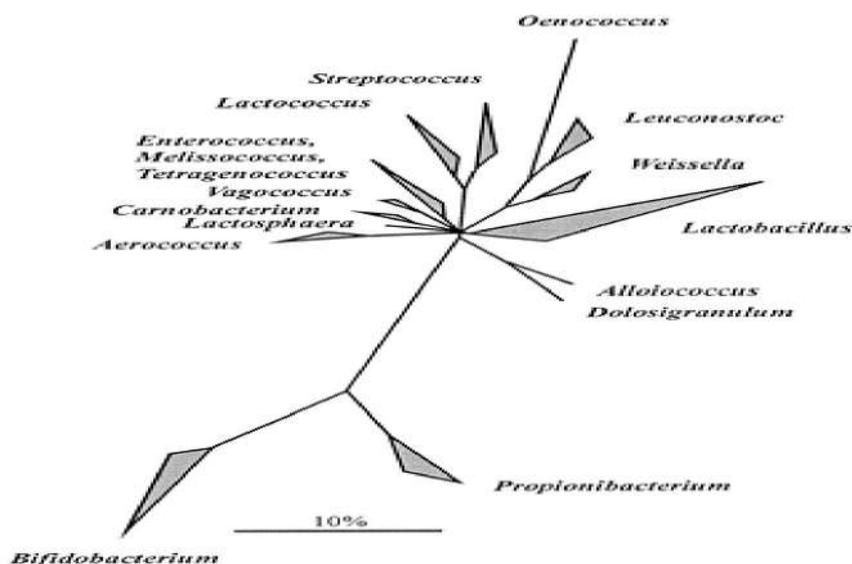
#### 3.1. Classification des bactéries lactiques

Depuis la description du *Bacterium lactis* (actuellement *Lactococcus lactis*), la taxonomie des bactéries lactiques est en évolution permanente. Le nombre de nouvelles espèces a augmenté énormément au cours de ces dix dernières années. Les réorganisations effectuées ont contribué à

fusionner des espèces en une seule, ou identifier une espèce comme un nouveau genre (GUETARNI, 2013).

Les genres des BL considérés comme les plus communs sont *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Tetragenococcus*, *Carnobacterium* et *Weissella* (SENOUCI, 2018).

La caractérisation phénotypique/biochimique classique demeure pratique dans l'identification préliminaire des bactéries. Certaines caractéristiques phénotypiques sont utilisées pour identifier les espèces à l'intérieur des germes comme la capacité à : fermenter les hydrates de carbone, tolérer différentes concentrations en bile, produire des polysaccharides extracellulaires, exiger des facteurs de croissance, produire de l'acétone et synthétiser certaines enzymes. La composition en G+C de l'ADN et la composition en acides gras, sont également d'autres critères qui peuvent être étudiés pour l'identification des espèces lactiques (GUETARNI, 2013). Les recherches chimio-taxonomiques réalisées sur les BL ont contribué de façon fondamentale à expliquer les relations génétiques intra et inter spécifiques.



**Figure 3 :** Arbre phylogénétique des principaux genres de bactéries lactiques et des genres associés, obtenu par analyse des ARNr 16S (STILES et HOLZAPFEL, 1997).

### 3.3. Métabolisme des bactéries lactiques

#### 3.3.1. Glycolyse

Les bactéries lactiques nécessitent une source d'hydrate de carbone fermentescible pour la production d'énergie cellulaire (ATP) et leur croissance. Le lactose présent dans le lait, disaccharide composé de glucose et de galactose, atteint des concentrations de 4 à 5%. Les bactéries lactiques synthétisent leur ATP grâce à la fermentation lactique des glucides. On les distingue en deux groupes biochimiques : les homofermentaires et les hétérofermentaires. Les homofermentaires produisent deux molécules d'acide lactique (C3) par glucose (C6) consommé. Chez les hétérofermentaires, seule une molécule d'acide lactique est produite à partir du glucose. Une autre molécule en C2 est produite (en général soit de l'éthanol soit de l'acide acétique) et une molécule d'oxygène. La différence entre ces deux groupes est détectable par le dégagement de CO<sub>2</sub> (**BOURGEOIS et al. 1996**).

Chez les lactocoques, le transport membranaire du lactose et du glucose est assuré par le système phosphotransférase-phosphoenol pyruvate dépendant (système PEP-PTS). Le transport du galactose est effectué par le système PEP-PTS et une perméase d'affinité élevée. Suite à leur transport dans la cellule, les composés glucidiques libres ou modifiés sont catabolisés selon 3 voies : la voie glycolytique principale de Embden- Meyerhof-Parnas (EMP), la voie du D-tagatose-6-phosphate ou la voie de Leloir (**MAHI, 2010**). Lactocoques utilisent la voie EMP dans la dernière étape de la glycolyse et convertissent le pyruvate en acide lactique (**ZHENNI et al. 2000**).

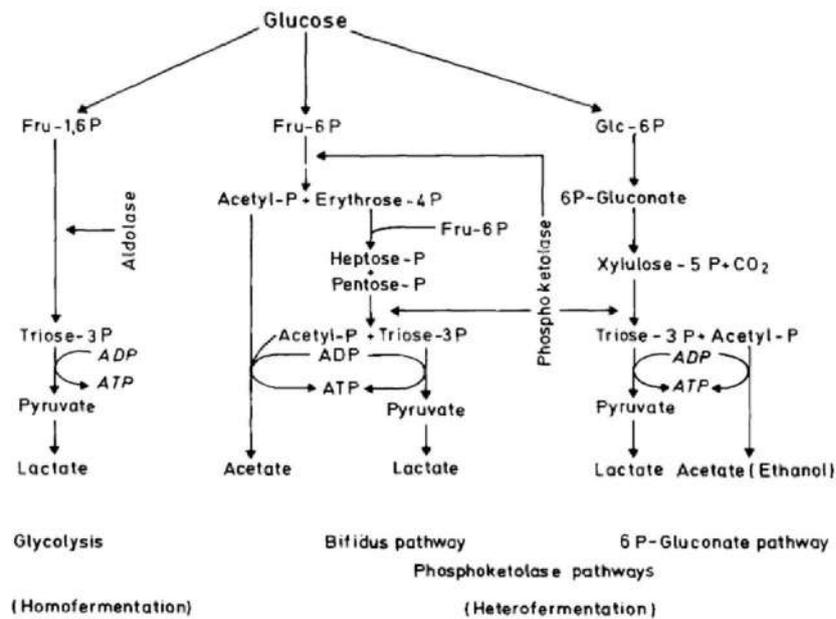


Figure 03 : les principales voies de la glycolyse chez les bactéries lactiques

### 3.3.2. Lipolyse

Relativement faible chez les ferments lactiques, l'activité lipasique contribue à l'élaboration de la flaveur des fromages lors de la maturation (SLAMINA *et al.* 2018). L'hydrolyse des triglycérides est la transformation biochimique principale du gras fromager pendant la maturation et conduit à la formation des acides gras libres, mono et diglycérides et probablement du glycérol. Les lipases bactériennes catalysent en partie la production des acides gras à longues chaînes à partir des mono et diglycérides, alors que les estérases permettent la libération des acides gras volatils. Les acides gras, dont la concentration augmente pendant l'affinage, seraient responsables en partie de la flaveur typique des fromages à pâte cuite. Ils sont également des précurseurs pour la formation de métylketones, alcools, lactones et esters (SLAMINA *et al.* 2018). Les estérases des bactéries lactiques hydrolysent préférentiellement les substrats avec des acides gras à chaîne courte, mais avec des spécificités différentes, caractéristiques des souches (MAHI. 2010).

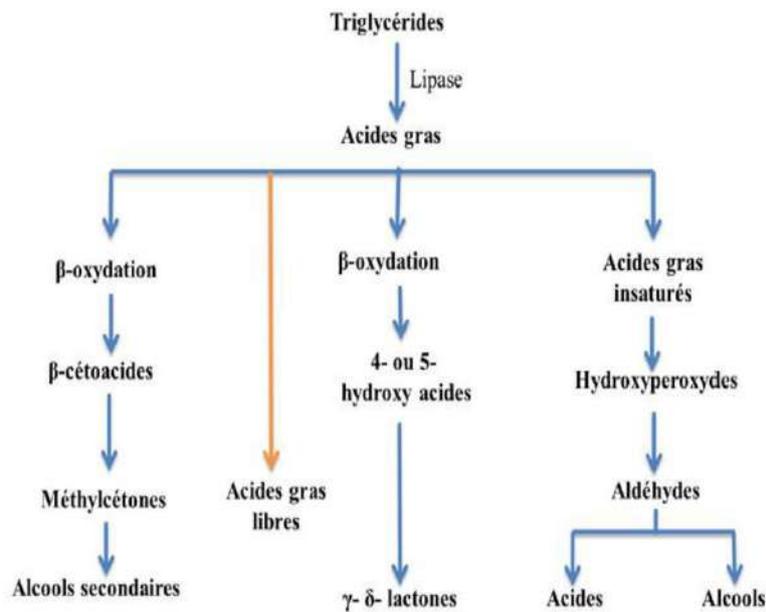
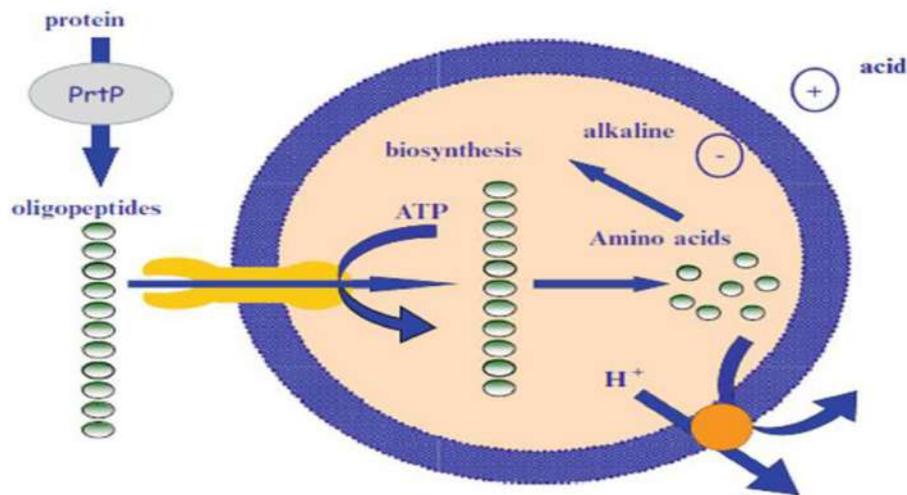


