



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEN

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الارض والكون

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

Département de Biologie

MÉMOIRE

Présenté par

Yekhlef Faiza & Berrahou Sarra

En vue de l'obtention du **Diplôme de MASTER**

En Microbiologie fondamentale

Thème

***POUVOIR ANTI-MICROBIEN DES BACTERIES
LACTIQUES ISOLEES DES PRODUITS LAITIERS
TRADITIONNELS ALGERIENS***

Soutenu le 15/07/2021 devant le jury composé de :

Examineur	Mr. REBIAHI Sid-ahmed	Pr.	Université de Tlemcen
Examinatrice	Mme. BELYAGOUBI Nabila	Pr.	Université de Tlemcen
Encadrant	Mr. BELYAGOUBI Larbi	MCA	Université de Tlemcen

Année universitaire 2020/2021

Remerciements

Ce travail a été réalisé à l'université ABOUBAKR BELKAID de Tlemcen, Faculté des Sciences, Département de Biologie.

*Nos vifs remerciements vont à Monsieur **BELYAGOUBI Larbi**, Maitre de conférences au Département de Biologie Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Aboubakr Belkaid pour avoir fait l'honneur d'accepter la direction de ce travail.*

*A notre enseignant et examinateur **Pr. REBIAHI Sid-Ahmed***

Nous sommes très reconnaissant Monsieur d'avoir accepté l'examination de notre travail.

Nous vous remercier chaleureusement pour la qualité de votre enseignement pendant nos années d'apprentissage et le savoir que vous nous avez transmis. Que ce travail vous soit dédié en témoignage de notre gratitude et profond respect.

*A notre Professeur et examinatrice **Mme. BELYAGOUBI Nabila***

Merci sincèrement de nous avoir fait un honneur d'être examinatrice et membre du jury pour ce travail.

Merci pour les valeurs que vous nous avez enseigné.

Merci pour le savoir que vous nous avez transmis.

Dédicaces

*Avant tous, Mes profonds remerciements s'adressent à **ALLAH** qui m'a aidé et donné le courage et la patience pour effectuer ce travail.*

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes très **chers parents** qui ont été toujours à mes cotés, pour leur générosité leurs sacrifices et le courage qu'ils m'ont donné pour terminer mes études.*

*Je souhaite que vous restiez toujours près de moi et que **DIEU** vous protège et vous donne bonne santé.*

Mes chers frères et sœur

Zine el-abidine ; Mehdi el-motadha & Kawther, pour leurs encouragements et pour leurs aides.

*Toute ma grande famille surtout mon **grand père** et ma cousine **Imane***

Enfin à toutes les personnes qui comptent pour moi, intervenues dans ma vie à un moment ou à un autre et qui m'ont accompagné et soutenu. Et Tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer

Berrahou Sarra

Dédicaces

Je rends grâce à dieu, tout puissant qui m'a accordé la patience nécessaire a la réalisation de ce modeste travail que je dédié chaleureusement :

Aux êtres les plus chers à mon cœur, mes parents, pour les efforts et les sacrifices qu'ils ont consentis pour permettre mon éducation ; mon instruction et ma réussite.

A toute ma famille pour leurs encouragements et pour leurs aides.

A toutes les personnes qui comptent pour moi, intervenues dans ma vie et qui m'ont accompagné et soutenu.

Yekhlef Faiza

Sommaire

Introduction Erreur ! Signet non défini.

Chapitre I : Lait et produits laitiers traditionnels. Erreur ! Signet non défini.

1..... Lait
..... **4**

1.1. *Définition* :..... 4

1.2. *La composition du lait* 4

1.3. *Caractéristiques physiques et chimiques du lait* :..... 8

1.4. *La microflore du lait*..... 9

1.4.1. Flore originale..... 9

1.4.2. Flore pathogène 9

1.4.3. Flore psychotropes 9

2..... Les produits laitiers traditionnels
..... **9**

2.1. *Rayeb* 11

2.2. *Lben* 11

2.3. *Bouhezza*..... 12

2.4. *Takammart*..... 13

2.5. *Zebda ou dhan* 14

2.6. *Smen*..... 14

2.7. *Laghaunane* 14

2.8. *Klila* 15

2.9. *Jben*..... 16

2.9.1. Préparation de fromage frais « Jben » :..... 17

2.9.2. Caractéristique physique et chimique du JBEN 18

2.9.3. Caractéristiques microbiologiques (microflore) du « Jben » 18

CHAPITRE II : les bactéries lactiques. Erreur ! Signet non défini.

1.Historique : **21**

2..... Définition :
..... **21**

3.....	Habitat :	21
---------------	------------------	-----------

4.....	Classification des bactéries lactiques	22
---------------	---	-----------

4.1.	<i>Le genre Lactobacillus</i>	23
4.2.	<i>Le genre Streptococcus</i>	24
4.3.	<i>Le genre Lactococcus</i>	25
4.4.	<i>Le genre Leuconostoc</i>	25
4.5.	<i>Le genre Bifidobacterium</i>	26
4.6.	<i>Le genre Enterococcus</i> :	27
4.7.	<i>Le genre Pediococcus</i> :.....	27

5.....	Intérêt des bactéries lactiques	28
---------------	--	-----------

5.1.	<i>Intérêts biotechnologiques des bactéries lactiques</i> :	28
5.1.1.	Activité acidifiante	28
5.1.2.	Activité protéolytique.....	28
5.1.3.	Pouvoir aromatisant et gazeux.	29
5.1.4.	Propriété probiotique.....	29
5.2.	<i>Effets des bactéries lactiques sur la santé</i>	30
5.3.	<i>Devenir des bactéries lactiques ingérées</i>	30

Chapitre III : Substances antimicrobiennes. Erreur ! Signet non défini.