Figure 4 : Principales voies de la lipolyse (Siegumfeldt et *al.*, 2000).

### 3.3.3. Protéolyse

L'incapacité des bactéries lactiques à synthétiser les acides aminés nécessaires à la synthèse protéique nécessite un fonctionnement actif de leur système protéolytique dans les environnements où les protéines constituent la principale source d'azote. Ces systèmes sont complexes de par le nombre et la nature des protéases et peptidases présentes, mais également de par leur localisation cellulaire. (BOULLOUF, 2016). Le système protéolytique des bactéries lactiques est composé de protéases associées à la paroi cellulaire, qui catalysent l'hydrolyse de protéines en peptides contenant de 7 à 16 résidus aminés (BOULLOUF, 2016). Ces peptides sont ensuite dégradés par des endopeptidases ou exopeptidases transportables d'acides aminés et de petits peptides. Les acides aminés libres contribuent directement ou comme composés précurseurs d'arômes. Le facteur limitant la production de composés aromatiques serait relié à la capacité bactérienne de conversion des acides aminés en ces composés, caractéristique variable selon souches. Les voies cataboliques responsables de cette conversion sont principalement les voies initiées par les réactions d'élimination et de transamination impliquant une quantité variable d'enzymes lyases, décarboxylases, désaminases et transaminases (MAHI, 2010).



**Figure 05 :** Système protéolytique des bactéries lactiques (KUNJI *et al.* 1996)

### 3.3.4. Métabolisme du citrate

La première enzyme impliquée dans le métabolisme du citrate est le citrate perméase qui permet le transport de celui-ci vers l'intérieur de la cellule. Cette enzyme est fonctionnelle au pH inférieur à 6 et optimum à pH 5. A l'intérieur de la cellule, le citrate est transformé en acétate et en oxaloacétate par la citrate-lyase (citratase). L'oxaloacétate produit au cours de ses réactions de catabolisme est ensuite converti en pyruvate et  $\text{CO}_2$  par une oxaloacétate-décarboxylase. Les étapes conduisant à l'acétoïne s'effectuent en présence des ions  $\text{Mg}^{++}$  et  $\text{Mn}^{++}$  et de la thiamine pyrophosphate. Le reste des enzymes (acétolactate-synthase, diacétyl-réductase, acétoïne-réductase) sont constitutives chez *Lactococcus lactis* subsp. Diacetylactis ou partiellement inductibles (acétolactate-synthase) chez *Leuconocstoc* et chez certaines bactéries hétérofermentaires (BRAHIMI, 2015).

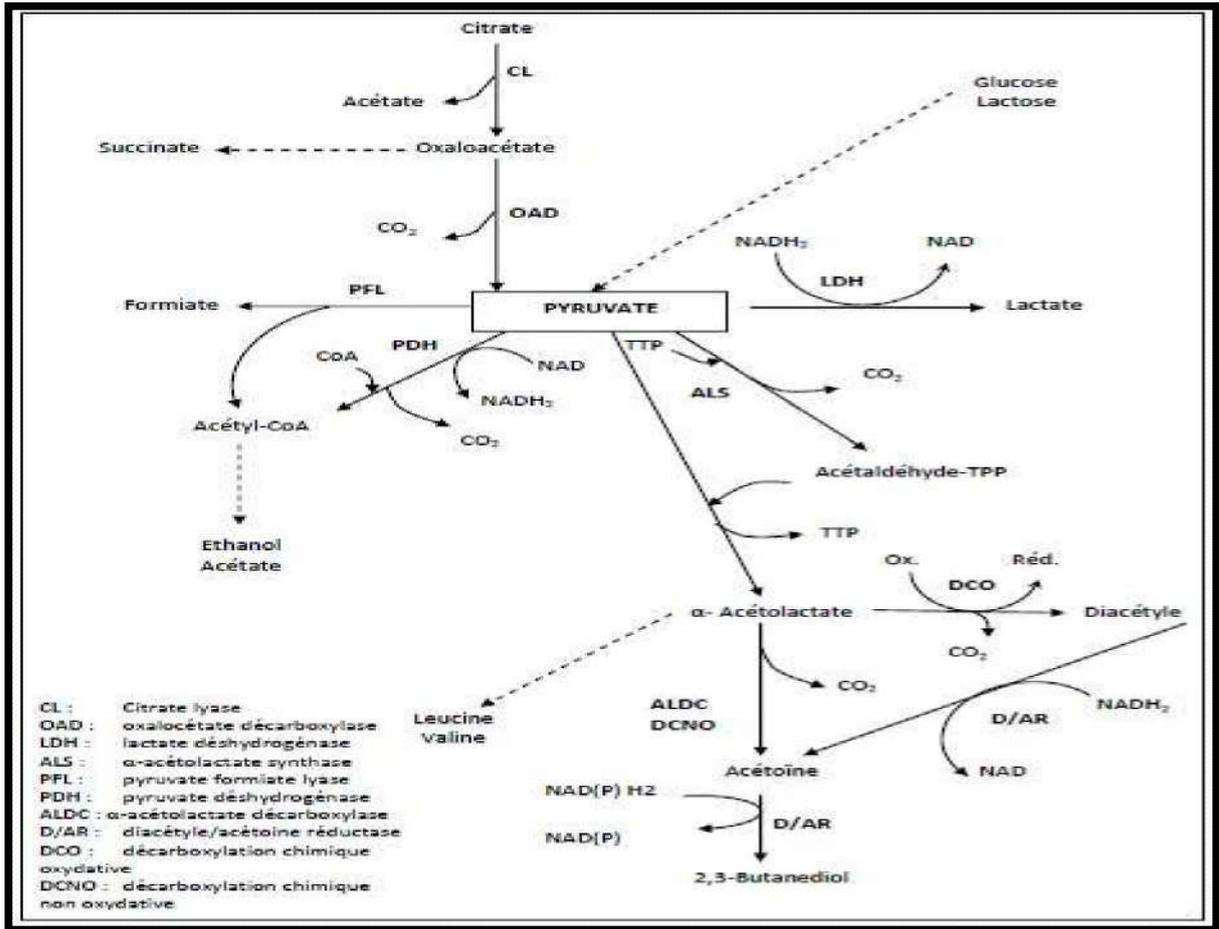


Figure 06 : principales étapes du métabolisme du citrate chez les bactéries lactiques (Atlan et al. 2008)

### 3.4. L'intérêt industriel des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques présentent des activités métaboliques assez diversifiées et une capacité d'adaptation à différents environnements. Cette diversité est responsable de leur large gamme d'application à l'échelle industrielle.

#### 3.4.1. Dans le domaine de la santé

Certaines bactéries lactiques spécifiques sont utilisées comme probiotiques c'est-à-dire des micro-organismes vivants dont l'application à l'homme ou à l'animal exercent un effet bénéfique sur ce dernier par amélioration des propriétés de la flore intestinale, et qui aident à la digestion des fibres

et stimulent le système immunitaire. Les espèces couramment utilisées sont *Lb. Acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. johnsonii*, *Lb. reuteri*, *Lb. Delbrueckii subsp. bulgaricus* (MAHI, 2010).

Les souches lactiques sont également utilisées dans le traitement de certaines affections telles que :

- les diarrhées, les allergies alimentaires grâce à leur activité protéolytique ;
- la prévention des gastro-entérites nosocomiales chez le nourrisson ;
- les propriétés anti hyper cholestérolémiques, lutte contre *Clostridium difficile* et *Helicobacter pylori*, prévention des maladies inflammatoires chroniques de l'intestin (BERRADIA AMOURIA, 2016).
- la capacité des souches de *Lactobacillus crispatus*, utilisées sous forme de suppositoires pour empêcher la colonisation du vagin par les bactéries pathogènes et de prévenir ainsi les rechutes chez les femmes qui souffrent d'inflammations fréquentes et répétées de la vessie. (MAHI, 2010).
- Ils peuvent stimuler les cellules du système immunitaire et favoriser la production d'anticorps qui inhibent ainsi les bactéries pathogènes à la surface des muqueuses intestinales.