1.....	Substances antimicrobiennes	33
---------------	------------------------------------	-----------

1.1.	<i>Les acides organiques.</i>	33
1.2.	<i>Le peroxyde d'hydrogène</i>	33
1.3.	<i>Les bactériocines.</i>	34
1.3.1.	Caractérisations des bactériocines.....	35
1.3.2.	Classification des bactériocines :	35
1.3.3.	Mécanismes d'action.....	38
1.3.4.	Production et le conditionnement des bactériocines.	39
1.3.4.	Applications des bactériocines.	39

**Activité antimicrobienne des bactéries lactiques isolées des produits laitiers traditionnels
Algeriens.....** 41

Conclusion : Erreur ! Signet non défini.50

Références bibliographiques Erreur ! Signet non défini. **52**

Annexe Erreur ! Signet non défini.

Résumé : **69**

Liste des tableaux

Tableau 1:Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre (JENSEN, 1995).....	5
Tableau 2: Composition en lipides des laits de différente espèces (Chilliard 1987).	6
Tableau 3:Composition minérale du lait de vache (JEANTET et coll., 2007).	6
Tableau 4:Composition vitaminique moyenne du lait cru (AMIOT et coll., 2002).....	7
Tableau 5:Valeurs nutritionnelles du « Jben » Algérien (en pourcentage) (Abdelaziz et Ait Kaci, 1992).	17
Tableau 6: Habitat des bactéries lactiques.	22

Liste des figures

Figure 1: Du lait aux produits laitiers.....	10
Figure 2 : Vase de caillage "Rawaba" : lors de la fabrication du fromage, le lait cru est laissé à lui-même dans ce pot en terre cuite jusqu'à ce qu'il coagule. . (Chaker S, et <i>al</i> ; 1986)	11
Figure 3:"Chekoua"	12
Figure 4: Le fromage Bouhezza (REDACTION CRESUS 2019).	13
Figure 5: Takamarit, un fromage de Ghardaïa	13
Figure 6: schéma simplifié le mode de préparation du fromage et du zebda artisanal.	14
Figure 7:photo de Klila	15
Figure 8:schéma de fabrication du klila.	16
Figure 9:Photos d'un échantillon de Jben de mechria (Belyagoubi 2014)	17
Figure 10:schéma de la préparation du jben.....	17
Figure 11:schéma simplifié les différentes étapes de préparation des produits laitiers traditionnels algériens (BENKRROUM et TAMIME, 2004).	19
Figure 12: <i>Lactobacillus casei</i> au microscope électronique (Corrieu et Luquet ; 2008).	24
Figure 13: <i>Streptococcus thermophilus</i> , au microscope électronique (Corrieu et Luquet, 2008).	25
Figure 14: <i>Lactococcus lactis</i> au microscope électronique (Corrieu et luquet, 2008).	25
Figure 15: <i>Leuconostoc mesenteroides</i> au microscope électronique. (Wallace et al, 2003).....	26
Figure 16: <i>Bifidobacterium sp</i> (wallace et al, 2003)	26
Figure 17: <i>Enterococcus faecalis</i> au microscope électronique (Wallace et al ,2003).....	27
Figure 18: <i>Pediococcus acidilactici</i> au microscope électronique.	27
Figure 19: Séquence et structure de l'antibiotique de type A(Nisine) et B (Mersacidine).	36
Figure 20:Séquence et structure d'un antibiotique « Two-peptides » (Lanticine 3147 A1 et A2).....	37
Figure 21:Principaux mécanisme d'action des bactériocines. (Cotter et al ; 2005).	39

Liste des Abréviations

g : gramme.

pH : Potentiel d'Hydrogène.

CO₂: dioxyde de carbone.

LAB: Lactic Acid Bacteria

MRS: Man Rogosa Sharp.

Sp. : espèce non précisée.

Spp. : plusieurs espèces non précisée.

BL : Bacilles lactiques.

H₂O₂ : l'eau oxygénée.

ssp/ subsp : sous-espèce.

FAO/OMS: Food and Agriculture Organization /Organisation Mondiale de la Santé.

NaCl: chlorure de sodium.

UFC : Unité Formant Colonie.

°D : degré Dornic.

ADN : Acide désoxyribonucléique.

G+C : le ratio guanine+cytosine.

Introduction

Le lait est un produit indispensable à l'équilibre de l'alimentation humaine. Il contient de nombreux composants qui fortifient notre organisme; il est abondant durant certain moment de l'année, et difficile de le conserver et facilement périssable, surtout dans les zones à climat chaud.

L'Algérie a une tradition des produits laitiers bien établie, par la présence de différents produits indigènes d'où sa fabrication est transmise de génération en génération par un aspect important de la culture algérienne; les femmes algériennes comme toutes les cultures pastorale, ont toujours été les principales protagonistes auteurs de la transformation de lait ; cette transformation se fait par l'intermédiaire des bactéries lactiques (**Claps et Morone, 2011**).

La plupart des produits obtenus par procédés technologiques traditionnels de la fermentation du lait, dont l'objectif essentiel est la conservation ou la valorisation de la matière première (**Guetouache et Guessas, 2018**).

En Algérie, le lait cru (chèvre, brebis, vache ou chamelle) est transformé par des méthodes traditionnelles en fromage (Jben), en beurre cru (Zebda ou Dhan) ou en caséine desséchée ou fraîche (Klila) et autres produits laitiers (Bouhezza, Takammaret, Laghouanane). Ces produits se conservent bien même après une longue période à température ambiante (**Daouadji, 2020**).

Les bactéries lactiques étaient dominantes dans le lait cru, elles assurent un rôle protecteur au lait en occupant le terrain empêchant la prolifération des micro-organismes nuisibles (**Eck, 1997**). Ils sont largement utilisés dans les procédés de fermentation permettant la conservation de produits alimentaires et acquièrent certain propriétés comme le gout et la texture ainsi une action favorable sur la santé (**Corrieu et al ., 2008**).

De même Les bactéries lactiques contiennent des souches pouvant présenter des potentialités fermentaires intéressant les industries alimentaires et pharmaceutiques (**Poisson, 2000**).

Les particularités des bactéries lactiques dans les préparations lactières traditionnelles sont basées à des substances antimicrobiennes apparaissant secrétés sur des groupes de microorganismes capables à produire des substances biologiquement actives ; leur permettant de se développer préférentiellement dans divers écosystèmes (**Guetouache et Guessas;2018**).. Leur activité antagoniste est due aux métabolites excrétés : l'acide lactique et autre acides

organiques, peroxyde d'hydrogène, le diacétyl, la reutéline et les bactériocines (**Leveau et al., 1991**).

Le but de cette étude est de réaliser une synthèse bibliographique sur le pouvoir antimicrobien des Bactéries lactiques isolées de produits laitiers traditionnels Algériens qui peuvent participer dans l'inhibition des microorganismes pathogènes et indésirables et assurer la stabilité et la conservation des aliments.

Chapitre I :
Lait et produits laitiers
traditionnels

1. Lait

1.1. Définition :

Le lait est un liquide physiologique complexe sécrété par les mammifères et destiné à l'alimentation. Le dictionnaire de terminologie de la Fédération Internationale de laiterie (FIL) et le code FAO/OMS indiquent que c'est «le produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ou soustraction» (**Bendimerad, 2017**).

L'origine de ses constituants est à la fois la synthèse réalisée au sein des cellules mammaires, à partir d'éléments sanguins tels que les acides gras et triglycérides, les protéines provenant d'acide aminés et le lactose provenant du glucose et de la filtration sélective de certains composants sanguins (sels minéraux). L'une des caractéristiques nutritionnelles majeures du lait est qu'il représente la source unique de nutriment qui doit satisfaire des besoins importants de croissance de l'organisme. L'intérêt provient de la qualité de ses protéines, de ses lipides et de ses vitamines, en particulier sa richesse en calcium (**Mami, 2013**).

1.2. La composition du lait :

Les principaux composants du lait par ordre croissant selon **Pougheon et Goursaud (2001)** sont :

- L'eau, très majoritaire.
- Les glucides représentés par le lactose.
- Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras.
- Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire.
- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles.
- Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

Chapitre I : Lait et produits laitiers traditionnels.

- **L'eau :**

Elle forme une solution vraie avec les glucides, les minéraux, une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles, une suspension colloïdale avec les micelles de caséines et une émulsion avec les matières grasses (**Amiot et al. 2002**). Le tableau 1 donne la composition moyenne en % pour différentes espèces.

Tableau 1:Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre (**Jensen, 1995**).

Composants	Vache	Brebis	Chèvre
Protéines	3.4	2.9	5.5
Caséines	2.8	2.5	4.6
Lipides	3.7	4.5	7.4
Lactoses	4.6	4.1	4.8
Minéraux	0.7	0.8	1.0

- **Les glucides :**

Le lactose est le glucide le plus important du lait, d'autres glucides peuvent provenir de l'hydrolyse du lactose (glucose, galactose). Certains glucides peuvent se combiner aux protéines, formant des glycoprotéines ou peuvent se trouver sous forme libre (**Amiot et al. 2002**).

- **Les lipides :**

Jeantet et al., (2007) rapportent que la matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10µm et essentiellement constitué de triglycérides (98%), de phospholipides et forme une émulsion (**Chilliard, 1987**).

La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés. Elle contient:

- Une très grande variété d'acides gras.
- Une proportion élevée d'acides gras à chaînes courtes, assimilés plus rapidement que les acides gras à longues chaînes;
- Une teneur élevée en acide oléique (C18:1) et palmitique (C16:0) ;
- Une teneur moyenne en acide stéarique (C18:0).

Chapitre I : Lait et produits laitiers traditionnels.

Tableau 2: Composition en lipides des laits de différente espèces (Chilliard 1987).

Composants %	Chèvre	Vache
Triglycérides	95	98
Glycérides partielle	3	0,5
Cholestérol	0,4	0,3
Phospholipides	1	0,9
Acide gras libres	0,6	0,4

- **Les sels minéraux :**

Ils prennent la forme de sel, de base et d'acide mais les deux formes principales sont les sels ionisés solubles dans le sérum et les micelles. Les éléments basiques majeurs comme le calcium, le potassium, le magnésium et le sodium forment des sels avec les composants acides que sont les protéines, les citrates, les phosphates et les chlorures, en outre le calcium, le magnésium, les citrates et les phosphates se trouvent sous forme colloïdale dans les micelles de caséines (Amiot et al., 2002).