#### 3.4.2. Dans l'industrie alimentaire

L'utilisation des bactéries lactiques en industrie alimentaire est déterminée par leurs propriétés technologiques. Celles-ci recouvrent les propriétés suivantes : Activité acidifiante, et enzymatiques (activité protéolytique, peptidasique et lypolytique), production de métabolites d'intérêt telle que la peroxyde d'hydrogène, les acides organiques et les bactériocines. De plus, ces bactéries contribuent à la texture (production des EPS), la saveur des aliments et à la production de composés aromatiques qui participent aux qualités organoleptiques des fromages par exemple.

Dans l'industrie alimentaire, ces microorganismes permettent la conversion d'une grande variété de matières premières, conduisant ainsi à de nombreux produits : les laits fermentés, les fromages, les olives fermentés et certains vins. L'industrie laitière reste toujours, le plus grand utilisateur de bactéries lactiques sous forme de ferments lactiques commerciaux (SLAMNIA et al. 2018).

### 3.5. Aptitudes technologiques des bactéries lactiques

#### 3.5.1. Activité acidifiante

La fonction acidifiante constitue la propriété métabolique la plus recherchée des bactéries lactiques utilisées dans les industries alimentaires. Elle se manifeste par la production de l'acide lactique à partir de la fermentation des hydrates de carbone au cours de la croissance bactérienne

(ALLOUCHE *et al.* 2017). Les conséquences du phénomène d'acidité chez les bactéries lactiques d'ordre physicochimique et microbiologique peuvent se résumer ainsi par :

- L'accumulation de l'acide lactique participe à la saveur des aliments fermentés.
- L'abaissement progressif du pH du milieu de culture et des matrices alimentaires.
- La limitation des risques de développement des flores pathogène et d'altération dans les produits finaux.
- La déstabilisation des micelles des caséines et coagulation du lait.

Certains microorganismes, grâce à la B-galactosidase, hydrolysent le lactose du lait pour produire deux nouveaux sucres : le glucose et le galactose. Les bactéries lactiques font partie de ce groupe. Généralement, le glucose provenant de cette hydrolyse sera fermenté pour produire des composés acides, du CO<sub>2</sub> dans certains cas ou de l'alcool. Cette production de composés acides va amener un abaissement du pH du produit se caractérisant par des odeurs et goûts surs, pouvant aller jusqu'à la coagulation si on atteint le point isoélectrique de 4,6 (ALLOUCHE *et al.* 2017).

La quantité d'acide lactique augmente, le milieu devient de plus en plus acide et le produit devient stable, ce qui permet une conservation prolongée de l'aliment.

L'acidification des aliments présente plusieurs avantages:

- ✓ Elle fait précipiter les protéines, ce qui rend les aliments plus digestes,
- ✓ Elle prolonge leur durée de conservation en limitant la prolifération des micro-organismes responsables d'altérations.
- ✓ Elle contribue également au développement des arômes.

*Lc. lactis subsp. Lactis*, *Lc. lactis ssp. Cremoris* et biovar. *Diacetylactis*, sont les trois bactéries lactiques les plus fréquemment citées pour leurs aptitudes acidifiantes et leurs rôles majeurs dans la fermentation de certains aliments (SLAMNIA *et al.* 2018).

### 3.5.2. Aptitude aromatisante

Les bactéries lactiques sont capables de produire de nombreux composés aromatiques tels que: l'acétolactate, l'acétaldéhyde, le diacétyl, l'acétoïne et 2,3-butanediol, l'éthanol, l'acétate, le formiate,... principalement à partir du lactose, du citrate, des acides aminés et des matières grasses. Cette fonctionnalité est particulièrement importante lors de l'élaboration des laits fermentés, des fromages frais, crèmes et beurre, dont l'arôme principal est lié à cette activité microbienne

(ALLOUCHE et al. 2017). Certaines d'entre elles participent également à l'arôme d'autres produits fermentés tels que le vin, la bière ou le saucisson.

Généralement les molécules aromatiques ont plutôt un effet bénéfique sur l'arôme des produits mais plusieurs d'entre elles ont également été associées à des défauts d'arôme lorsqu'elles sont produites en trop grande quantité. Les seuils de perception de toutes ces molécules sont généralement bas, de l'ordre de ppm, ce qui explique leur fort impact sur l'arôme final des produits même s'ils ne sont pas en grande quantité (CHEKHCHOUKH et al. 2016).

### 3.5.3. Aptitude texturante

La capacité des bactéries lactiques à synthétiser des exopolysaccharides (EPS) joue un rôle important pour la consistance et la rhéologie des produits transformés. Les *Lb. Delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* et *St. thermophilus* produisant des EPS sont utilisés dans la fabrication des yaourts, ceci afin d'améliorer la texture, éviter la synérèse et augmenter la viscosité (ALLOUCHE et al. 2017). Et l'onctuosité du produit (HAMMI. 2017). L'utilisation des EPS produits par les souches *Lc. Lactis* ssp. *Cremoris* est très prometteuse pour la structure et la viscosité des produits laitiers fermentés (AYADI. 2016). Les EPS sont produites par les genres *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* et *Pediococcus*. Les bactéries lactiques produisent deux types d'EPS: les homopolysaccharides et les hétéropolysaccharides. Les dextrans et les glucanes produits respectivement par *Leuconostoc mesenteroides* et *Streptococcus mutans* sont des homopolysaccharides de glucose tandis que les levanes produits par *Streptococcus salivarius* sont des homopolysaccharides de fructose. Les hétéropolysaccharides contenant deux ou plusieurs types d'oses constitutifs forment un groupe très hétérogène de polysaccharides élaborés par différentes bactéries lactiques thermophiles et mésophiles (HAMMI. 2017).

### 3.5.4. Aptitude protéolytique

La protéolyse est considérée comme étant l'événement biochimique le plus important durant la maturation fromagère (ALLOUCHE et al. 2017). Outre la nutrition azotée, l'activité protéolytique participe au développement de la texture et de la saveur des fromages lors de l'affinage par libération d'acides aminés qui servent comme précurseurs des composés aromatiques (CHEKHCHOUKH et al. 2016). Les lactobacilles présentent généralement une activité protéolytique plus prononcée que les lactocoques (HADEF. 2012).

### 3.5.5. Activité lipolytique

Les activités lipolytiques jouent un rôle important dans la formation des substances aromatiques des produits transformés, bien que parfois, elles soient à l'origine d'altérations. Cette activité est relativement faible chez les ferments lactiques, l'activité lipasique contribue à l'élaboration de la flaveur dans les produits laitiers particulièrement dans la maturation des fromages. La formation d'acides gras libres par lipolyse du lait et en outre la conversion des produits d'acides gras libres à méthylcétones et thioesters par les activités de lipase et d'estérase peut affecter directement la saveur globale des produits alimentaires. L'addition des lipases exogènes augmente significativement et rapidement la concentration en acides gras libres des produits fermentés, réduisant de ce fait la durée de leur maturation mais sans en améliorer systématiquement leur saveur. La plupart des souches lactiques ont de faibles activités lipolytiques et ont de très faibles activités estérolytiques, mais dans les fromages avec de longs temps de maturation, elles peuvent produire des acides et esters gras libres pour modifier les saveurs (CHEKHCHOUKH *et al.* 2016).

### 3.5.6. Les propriétés probiotiques

Ce sont Metchnikoff et Tissier qui ont été les premiers à avancer dans leurs travaux des propositions scientifiques au sujet de l'utilisation probiotique des bactéries lactiques. L'expression « probiotique » dérive de deux mots grecs ; « pro » et « bios » qui signifient en faveur de la vie, ce sont des préparations microbiennes vivantes utilisées comme additifs alimentaires et qui ont une action bénéfique sur l'hôte en améliorant la digestion et l'hygiène intestinale (MAMI, 2013). Plusieurs espèces de bactéries ou levures sont considérées comme étant probiotiques Malgré cette grande diversité, les bifidobactéries et les lactobacilles sont les deux principales souches de bactéries probiotiques utilisées dans les produits alimentaires (HEYMAN *et al.* 2006).

### 3.5.7. Activité bactériostatique (production de bactériocines)

Les bactéries lactiques produisent des substances antimicrobiennes de nature protéique appelées bactériocines. Cette caractéristique est utilisée industriellement pour la destruction des bactéries indésirables et pathogènes dans la fabrication d'aliment comme la nisine produite par les lactocoques dirigée contre *Bacillus* et *Clostridium*, la plantaricine et la sakacine produites toutes les deux par les lactobacilles actives sur *E. coli*, *Listeria* et certaines levures (OGUNBANWO *et al.*, 2003 ; ZAMBUNELLI et CHIAVARI, 2002), contribuant ainsi à la préservation de l'équilibre microbien et organoleptique du fromage (HARRIS *et al.*, 1989; GEORGALAKI *et al.*, 2002).

# **Matériels et méthodes**

### 1. Matériel et méthodes

#### 1. Site d'étude

Ce travail a été réalisé au sein des laboratoires pédagogiques à la faculté des sciences de la nature et de la vie Université Kasdi Merbah Ouargla.

#### 1.2. Matériel

##### 2.2.1. Matériel biologique (lait de chamelle)

1 échantillon du lait de chamelle crus a été collecté durant le mois de Mars 2021, à partir d'un troupeau implanté dans la région de Rouissat à Ouargla. Le prélèvement du lait a été effectué par traite manuelle après avoir lavé le pis et éliminer les 2 ou 3 premiers jets de lait. Les échantillons de 100 ml de lait ont été recueillis dans des flacons stériles et conservés à +4 °C dans des glacières puis transportés au laboratoire.

#### 2.1. Méthodologie

##### 2.1.1. Analyses physico-chimiques du lait de chamelle

###### 2.1.1.1. Mesure du pH

Le pH du lait cru donne une première idée sur le stade d'évolution du lait et sur la nature des germes que nous pouvons éventuellement y rencontrer. Le pH est mesuré à 20°C à l'aide d'un pH-mètre, en plongeant une électrode dans un bécher contenant 100 ml du lait. La valeur de pH est lue directement sur l'appareil (GUETARNI, 2013).

###### 2.1.1.2 Acidité Dornic

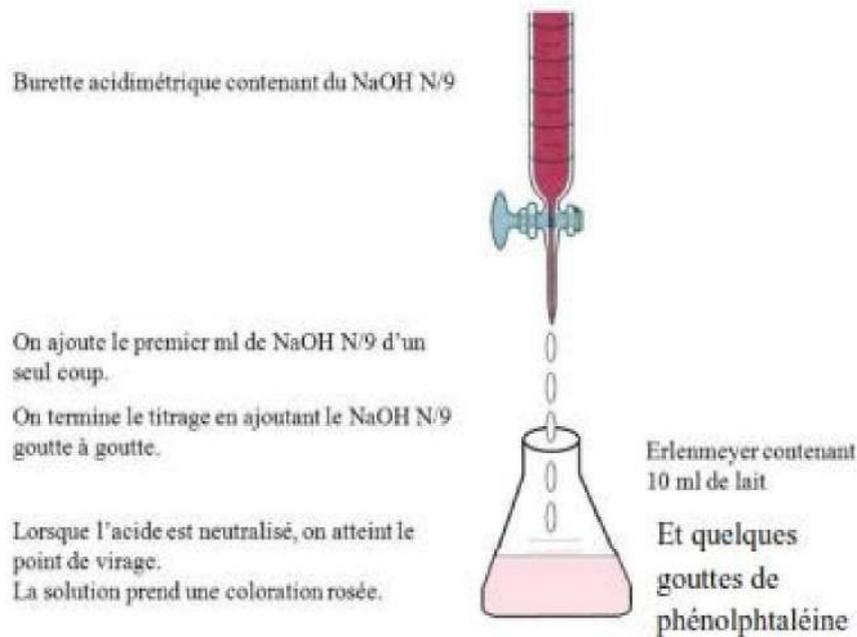
L'acidité est mesurée par titrage avec NaOH (0,1 N) du 10 ml de l'échantillon du lait en présence de phénolphtaléine (RAHLI, 2013). Les résultats sont exprimés en degrés dornic selon la formule suivante :

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

Où :

$V_{\text{NaOH}}$ : Volume de NaOH utilisé pour titrer l'acide lactique contenu dans les 10ml

de lait.  $1 \text{ degré dornic} = 1^\circ \text{D} = 0,1 \text{ g d'acide lactique dans un 1 L de lait.}$



**Figure 08 :** Instruments pour la mesure de l'acidité titrable.

### 2.1.1.3. La densité

La densité est mesurée à l'aide d'un densimètre. Elle est ramenée à  $20^\circ \text{C}$  en appliquant la formule suivante :

$$\text{Densité corrigée} = \text{densité lue} + 0,2 (\text{température du lait à } 20^\circ \text{C})$$

## 2.2. Analyse microbiologique du lait de chamelle (Test de la réductase)

Le test de réductase représente une méthode indirecte et simple pour surveiller la charge microbienne du lait cru (GUIRAUD, 2003). Il s'agit de mettre dans des tubes à essai stériles

l'échantillon du lait cru, ajouter de bleu de méthylène à (1%) mélanger et incuber à 37°C . la durée de sa décoloration permet de qualifier approximativement la population microbienne du lait et par conséquent d'estimer sa qualité microbiologique.

### **2.2.1. Isolement des bactéries lactiques**

#### **2.2.1.2. Préparation des dilutions décimales**

Dix (10) ml d'un échantillon du lait de chamelle cru ont été homogénéisés avec 90 ml d'eau peptonée stérile pour réaliser une première dilution ( $10^{-1}$ ) (MERZOUK, 2015). La suspension mère a été utilisée pour réaliser une série de dilutions décimales appropriées jusqu'à  $10^{-6}$  en incorporant 1 ml de la dilution primaire dans des tubes stériles contenant 9 ml d'eau peptonée stérile.

#### **2.2.1.3. Ensemencement et incubation**

1ml des 3 dernières dilutions du lait ( $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ) ont été utilisé pour l'ensemencement en profondeur des boîtes de Pétri contenant les milieux de culture spécifiques pour la croissance des bactéries lactiques MRS et M17. L'incubation est faite à 30°C pendant 24 à 48 h.

#### **2.2.1.4. Purification et repiquage**

Les colonies bactériennes apparues sur boîte de pétri après incubation sont repiqués 2 à 3 fois sur milieu MRS ou M17 solide jusqu'à la purification. La pureté de la souche est vérifiée par une observation microscopique après coloration du Gram (MERZOUK, 2015).

### **2.2.2. Pré-Identification des souches bactériennes**

Après incubation, les souches lactiques sont examinées par des examens macroscopiques, microscopiques (coloration de Gram), et de test physiologique (catalase) (DELLAGLIO, 1994 ; BOURGEOIS *et al.* ,1996 ; LARPENT, 2000).

#### **2.2.2.1. Examen macroscopique**

Il s'agit d'une observation visuelle de la culture des isolats sur gélose et bouillon M17, pour caractériser la taille, la forme et la couleur des colonies ainsi, l'aspect du trouble dans le bouillon (BADIS *et al.* 2005).

### **2.2.2.2. Observation microscopique (coloration du Gram)**

Les isolats lactiques ont été examinés microscopiquement après coloration de Gram qui permet de différencier les bactéries à Gram positif de celles à Gram négatif, les bâtonnets, les coques et de nous renseigner le mode de regroupement (SINGLETON, 1999).

### **2.2.2.3. Test du la catalase**

Chez les bactéries douées d'un métabolisme oxydatif, le système respiratoire compte parmi d'autres enzymes une catalase. La méthode de recherche de la catalase consiste à étaler une colonie sur une lame de verre sur laquelle on ajoute une goutte du H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, à 10 volumes. La présence de l'enzyme se manifeste par un dégagement de bulles de gaz (MARCHAL et al. 1991). Les bactéries Gram positifs et catalase négative sont présumées des bactéries lactiques (BELARBI, 2011).

### **2.2.4. Conservation des souches lactiques**

#### **2.2.4.1. Conservation à courte durée**

Les souches lactiques sont ensemencées sur gélose MRS ou M17 incliné en tube. Ces cultures sont gardées à 4°C. Les repiquages se font toutes les deux semaines (RAHLI, 2015).

#### **2.2.4.2. Conservation longue durée**

A partir des jeunes cultures bactériennes sur milieu M17 ou MRS liquide, les cellules sont récupérées par centrifugation à 4000 tr/pendant 10 min (MAHI, 2010). Après l'élimination du surnageant, le culot est lavé avec l'eau physiologies stérile. Les isolats purifiés a été réalisé dans un milieu contenant 70% de lait écrémé et de 30% de glycérol, puis stockés à une température de -20°C dans des tubes Eppendorf (BADIS et al.2005).

### **2.2.5. Aptitudes technologiques des souches lactiques**

#### **2.2.5.1. Pouvoir acidifiant**

Des pré-cultures sont préparées par l'inoculation des souches lactiques isolées (1%) dans des tubes contenant le lait écrémé (10 ml) et incubées à 30°C jusqu'à la coagulation du lait. Le contenu du tube (lait coagulé) est transvasé stérilement dans 100 ml de lait écrémé stérile Après homogénéisation. Le mélange est réparti dans des tubes stériles à raison de 10 ml/tube,

les cinétiques d'acidification sont réalisées simultanément aux intervalles de temps réguliers suivants : 0h, 2h, 4h, 6h, 8h et 24h. L'acidité est déterminée par:

- Titrimétrie en mesurant la quantité d'acide lactique produite, 05 gouttes de phénolphthaléine (1% dans l'éthanol) sont ajoutées à l'échantillon du lait et le titrage se fait avec du NaOH (N /9) goutte à goutte et sous agitation magnétique jusqu'à la neutralisation de l'acide qui se traduit par l'apparition d'une couleur rose persistante. Le volume de NaOH utilisé est noté. L'acidité est exprimée en degré Dornic;  
 $1^{\circ}\text{D} = \text{V NaOH} \times 10$  dont VNaOH est le volume de la soude coulée pour neutraliser l'acidité.  $1^{\circ}\text{D} = 0,1 \text{ g/l}$  d'acide lactique.
- PH-mètre en mesurant le pH directement par pH-mètre, à chaque fois qu'on procède au dosage de l'acide lactique (BELHAMRA, 2017).