Tableau 3:Composition minérale du lait de vache (Jeantet et al., 2007).

Eléments minéraux	Concentration (mg.kg ⁻¹)
Calcium	204
Magnésium	49
Phosphate inorganique	380
Citrate	756
Sodium	253
Potassium	469
Chlorure	435

- **Les protéines**

Les protéines du lait présentes des caractéristiques nutritionnelles organoleptiques et technologiques, ces protéines présentes une balance équilibrée en acide aminé. En générale les protéines lactières sont utilisées pour leur aptitude à structurer dans les aliments des propriétés gélifiantes (par acidification, par action de la présure ou lors d'un traitement thermique) ou leurs propriétés interfaciales (émulsifiantes et moussantes). (Jeantet et al, 2007)

L'analyse de la composition en acide aminé des protéines du lait de chèvre a révélé que la concentration d'Acide glutamique est la plus élevée (209mg /g).En revanche celle de la cystéine elle est de (9mg/g) (Amiot et al. 2002).

Chapitre I : Lait et produits laitiers traditionnels.

Caséines : Jean et Dijon (1993) rapportent que la caséine est un polypeptide complexe, résulte de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine. Le caséinate de calcium, de masse molaire qui peut atteindre 56000 g mol^{-1} , forme une dispersion colloïdale dans le lait. Les micelles protéiques ont un diamètre de l'ordre de $0,1 \mu\text{m}$.

La caséine native a la composition suivante : protéine 94%, calcium 3%, phosphore 2.2%, acide citrique 0.5% et magnésium 0.1% (**Adrian et al., 2004**).

- **Les vitamines :**

Ce sont des molécules complexes de taille inférieure par rapport aux protéines, de structure très variées ayant un rapport étroit avec les enzymes, elles jouent un rôle de coenzyme associée à une apoenzyme protéique.

Les vitamines se répartissent en deux grandes catégories : Les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B et vitamine C) de la phase aqueuse du lait et les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E, et K) associées à la matière grasse, certaines sont au centre du globule gras et d'autres à sa périphérie (**Debry, 2001**).

Tableau 4:Composition vitaminique moyenne du lait cru (**Amiot et al., 2002**).

Vitamines	Teneur moyenne
Vitamines liposolubles	
Vitamine A + (carotènes)	40 μg /100ml
Vitamine D	2,4 μg /100ml
Vitamine E	100 μg /100ml
Vitamine K	5 μg /100ml
Vitamines hydrosolubles	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B ₁ (thiamine)	45 μg /100ml
Vitamine B ₂ (riboflavine)	175 μg /100ml
Vitamine B ₆ (pyridoxine)	50 μg /100ml
Vitamine B ₁₂ (cyanocobalamine)	0,45 μg /100ml
Niacine et niacinamide	90 μg /100ml
Acide pantothénique	350 μg /100ml
Acide folique	5,5 μg /100ml
Vitamine H (biotine)	3,5 μg /100ml

- **Les enzymes :**

Pougheon (2001), définit les enzymes comme des substances organiques de nature protéique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le

Chapitre I : Lait et produits laitiers traditionnels.

lait dont 20 sont des constituants natifs. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes.

- **Autres composants :**

Parmi les autres composants du lait, il faut noter la présence :

- Des cellules à deux origines

a) des cellules épithéliales, issues de renouvellement du tissu mammaire, et dont le nombre, en dehors des premier et dernier mois de lactation est réduit (1 000 000 par ml de lait),

b) des globules blancs, issus de la circulation sanguine et qui passent dans le sang quand la mamelle est irritée (mammites).

- Des microorganismes qui peuvent engendrés des conséquences importantes au cours de la transformation du lait (spores butyriques sont à l'origine du gonflement de certains fromages).

1.3. Caractéristiques physiques et chimiques du lait :

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 (**Rahali et Ménard, 1991**). 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 (**Coulon et al. 1995**).

Les principales propriétés physico-chimiques du lait sont représentées par sa densité, son point de congélation, son point d'ébullition et son acidité.

Sur le plan physique, c'est à la fois une solution (lactose, sels minéraux), une Suspension (matières azotées) et une émulsion (matières grasses). Son pH est légèrement acide (pH compris entre 6,5 et 6,8 pour le lait de vache et entre 6,2 et 6,82 pour le lait de chèvre). Par contre, il est légèrement basique pour le lait humain (pH compris entre 7 et 7,5), l'acidité du lait augmente avec le temps suite à la transformation du lactose en acide lactique.

Cette acidité permis d'avoir un indicateur du degré de conservation. Pour cela, on utilise le degré Deric (°D) (**Hebboul et al, 2005 ; Dillon, 2008**).

1.4. La microflore du lait

Le lait contient peu de micro-organisme lorsqu'il est prélevé dans des bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 5000 germes/ml) (**Larpent, 1997**).

Le lait dans les cellules du pis est stérile (**Tolle, 1980**), mais la glande mammaire, la peau du pis, le matériel de traite, la litière, la qualité de l'air et les pratiques des éleveurs sont des sources de contamination ce qui indique que le lait cru peut être contaminé par différents microorganismes avant, pendant et après la traite (**Ménard et al. 2004**).