### 2.2.5.2. Pouvoir aromatisant

La capacité des souches à produire des composés aromatiques (production d'acétylméthylcarbonil) au cours de processus de fermentation est mise en évidence sur milieu Clark et Lubs. Chaque tube contenant 5 ml du milieu Clark et Lubs stérile est inoculé par une culture jeune de 18h de la souche lactique à tester. Après incubation pendant 24h à 37°C, les réactifs de Vogues-Proskauer VPI (NaOH à 16% d'alcool) et VPII (alph-naphtol à 6% d'alcool) sont ajoutés sur les cultures (V/V) et le mélange est maintenu pendant 10 min avant de lire la réaction (SLAMNIA *et al*, 2018). La production d'acétoïne se manifeste par l'apparition d'un anneau rose à la surface du milieu. Un VP positif signifie que la souche possède une voie métabolique particulière pour la fermentation des hexoses, la voie butylène glycolique (SENOUCI, 2015).

### 2.2.5.3. Pouvoir texturant

Ce test permet la détection des colonies larges et gluantes sur gélose hypersaccharosée. Les souches à tester sont ensemencées en stries sur gélose hypersaccharosée déjà coulée et solidifiée. Après incubation à 37°C pendant 24 à 48h, la production des exopolysaccharides se manifeste par l'apparition de colonies larges et gluantes (SLAMNIA *et al*, 2018).

### 2.2.5.4. Activité protéolytique

La protéolyse est l'événement biochimique le plus important pendant la transformation des produits laitiers, avec un impact majeur sur la saveur et la texture. Des techniques ont été

développées pour permettre la quantification de la protéolyse. Pour la détermination de l'activité protéolytique, des suspensions des isolats ont été déposées sur un milieu gélosé lait écrémé en poudre à 10% (p/v) et agar à 2% (p/v) et incubées à la température de croissance de 30°C pendant 48 à 72h (**SENOUCI, 2015**). La protéolyse est révélée par la présence d'un halo claire autour des colonies (**BELHAMRA, 2017**).

### **2.2.5.5. Pouvoir lipolytique**

Le pouvoir lipolytique est étudié sur le milieu décrit par **SIERRA (1957)** pour détecter la production des enzymes lipolytiques dans lequel le monooléate sorbitane polyoxyéthylène (tween 80) est utilisé comme substrat lipidique.

Le principe de cette méthode repose sur la précipitation des cristaux du sel de calcium de l'acide gras sous l'influence d'une lipase. Si la souche bactérienne possède une enzyme lipolytique, la précipitation des cristaux de savon calcique sera visible sous forme d'un halo opaque autour des colonies. En outre, si l'activité lipasique est intense, la précipitation apparait sous forme de cristaux visibles à l'œil nu.

Les souches bactériennes sont doncensemencées sur gélose nutritive à base de tween 80. Le substrat est additionné dans le milieu de culture, préalablement stérilisé, à une concentration de 10 ml/L. L'apparition de la précipitation opaque autour des colonies bactériennes à lieu au bout de 24h à 72h d'incubation à 30°C (**HANSAL, 2015**).

# **Résultats et discussion**

### 3.1. Caractéristiques physico-chimiques de l'échantillon du lait de chamelle collecté

Les résultats de mesure de pH, l'acidité ainsi que la densité du l'échantillon du lait de chamelle étudié sont illustrés sur le tableau suivant :

**Tableau III : mesure des différents paramètres physicochimiques.**

Paramètre	Moyen	Ecart type
pH	6,30	$\pm 0,0094$
Acidité en °D	17	$\pm 0,19$
Densité	1,032	$\pm 0,02$

#### 3.1.1. Mesure de pH

Il est connu que le pH du lait camelin est bas comparativement au lait bovin (pH = 6,6) et au lait humain (pH = 7,01) (SIBOUKEUR, 2007). Le pH de l'échantillon analysé est égale à 6,30 .Cette valeur se rapproche de celles rapportées par d'autres auteurs tels que (SIBOUKEUR, 2007) (pH= 6,31 $\pm$ 0,15) et (ISMAILI et al. 2016) qu'a trouvé que le lait frais de chamelle a un pH qui varie de 6,31 à 6,64.

Le pH ainsi que le goût du lait peuvent dépendre de la nature des fourrages et de la disponibilité de l'eau (GORBA et IZZELDIN, 1997).

SALEY en (1993) estime que la teneur relativement élevée en vitamine C du lait de dromadaire, serait à l'origine du pH bas. Par ailleurs, le pH bas du lait camelin peut être attribué à la forte concentration en acide gras volatils (YAGIL, 1985). Alors que, (VIGNOLA, 2002) signale que le pH du lait dépend principalement de la présence de caséines et des anions phosphorique et citrique.

#### 3.1.2 Mesure de l'acidité titrable

L'acidité titrable de lait est la mesure en grammes d'acide lactique par litre de lait. L'acidité de notre échantillon était 17°D, cette valeur se situe dans la fourchette des travaux rapportés par certains auteurs soit 18,2 °D (SIBOUKEUR, 2007), 18 °D (KHASKHELI et al. 2005). Et par (SBOUI et al. 2009) qui à trouvé la valeur 17,2 °D, et (MEILOUD et al. 2011) qui ont trouvé une valeur égale à (16 °D).

Les variations dans la valeur de l'acidité sont généralement dues à la variation de l'alimentation des animaux, aux conditions environnementales ainsi qu'à la période de lactation.

D'après **BOUGUERRA (2012)**, l'acidité du lait de chamelle est due à la haute teneur en acide ascorbique (vit C) qui participe à la conservation du lait pendant de longues périodes.

### 3.1.3 Mesure de Densité

La valeur de la densité de notre échantillon du lait camelin est de 1,032. Elle se rapproche des valeurs signalées par **IQBAL et al. (2001)** entre 1,029-1,032. Alors qu'elle se diffère de celle rapportée par **SABOUI et al. (2009)** 1,020 et Siboukeur en 2007 qui est égale à 1,023.

La densité du lait varie en fonction de la concentration des éléments dissous et en suspension (la matière sèche dégraissée) (**RAHLI, 2015**).

### 3.2. Analyse microbiologique du lait de chamelle (Test de la réductase)

Le résultat du test de la réductase est représenté dans le **tableau IV** :

**Tableau IV** : Résultat de test de réductase.

Décoloration	Nombre bactéries/ml	Qualité du lait
3 heures	$2 \times 10^5$ à $2 \times 10^6$	Bonne

Le résultat relatif au test réductase montre que l'échantillon du lait de chamelle utilisé est de bonne qualité microbiologique on se référant à la grille d'estimation proposée par plusieurs auteurs.

Ce test est basé sur le fait que la plupart des bactéries présentes dans le lait sont capables, à cause de leurs réductases, d'abaisser le potentiel d'oxydoréduction jusqu'à décoloration d'un indicateur redox. 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**).

### 3.1. Isolement des souches lactiques

On a pu isoler à partir d'un échantillon du lait de chamelle 6 souches lactiques dont l'examen macroscopique a montré la présence des colonies bactériennes de petite taille (0.1 mm) et de couleur blanchâtre sur milieu MRS après 24h d'incubation à 30°C.

Les colonies bactériennes ainsi obtenues ont été repiquées plusieurs fois sur MRS solide puis examinées microscopiquement après coloration du Gram, les résultats montrent que les 6 souches sont Gram positives et de forme coccoïdes. Alors que le test de catalase montre que les isolats obtenus sont tous catalase négatives.

Les résultats de ces tests primaires permettent donc de classer les isolats obtenus comme des bactéries lactiques.

Malheureusement, le reste des travaux programmés durant cette étude n'ont pas été effectués grâce aux plusieurs contraintes parmi lesquelles :

- Les conditions non favorables de travail dans les laboratoires à cause de l'épidémie de covid-19.
- Courte durée de réalisations des manipulations dans les laboratoires pédagogiques (travail en vagues).
- Manques des milieux de cultures et de verreries nécessaires pour le travail.
- Contamination fongique très fréquente dans les incubateurs microbiologiques dans les laboratoires pédagogiques durant notre période de travail.

### 3.3. Synthèse des articles

Les articles choisis à la lumière de cette étude sont regroupés en deux parties :

1. Isolement des bactéries lactiques à partir de lait de chamelle par plusieurs auteurs nationaux.
2. Étude de pouvoir technologique des ces isolats lactiques.

### 3.3.1. Isolement des bactéries lactiques à partir de lait de chamelle

Le tableau ci-dessus récapitule des travaux sur l'isolement des souches lactiques camelines par quelques auteurs :

**Tableau V: Isolement des souches lactiques à partir de lait camelin par différents auteurs**

Espèces isolées	Milieux d'isolement	Références	Origine de lait
3 espèces : <i>Lactococcus lactis</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> et <i>Lactobacillus amylophilus</i>	M17 et MRS	BAATOUT, 2019	3 échantillons (El-Oued)
7 espèces : <i>Enterococcus faecalis</i> ; <i>Enterococcus faecium</i> ; <i>Enterococcus durans</i> ; <i>Lactococcus lactis</i> ; <i>Lactobacillus rhamnosus</i> ; <i>Lactobacillus plantarum</i> et <i>Lactobacillus paracasei</i>	M17 et MRS	HASSAINE, 2013	9 échantillons : Tin-Guentourin (Illizi), Tin-Zaïtin (Aïn Aménas) et Tindouf
5 espèces : <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Enterococcus hirae</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Lactobacillus rhamnosus</i> et <i>Lactococcus lactis</i>	M17 et MRS	SAIDI, 2020	12 échantillons : Abadla, Adrar, Bechar, Ghardaïa, Mecheria, Oran, Saida et Tindouf.