1.4.1. Flore originale :

Lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, le lait contient essentiellement des germes saprophytes du pis et des canaux galactophores : *Microcoques*, *Streptocoques lactiques* et *lactobacilles* (**Guiraud, 1998**).

1.4.2. Flore pathogène :

Cette flore correspond à l'ensemble des microorganismes contaminant le lait de la traite jusqu'à la consommation. Elle est composée d'une part, d'une flore d'altération, qui cause des défauts sensoriels ou qui réduit la durée de conservation des produits, et d'autre part, d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire, elle présente un danger pour le consommateur c'est le cas de : *Mycobacterium bovis*, *M. tuberculosis*, *Bacillus cereus*, et des représentants des genres *Brucella* et *Salmonella* (**Ménard et al. 2004**).

1.4.3. Flore psychotropes :

Il s'agit essentiellement de : *Acinetobacteres*, *Clostridium*, *Pseudomonas* et *Flavobacterium* qui se développent à une température de 3 à 7°C. *Listeria monocytogenes* capable de se multiplier à une température comprise entre 0°C et 10°C est qualifiée de ce fait de psychrotrophe (**Klein et al ; 1998**).

2. Les produits laitiers traditionnels

C'est l'augmentation de la production du lait durant certaines saisons et la difficulté de sa préservation sous la forme fraîche a conduit au développement des technologies de production traditionnel (**Dharam et Narender 2007**).

La consommation des produits laitiers est également associée à des effets bénéfiques sur la santé en plus de leurs valeurs nutritionnelles (**Takahiro et al, 2007**).

Chapitre I : Lait et produits laitiers traditionnels.

La transformation du lait en produits laitiers traditionnels algériens, tels que Rayeb, Lben et Jben est réalisée via une fermentation spontanée sans l'ajout d'une entrée sélectionnée (Badis, et al 2004).

Ces produits sont partie intégrante d'héritage algérien et ont une grande importance culturelle, et économique (Lahsaoui, 2009).

En Algérie, les laits fermentés et les fromages sont fabriqués traditionnellement, le plus souvent par les femmes à la maison (Medouni et al, 2005) et servent à l'autoconsommation; le surplus pouvant être vendu (Bencharif, 2001).

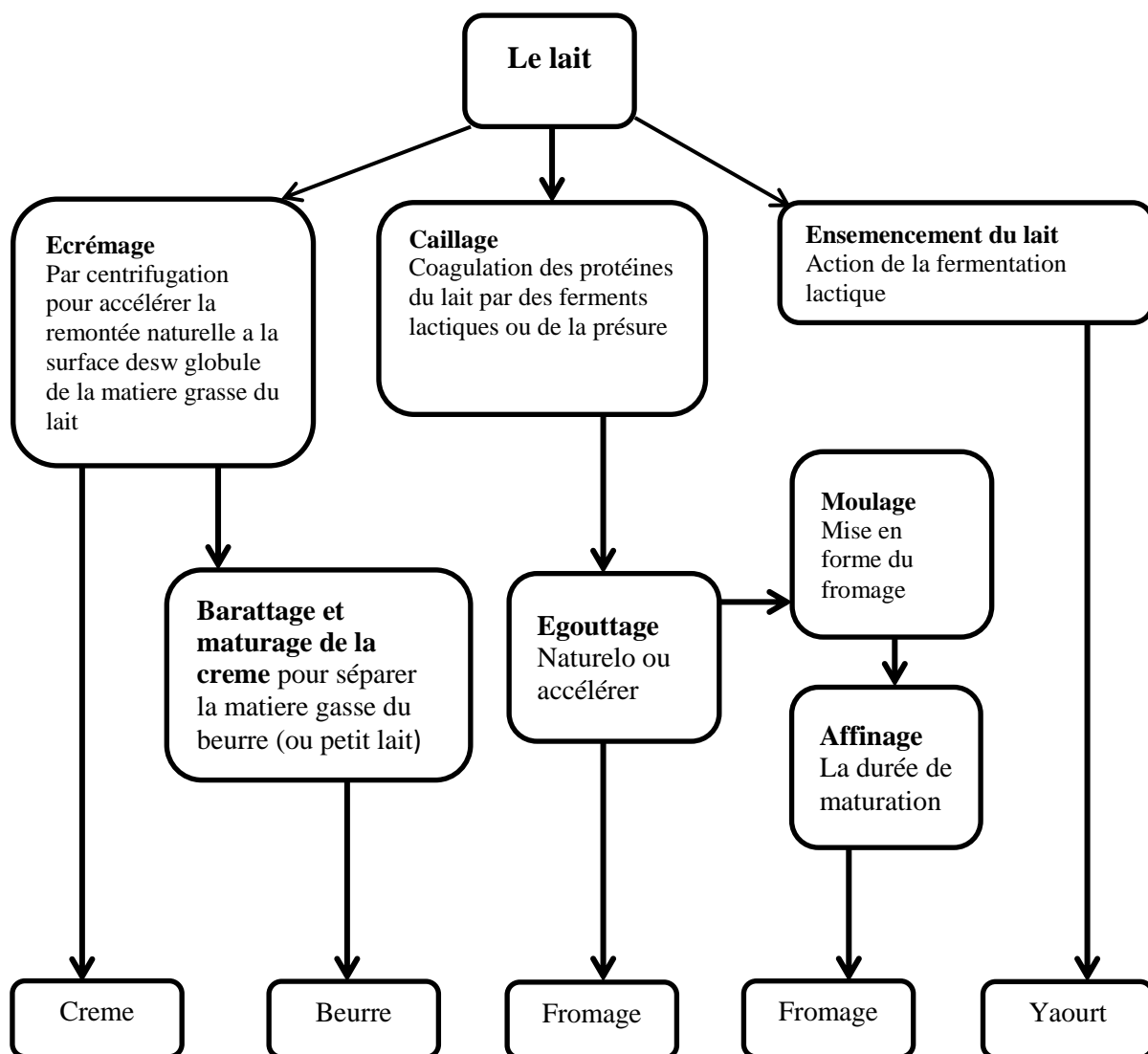


Figure 1: Du lait aux produits laitiers.

2.1. Rayeb

Le Rayeb fait partie des produits laitiers fermentés populaires avec une très ancienne tradition en Algérie (lait fermenté). Il est fabriqué à partir du lait cru de vache ou de chèvre. La fermentation du lait est spontanée (**Guerzani, 2003**)

C'est du lait fermenté, produit dans de nombreux pays méditerranéens et sub-sahariens (**Bendimrad, 2013**).

Le Rayeb peut être consommé en tant que tel ou soumis à l'écémage pour obtenir le lben et le beurre frais « zebda » (**Claps et Moron, 2011**)

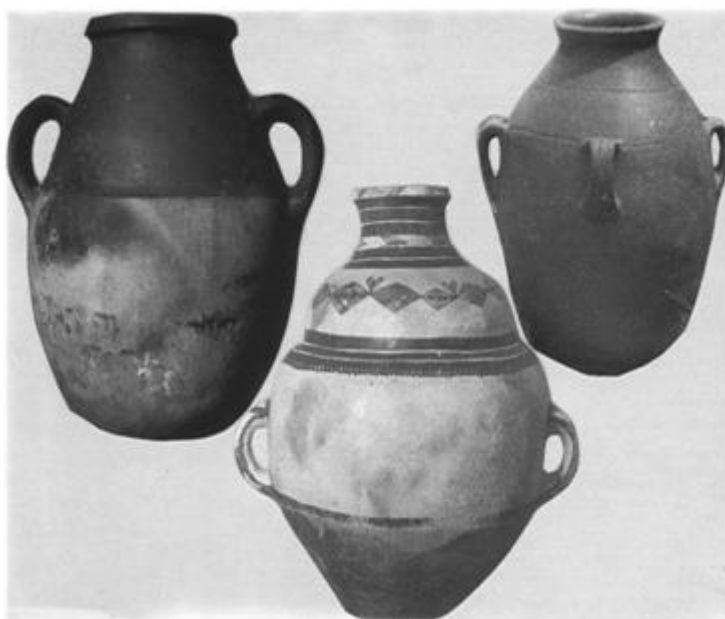


Figure 2 : Vase de caillage "Rawaba" : lors de la fabrication du fromage, le lait cru est laissé à lui-même dans ce pot en terre cuite jusqu'à ce qu'il coagule. . (**Chaker, et al ; 1986**)

2.2. Lben

Le lben est un lait faiblement fermenté traditionnelle algérien apprécié par les consommateurs pour son gout frais, acide et son arôme incomparable. Ces caractéristiques sont principalement liées à l'activité des bactéries lactiques autochtone de type mésophile. (**Claps et Moron, 2011**).

La préparation du « Lben » est très simple, et demeure au stade familial ou artisanal (**Tantaoui et al. 1983**) : Le lait cru est laissé pour acidifier spontanément à la température ambiante jusqu'à ce qu'il coagule et devient Rayeb, après barattage du Rayeb dans une peau de chèvre ou de brebis appelée « Chekoua », la matière grasse remonte à la surface, elle est

récupérée, c'est la « Zebda » ou appelée aussi Dhan. Le liquide restant c'est le lben (Ouahghiri et al. 2009).



Figure 3: "Chekoua" faite en peau de chèvre ou de mouton : utilisées par les Chaouias et les nomades sahariens (Chaker et al ; 1986).

2.3. Bouhezza

Bouhezza provient de la région de Chaouia située au nord-est de l'Algérie. Ce produit est un fromage produit à partir de différents types de lait cru (vache, mouton et chèvre) c'est un fromage à pâte molle avec une coagulation acide caractérisé d'une saveur amer, utilisés seuls ou en mélange. En effet, à l'origine, le « Bouhezza » était le produit de la transformation du lait de chèvre et de brebis, toutefois la tendance actuelle semble s'orienter vers l'utilisation du lait de vache. Le salage l'égouttage et l'affinage du « Bouhezza » sont réalisés simultanément dans une outre « Chekoua », préalablement traitée aux tannins pendant 3 à 4 mois. Au cours de la période d'affinage, du sel et du « Lben » seront ajoutés au contenu de la « Chekoua ». Au stade de la consommation le fromage est pétri avec incorporation de poudre de piment rouge, ce qui lui donne une caractéristique particulière (Hadj AISSA, 2011).

Bouhezza est typiquement un fromage à lait cru non inoculé ; la microflore du fromage est composée essentiellement de *lactobacilles* et de *streptocoques lactiques* (10^7 ufc/ gl. D'où les phénomènes de maturation est principalement dégradation d'azote. Ces deux groupes jouent un rôle majeur. Le lait utilisé pour la fabrication du fromage ne subissent aucun traitement thermique. (Claps et Moron, 2011).