<p><i>Lactococcus lactis</i>  <i>Lactococcus lactis subsp cremoris.</i>  <i>Lactococcus lactis subsp diacetylactis</i>  <i>Enterococcus faecium.</i>  <i>Leuconostoc mesenteroides</i>  <i>Leuconostoc lactis.</i></p>	M17 et MRS	RAHLI,2015	1 échantillon : Bechar
<p><i>Leuconostoc mesenteroides ssp dextranicum</i>  <i>Leuconostoc / Weissella</i>  <i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>  <i>Leuconostoc mesenteroides ssp mesenteroides,</i></p>	MSE et MRS	BELKHIR	Béchar
14 souches des bactéries lactiques non déterminés	MRS	CHEKHCHOUK H, et al ,2016	Régions de Sud est algérien

Les résultats précédents présentent une différence dans le nombre des isolats obtenus par les différents auteurs bien qu'on utilisant le même type du lait (lait de chamelle) ainsi que les mêmes milieux de cultures utilisés pour l'isolement (M17 et MRS), la raison peut être la diversité de système d'élevage des espèces camelins étudiées. On note également la dominance de l'espèce *Lactococcus lactis*, ce dernier est intimement lié au lait de chamelle grâce –selon les auteurs cités- à son caractère physiologique (résistance à la salinité).

A l'échelle nationale, les études faites sur l'isolement et l'étude des bactéries lactiques partir du lait de chamelle sont limitées. L'une des principales raisons de cette carence est la relative absence des moyens matériels et humains tous près des lieux de collecte ce qui éviterait de recourir à la congélation ou l'utilisation des agents antimicrobiens (RAHLI, 2015).

### 3.3.2. Etude des aptitudes technologiques des souches lactiques isolées

#### 3.3.2.1. Pouvoir acidifiant

L'acidification du lait par les BL est essentiellement due à leur capacité de produire de l'acide lactique à partir de glucides.

**HASSAIN (2013)** : a trouvé que les entérocoques et, encore plus, les lactobacilles donnent des valeurs d'acidification moyennes voire faibles, la quantité d'acide lactique la plus élevée produite a été enregistrée chez la souche *Ec. Faecium*

**RAHLI (2015)** : a constaté que les entérocoques et encore plus, les *Leuconostoc* donnent des valeurs d'acidification moyennes voire faible. Elle a trouvée que la quantité d'acide lactique la plus élevée produite a été enregistrée chez les souches *E. faecalis*

**BELKHIR (2017)** : a trouvé que les souches montrant un pouvoir d'acidification sont généralement utilisées comme starters.

**BATOUT (2019)** : a constaté que les lactobacilles mésophiles hétérofermentaires ont un pouvoir acidifiant faible et ils métabolisent le lactose plus lentement que les *Lactocoques*.

**SAIDI (2020)** : La cinétique d'acidification a montré deux schémas d'acidification : les acidifiants rapides et les acidifiants lents.

- Les résultats de cet auteur indiquent que les espèces de lactocoques ont la capacité de l'acidification la plus élevée.
- les isolats analysés appartenant aux genres *Lactobacillus*, *Leuconostoc* et *Enterococcus*, ont été considérés comme ayant une lente acidification puisqu'aucun d'entre eux n'a été capable de diminuer le pH de plus d'une unité

(entre 0,18 et 0,35 pour les *Lactobacillus*, 0,17 et 0,69 pour les *Leuconostoc* et entre 0,24 et 0,78 pour les *Enterococcus*) durant les 6 premières heures.

### 3.3.2.2. Pouvoir aromatisant

La production de composés d'arômes est une fonctionnalité technologique importante lors de l'élaboration des produits laitiers fermentés (RAHLI, 2015). Cette activité est étudiée par :

**RAHLI (2015)** : a trouvée que certaines espèces, *Lc. lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetyllactis* et *Ln. mesenteroides* ssp. *cremoris*, sont dites aromatiques puisqu'elles sont capables, à partir du pyruvate, de synthétiser divers composés responsables des arômes des produits laitiers : diacétyl, acétone, 2,3-butanediol et  $\alpha$ -acétolactate.

**SAIDI (2020)** : a trouvée que le test d'acétoïne positive (présence d'un anneau rose dans le bouillon Clark et Lubs) pour tous les entérocoques testées (*E. faecium* et *E. hirae*), tous les *Lb. rhamnosus* et pour une seule espèce de *Leuconostoc*, tandis que tous les isolats de *Lactococcus* ont eu un résultat négatif.

### 3.3.2.3. Pouvoir texturant

Le pouvoir épaississant ou texturant des bactéries lactiques est lié à leur capacité de produire des polysaccharides. Ce pouvoir est étudié par :

**BELKHIR (2017)** : a constatée dans son travail que les *leuconostoc* peuvent produire des quantités beaucoup plus élevées d'EPS (production de dextrane ou fructane).

**CHEKHCHOUKH et al. (2016)** : leurs résultats ont montré que toutes les souches étudiées à l'exception de quelques souches sont capables de se développer sur milieu hypersaccharosée. Ils sont constatés aussi que la production des EPS dépend principalement de la souche, du taux de croissance, de la température d'incubation, du milieu de culture, de la vitesse d'acidification, du pH et de la quantité d'oxygène requis dans le milieu de culture.

### 3.3.2.4. Pouvoir protéolytique

L'activité protéolytique sur les caséines du lait est une autre propriété importante à rechercher dans les souches lactiques.

**HASSAIN (2013)** : A constaté que sans exception, toutes les souches testées ont exprimé une activité protéolytique. Il a montré aussi que le comportement protéolytique de ses souches est variable d'un milieu à l'autre. Ses résultats obtenus après recherche de cette activité protéolytique, est estimé dans l'intervalle 2,30 – 5,51 mm pour les lactocoques, l'intervalle 1.85 -5.95 mm pour les entérocoques et l'intervalle 1 ,70 – 5,7 mm pour les lactobacilles.

**RAHLI (2015)** : a enregistré que toutes les souches étudiées présentent une croissance avec une activité protéolytique. Il a constaté aussi que l'espèce *Lc. lactis* ssp. *lactis* est fortement protéolytique comparativement aux autres espèces avec une moyenne de 13,62 mm de diamètre, suivi de *Lc. lactis* ssp. *Diacetylactis* et *Lc. Lactis* ssp. *Cremoris* .

**BATOUT (2019)** : Il a trouvé que l'espèce *Lactococcus lactis* est fortement protéolytique comparativement aux autres espèces avec une moyenne de 11,5 mm de diamètre, suivi de *Lactobacillus amylophilus*.

**SAIDI(2020)** :

a signalé que les espèces : *Lc. lactis*, *Lb. rhamnosus* , *Ln. mesenteroides* ont montré une activité protéolytique intéressante *par rapport au espèces Enterococcus faecium* , *Enterococcus hirae* qui sont peu protéolytique.

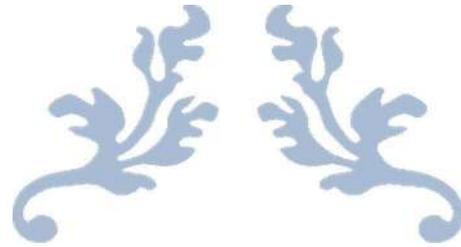
### 3.3.2.5. Pouvoir lipolytique

Les activités lipolytiques, au même titre que l'activité protéolytique, sont des traits importants contribuant à la maturation, l'aromatisation et la texturisation des fromages. L'activité lipolytique est étudiée par plusieurs auteurs parmi eux :

**RAHLI (2015)** : a trouvé que l'ensemble des bactéries lactiques isolées présente une activité lipolytique importante sauf les Lactocoques qui possèdent une faible activité lipolytique.

**BATOUT (2019)** : a trouvé que les Lactocoques possèdent une faible activité lipolytique.

**SAIDI (2020)** : a remarqué une légère activité lipolytique (faible halo clair entourant la culture bactérienne) de toutes les espèces de *Leuconostoc* testées, ainsi que 6 souches d'*E. faecium* isolées. Le reste des espèces testées n'ont montré aucune activité lipolytique.



---

# Conclusion



### Conclusion

Les bactéries lactiques sont utilisées empiriquement depuis des siècles dans la fabrication de nombreux aliments fermentés comme les produits laitiers. Elles ont un intérêt industriel tout particulier, où elles sont utilisées pour améliorer les caractères organoleptiques de différents produits alimentaires. La présente étude a été conduite dans le but d'isoler et de connaître les propriétés technologiques de la population lactiques présente dans le lait de chamelle.

Au cours de cette étude, un échantillon du lait de chamelle local (Rouissat, Ouargla) est utilisé dont 06 coques lactiques ont été isolé, purifiées mais non identifiées.