- Figure 4: Le fromage Bouhezza (Redaction cressus hebdo national de l'économie., 2019).

1.4. Takammart

c'est un Fromage du Hoggar , sa fabrication se fait par introduction d'un morceau du caillotte de jeunes chevreaux dans lait, après quelque heures le caillé est retiré à l'aide d'une louche et déposé en petits tas sur une natte et sera ensuite pétri pour évacuer le sérum puis déposé sur une autre natte faite de tige de fenouil sauvage qui lui donne de l'arôme. Les nattes sont ensuite placées à l'ombre jusqu'à durcissement du fromage. Le fromage peut subir un affinage durant un mois (Gast et al., 1991).



Figure 5: Takamarit, un fromage de Ghardaïa

(<https://nessahra.net/takamarit-un-fromage-de-chevre-originaire-de-ghardaia>)

2.5. Zebda ou dhan

Il est obtenu après barattage du lait fermenté (rayeb). Le Zebda obtenu a une saveur consistante de diacétyle et un aspect plus souple que celui du Zebda fabriqué industriellement, car il contient une teneur plus élevée en humidité. Celui-ci est récupéré, généralement à la main, mais certains fabriquant filtrent le Lben sur une toile, dans le but de recueillir le maximum de Zebda (Tantaoui et al, 1983; Benkerroum et Tamime, 2004).

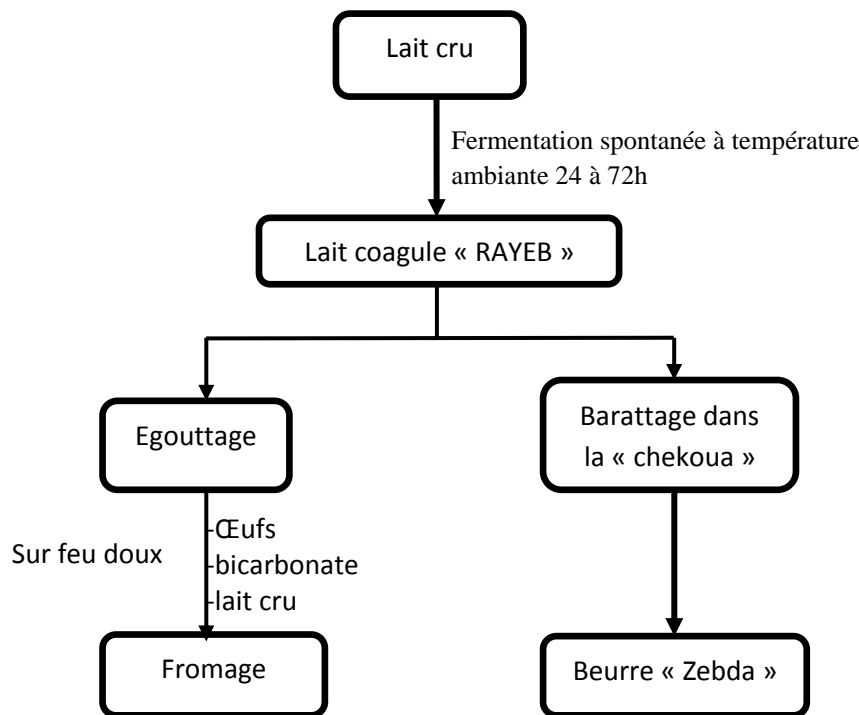


Figure 6: schéma simplifié le mode de préparation du fromage et du zebda artisanal. (Benkerroum et Tamime, 2004)

2.6. Smen

Le Smen c'est la Zebda ou Dhan qui est lavé, salé et malaxé, puis conditionné dans des pots en terre cuite fermés hermétiquement et entreposés dans un endroit frais et obscur à température ambiante (Luquet et Corrieu, 2008).

2.7. Laghaunane

Fromage fabriquée en Kabylie à partir du colostrum, la préparation se fait dans des ustensiles en terre cuite enduits d'huile d'olive dans lesquels est versée une petite quantité d'eau salée, puis le lait est chauffé et coagulé. Le caillé formé est découpé puis consommé tel quel. (Lahsaoui, 2009).

2.8. Klila

Klila, un fromage algérien produit dans les régions montagneuses, est de plus en plus populaire auprès des consommateurs. Il est traditionnellement fabriqué avec du lait de brebis, de chèvre ou de vache, (Benamar et al, 2016). Durant la conservation les 2 – 3 premiers jours ; le Lben tend à se détériorer avec l'augmentation de l'acidité puis un éventuelle traitement thermique avec le séchage et la découpe, favorise la perte de lactosérum avec la diminution de l'acidité et réduction de la multiplication des microbes dangereux conduisant à un produit à haute sécheresse (Claps et Moron ,2011). Il est consommé comme fromage frais ou utilisé comme ingrédient dans les recettes, suite aux procédés technologiques traditionnels, suscitent de l'intérêt.