La synthèse des articles et des donnés bibliographique sur le sujet à montré que le lait de chamelle dans les déférentes régions de l'Algérie constitue une source importante des souches lactiques d'intérêt avec dominance de l'espèce *Lactococcus lactis*.

Les travaux sur l'étude de l'aptitude technologique montrent que les lactocoques sont plus acidifiants que les autres souches isolées. Alors que pour les autres caractéristiques technologiques (protéolytique, texturant...) les résultats sont déférents selon l'espèce lactique.

Finalement, Ce travail mérite d'être complété par :

- Identification des isolats lactique ;
- Réalisation des tests de l'étude de l'aptitude technologique des souches lactiques isolées ;
- Conservation des souches lactiques d'intérêt.

# **Références bibliographiques**

**Références bibliographiques**

**A**

**ALLOUACHE K. et SMAOUN.O. (2017).** Caractérisation de souches locales de bactéries lactiques isolées à partir de quelques produits laitiers artisanaux et mise au point d'un produit type "Raib". Mémoire de master en Science de la nature et de la vie. Bejaia: Université A. MIRA – Bejaia p 5, 6, 7.

**AXELSSON L.T. (2004).** Lactic Acid Bacteria: Classification and Physiology. In Lactic Acid Bacteria - Microbiology and functional aspects. Edited by S. Salminen, A.v. Wright et A. Ouwehand. Marcel Dekker, Inc. 1-66.

**ATLAN D., BEAL C., CHAMPONIER-VERGES M.C., CHAPOT-CHARTIER M.P., CHOUAYEKH H., COCAIGN-BOUSQUET M., DEGHORAIN M., GADU P., GILBERT C., GOFFIN P., GUEDON E., GUILLOUARD I., GUZZO J., JUILLARD V., LADERO V., LINDEY N., LORTAL S., LOUBIERE P., MAGUIN E., MONNET C., MONNET V., RUL F., TOURDOT-MARECHAL R., et YVON M., (2008).** Métabolisme et ingénierie métabolique, *In* : Corrieu G., & Luquet F.M. : Bactéries lactiques de la génétique aux ferments, Eds. *Tec & Doc*. Paris(France). p: 271-447.

**AYADI S. et KERNOU S. (2016).** Les aptitudes technologiques des bactéries lactiques isolées de beurre et du Lben. Mémoire MASTER Science de la nature et de la vie. Bejaia: Université A. MIRA – Bejaia. p 14.

### B

**BAATOUT A. (2019).** Exploitation des potentialités technologiques des bactéries lactiques isolées à partir du lait camelin. Mémoire de Magister Science de la nature et de la vie. UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED. P 4,.

**BADIS A., LAOUABDIA-SELLAMI N., GUETAARNI D., KIHAL M. et OUZROUT R., (2005).** Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées a partir de lait cru de chèvre de deux populations caprines locales « Arabia et Kabyle ». Science et Technologie.

**BELARBI F. (2011).** Isolement et sélection des souches de bactéries lactiques productrices des métabolites antibactériennes. Mémoire de Magister Science de la nature et de la vie. Université d'Oran Ahmed ben bela. p 38.

**BELHAMRA Z. (2017).** Croissance et survie des probiotiques en présence des édulcorants et des additifs alimentaires. Thèse de doctorat science de la nature et de la vie. Sétif: Université Ferhat Abbas –Sétif.

**BELKHIR K. (2017).** Caractérisation technologique de nouvelles souches de bactéries lactiques isolées du lait de chamelle d'Algérie réalisation de ferments lactiques. Thèse de doctorat science de la nature et de la vie. . Oran: Université d'Oran Ahmed ben bela. p 5, 6, 7, 8.

**BERRADIA A. (2016).** Isolement, purification et identification des bactéries lactiques à partir de lait cru de chèvre. Mémoire de master en biologie. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. p 11, 16.

**BEZZALLA F. et GOUTTAYA A. (2013).** Etude de la qualité microbiologique du lait camelin collecté localement en mi-lactation. Diplôme de Magister Science de la nature et de la vie. Ouargla: Université Kasdi Merbah Ouargla. P12, 15.

## Références bibliographiques

---

**BOUGERRA A. (2012).** Caractérisation des bactéries lactiques du lait de chamelle. Diplôme de Magister Science de la nature et de la vie. Sétif: Université Ferhat Abbas Sétif. p : 3, 4, 7, 8, 9.

**BOULLOUF A. (2016).** Etude du pouvoir technologique de quelques bactéries Lactiques du fromage traditionnel « *Bouhezza* ». Diplôme de Magister en sciences alimentaires. Université des Freres Mentouri Constantine. p 9.

**BOURGEOIS C.M. et LARPENTK J.P. (1996).** Microbiologie alimentaire: aliments fermentés et fermentations alimentaires. Tec & doc, Lavoisier. Paris. p 432- 704.

**BRAHIMI S. (2015).** Isolement et Caractérisation biotechnologiques des bactéries lactiques isolées à partir des margines d'olives « AMOREDJ » fermentés. Diplôme de Magister Science de la nature et de la vie. Oran: Université d'Oran Ahmed ben bela. p 45, 46.

### C

**CHEKHCHOUKH M, SOUCI N, et ZITOUNI A. (2016).** Intérêt technologique des bactéries lactiques du lait de chamelle. Diplôme de Magister Science de la nature et de la vie. Université M'hamed Bougara de Boumerdès. p 8, 9.

### D

**DELLAGILO F., DE ROISSART H., TOURRIANI S., CURK M et JANSSENS D. (1994).**Caractéristique générales des bactéries lactiques. Bactéries lactiques, 1, 25, 116. Edited by H. de Roissart & F. M. Luquet. Paris: Lavoisier.

### G

**GARRY P, L. (1999).** Les Bactéries Lactiques l'encyclopédie des charcuteries, Bull. Liaison CTSCCV Vol. 9, N°6.

## Références bibliographiques

---

**GEORGALAKI, M.D., PAPADELLI, M., ANASTASIOU, R., KALANTZOPOULOS, G., TSAKALIDOU, E. (2002).** Purification and characterization of the X-prolyl-dipeptidyl aminopeptidase (PepX) from *Streptococcus macedonicus* and cloning of the pepX gene. *Le Lait*, p 82, 657–671.

**GORBAN A.M.S. et IZZELDIN O.M. (1997) :** Mineral content of camel milk and colostrum. *J. Dairy Techn.*, p 64, 471 -474.

**GUETARNI H. (2013).** Effets antibactériens des bactéries lactiques isolées à partir des laits Crus Algériens sur la croissance de *Helicobacter pylori*. Thèse de doctorat science de la nature et de la vie. . Oran: Université d'Oran Es-Sénia, p 36, 73.

### H

**HADEF S. (2012).** Evaluation des aptitudes technologiques et probiotiques des bactéries lactiques locales. Thèse de Magister en Microbiologie Appliquée. Université KasdiMerbah Ouargla. p 12.

**HAMMI I. (2017).** Isolement et Caractérisation de bactériocines produites par des souches de bactéries lactiques isolées à partir de produits fermentés marocains et de différentes variétés de fromages français. Chimie analytique. Université de Strasbourg. Français. p 10.

**HARRIS L., DAESCHEL M., STILES M. et KLAENHAMMER T. (1989).** *Journal of food protection*, p 52, 384.

**HASSAINE O. (2013).** Caractéristique d'intérêt technologiques de souches de bactéries lactiques isolées de lait camelin du sud algérien. Thèse de doctorat science de la nature et de la vie. L'Université d'Oran Es-sénia. p180.

**HEYMEN M., HEUVELIN E. (2006).** Micro-organismes probiotiques et régulation immunologique le paradoxe. *Nutrition clinique et métabolisme*, 20 : p 85–9.

## Références bibliographiques

---

**HIKMATE A, BENOUR N, ANTONIO C, CABALLERO N, MIGUEL AFF, PREVEZ-PULIDO R, GALVEZ A. (2012).** Characterization of lactic bacteria from naturally fermented manzanilla alorena green table olives. *Food microbiology*. p 32, 308-316.

### I

**IQBAL A., GILL R.A., YOUNAS M. (2001).** Milk composition of Pakistani camel (*Camelus dromedarius*) kept under station/farmer's conditions. *Emir. J.Aric.Sci.* (13):p 07-10.

### K

**KHASKHELI M., ARAIN M. A., CHAUDHRY S., SOOMRO A. H. et QURESHI T. A. (2005).** Physico-chemical quality of camel milk. *Journal of Agriculture and Social Sciences*, (2). P. 164-166.

**KORASHY H.M., MAAYAH Z.H., ALAH R.A., EL KADI A.O.S., et ALHAIDER A.A., (2012).** Camel Milk Triggers Apoptotic Signaling Pathways in Human Hepatoma HepG2 and Breast Cancer MCF7 Cell Lines through Transcriptional Mechanism. *Journal of Biomedical and Biotechnology*. doi: 10.1155/2012/59319

**KUNJ E.R., MIERAU I., HAGTING A., POOLMAB. Et KONINGS W.N., 1996.** The proteolytic system of lactic acid bacteria. *Antonie van leeuwenhoek* 70: p 187–221.

### M

## Références bibliographiques

---

**MAHI M. (2010).** Etude technologique des bactéries lactiques isolées à partir de lait de brebis. Diplôme de Magister Science de la nature et de la vie. Oran: Université d'Oran Ahmed ben bela, p 38, 40, 41, 42.

**MAMI A. (2013).** Recherche des bactéries lactiques productrices de bactériocines à large spectre d'action vis-à-vis des germes impliqués dans les toxi-infections alimentaires en Algérie. Thèse de doctorat science de la nature et de la vie. . Oran: Université d'Oran, p 17.

**MARCHAL N, BOURDON J.L. et RICHARD C.L. (1991).** les milieux de culture pour l'isolement et d'identification biochimique des bactéries. Ed. Doin

**MEDJOUR A. (2014).** Etude comparative des Caractéristiques physico-chimiques du lait collecté à partir de chamelles (*camelus dromedrius*) conduits selon deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif). Diplôme de magister science de la nature et de la vie. Biskra: Université Mohamed Khider de Biskra, p 33.

**MEILOUD G.M., OULD BOURAYA I.N., SAMB A., et HOUMEIDA A., ( 2011).** Composition of Mauritanian camel milk: Results of first study, Inter. J. Agri. Biol. 13 (1):p 145-147.

**MERZOUK Y. (2015).** Optimisation des conditions de fermentation et de préservation du lait cru de chamelle par les bactéries lactiques adaptées aux conditions de stress. Thèse de doctorat science de la nature et de la vie. Oran: Université d'Oran Ahmed ben bela, p 10, 11, 14, 15, 20, 34, 35.

### N

**NAOUI N. (2013),** Caractérisation microbiologique et moléculaire des bactéries lactiques isolées du lait cru de chamelle. Diplôme de Magister Science de la nature et de la vie. Oran: Université d'Oran Ahmed ben bela, p 16.

### L

**LARBIOUI H. ELMOUALDI L. EI YACHIOUI M et OUHSSINE M. (2005).** Sélection de souches de bactéries lactiques antibactériennes. Bal doc d'parm. Bordeaux vol. 2, n°144, p. 237-250.

**LARPENT. (2000).** Les Listeria. Deuxième édition. Lavoisier. ISBN. 1-189.

### O

**OGUNBANWO ST., SANNI A.I. et OMILUDE A.A. (2003).** Characterization of lactobacilli in cheese. Journal of dairy research, p 25, 431-438.

**Orla-Jensen S. (1919).** The lactic acid bacteria. A.F. hostand son, Koenighichen Hof-Boghamdel, Copenhagen.

### R

**RAHLI F. (2015).** Valorisation du lait de chamelle par l'explicitation des potentialités technologiques des bactéries lactiques isolées localement. Thèse de doctorat science de la nature et de la vie. . Oran: Université d'Oran Ahmed ben bela, p 47, 50.

### S

**SAIDI Y. (2020).** Biodiversité de la microflore lactique du lait cru de dromadaire et évaluation de Ces caractères technologiques. . Thèse de doctorat science de la nature et de la vie. . Oran: Université d'Oran Ahmed ben bela. p 81 ,83.

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

## Références bibliographiques

---

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

**SENOUCI D. E. (2015).** Biodiversité des bactéries lactiques dans les produits laitiers et leurs propriétés technologiques (cas du lait de dromadaire). Thèse de doctorat science de la nature et de la vie. Oran: Université d'Oran Ahmed ben bela, p 68 .

**SIBOUKEUR O .K. (2007).** Etude du lait camelin collecté localement: Caractéristiques physico-chimiques aptitudes à la coagulation. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques université INA EL Harrach-Alger

**SIBOUKEUR A., et SIBOUKEUR O. K. (2012).** Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle collecté localement en comparaison avec le lait bovin. *Annales des Sciences et Technologie*. Université Kasdi Merbah Ouargla.

**SIEGUMFELDT H ., RECHINGER K.B et JAKOBSEN M (2000).** Dynamic changes of intercellular pH in individual lactic acid bacterium cells in response to a rapid drop in extracellulair pH. *Appl. Environ. Microbiol* 66 : p 2330-2335.

**SIERRA G., (1957).** A simple method for the detection of lipolytic activity of microorganisms and some observations on the influence of the contact between cells and fatty substrates. *Antonie van Lecuwenhoek Ned. Tijdschr. Hyg.* 23, 15-22

**SINGLETON P. (1999).** *Bactériologie*, Edition *Duonod* 4<sup>ème</sup> édition Paris. p 415.

**SLAMNIA I. et SADDOK A. (2018).** Aptitudes technologiques des souches lactiques locales. mémoire de master en science alimentaire. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. p 4, 8, 11, 19.

## Références bibliographiques

---

**STILES, M.E. et HOLZAPFEL, W.H., (1997).** Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *Int. J. Food microbial.* 36: p 1-29.

### T

**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, p 10, 12.

### V

**VIGNOLA C.L., MICHEL J.C., PAQUIN P., MOINUAU M., POULIOT M. et SINPSON R. (2002).** Science et technologie du lait: transformation du lait. Technique et documentation Lavoisier.

### Y

**YAGIL R. (1985):** The Desert camel; comparative physiological adaptation. Ed KARGER, p 109-120.

### Z

**ZAMBUNELLI C., CHIAVARI C. (2002).** Effect of lactic acid bacteria autolysis on sensorial characteristics of fermented food. *Food Technol-biotechnology* 40: p 347-351.

**ZHENNAI Y. (2000).** Antimicrobial compounds and Extracellular polysaccharides produced by lactic acid bacteria: structures and properties. Academic Dissertation. Department of Food Technology, University of Helsinki, p 61.

:

# **Annexes**

# Annexes

---

## Annexe I : Matériel

### **1. Appareillage**

- Centrifugeuse
- Etuve
- Microscope optique
- Agitateur magnétique
- Plaque chauffante
- pH-mètre
- Balance analytique avec une précision de 0,01mg
- Bain marie
- Four Pasteur
- Réfrigérateur
- Autoclave
- Bec bunsen
- Densimètre

### **2. Petit matériel**

- Boîtes de pétri
- Erlen Meyer 250ml
- Pipettes pasteur
- Pipettes graduées (1ml, 10ml )
- Portoir
- Tubes à essai stériles
- Flacons en verre
- Lames en verre
- Parafilm
- Eprouvette
- Poire d'aspiration
- Entonnoir
- Spatule

## Annexes

---

- Béchers
- Fiole
- 3. Réactifs**
- NaOH, HCl
- Phénolphtaléine
- Glycérol
- Tween 80
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- Colorants de la coloration du Gram,
- Eau distillé
- Huile à l'immersion
- Lait écrémé
- Papier wattman
- Réactifs Vogues-Proskaeaur VPI et VPII

## Annexes

---

### Annexe II : Composition des milieux de culture

#### ❖ Milieu MRS (Man Rogosa et Sharpe, 1960)

Peptone...	10 g/L
Extrait de viande	10 g/L
Extrait de levure .....	5 g/L
Glucose .....	20 g/L
Phosphate bipotassique .....	2 g/L
Acétate de sodium .....	5 g/L
Citrate d'ammonium .....	2 g/L
Sulfate de magnésium, 7 H <sub>2</sub> O .....	0.2 g/L
Sulfate de manganèse, 4 H <sub>2</sub> O .....	0.5 g/L
Agar .....	15 g/L
Eau distillée qsp .....	1 L

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C : 6,5

Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 20 min

#### ❖ Milieu M17

Tryptone.....	2,50 g
Peptone pepsique de viande.....	2,50 g
Peptone papaïnique de soja.....	5,00 g
Extrait autolytique de levure.....	2,50 g
Extrait de viande.....	5,00 g
Lactose .....	5,00 g
Glycérophosphate de sodium.....	19,00 g
Sulfate de magnésium.....	0,25 g
Acide ascorbique.....	0,50g
Agar agar bactériologique.....	15,00 g

du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C : 7,1 ± 0,2.

## Annexes

---

Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 20 min

### ❖ Milieu Clarck et Lubs

Peptone.....	5 g
Glucose .....	5 g
Hydrogéo-phosphate de potassium.....	5 g
Eau distillée .....	qsp..... 1000 mL

pH 7,5

Autoclavage 120 °C pendant 20 min

### ❖ Milieu hypersaccharosé

Extrait de viande.....	10g
Extrait de levure.....	3g
Peptone.....	2.5g
Saccharose .....	150g
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .....	2g
Nacl.....	1g
MgSo <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O .....	0.2g
Agar.....	15g
Eau distillé.....	1000 ml

Autoclavage 120°C/ 20 minutes

## Annexes

---

### *Annexe III : Coloration de Gram*

La coloration de Gram a été réalisée selon la technique suivante :

- Sur une lame, fixer à la chaleur une culture bactérienne ;
- Recouvrir la lame avec la solution de violet de gentiane pendant une minute ;Ajouter du lugol pendant 30 secondes ;
- Décolorer avec de l'alcool 95°, puis rincer à l'eau ;
- Faire une contre coloration en utilisant la fuschine et laisser agir 20 à 30 secondes ;Laver à l'eau ;
- Après séchage, soumettre la lame à une observation microscopique à immersion (x100). Les bactéries à Gram positif apparaissent en violet et lesbactéries à Gram négatif en rose.