Figure 7:photo de Klila (Belyagoubi., 2014)

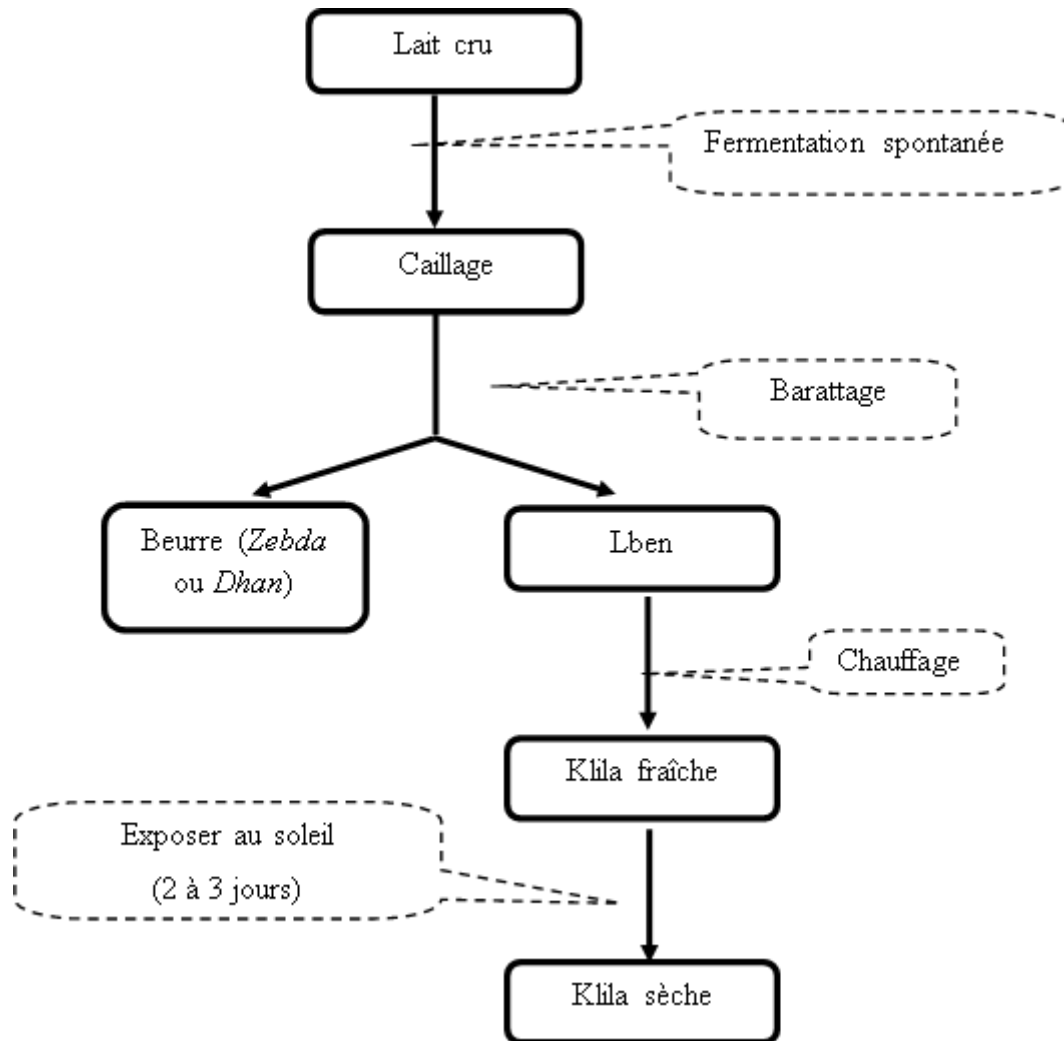


Figure 8:schéma de fabrication du klila. (Belyagoubi., 2013)

2.9. Jben

- **Historique :**

Dans certaines périodes de l'année, le lait est très abondant dans la région nord-ouest de l'Afrique qui regroupe l'Algérie, le Maroc et la Tunisie, grâce au pâturage disponible pour la nourriture des vaches et des brebis, ce qui pousse les habitants des régions depuis des siècles à fermenter le lait en le transformant en fromage traditionnel, ainsi que d'autres produits laitiers qui peuvent être conservés plusieurs mois. La fabrication de ses fromages permet l'utilisation des substances coagulantes animales et végétales spécifiques pour certaines régions. Parmi les fromages traditionnels frais on a : le « Jben ».

- **Description :**

Le « Jben » est un fromage blanc frais obtenu par acidification spontanée du lait de vache, brebis ou de chèvre, et coagulé par une enzyme de type végétale ou animale. Les

Chapitre I : Lait et produits laitiers traditionnels.

enzymes végétales appartiennent à des plantes qui poussent naturellement tels que les fleurs de cardon (*Cynara cardunculus L*), l'artichaut (*Cynarascolymus*) et les graines de citrouille. Les enzymes animales sont présentes dans la caillette de brebis ou de chèvre appelée « EL Hakka » (Djoughri et Madani, 2015).



Figure 9: Photos d'un échantillon de Jben de mechria (Belyagoubi 2014)

2.9.1. Préparation de fromage frais « Jben » :

Le lait est chauffé à une température qui ne dépasse pas 35°C, ce qui va stimuler les bactéries lactiques à l'acidifier, ensuite, un morceau de caillette est ajouté pour la coagulation, le caillé est ensuite égoutté pour être consommé après salage ou non (Nouani et al., 2009)

Tableau 5: Valeurs nutritionnelles du «Jben» Algérien (en %) (Abdelaziz et Ait Kaci, 1992).

Composition	Jben
Eau	65.27%
Matière grasse	18.72%
Protéine	13.73%
Calcium	0.14%

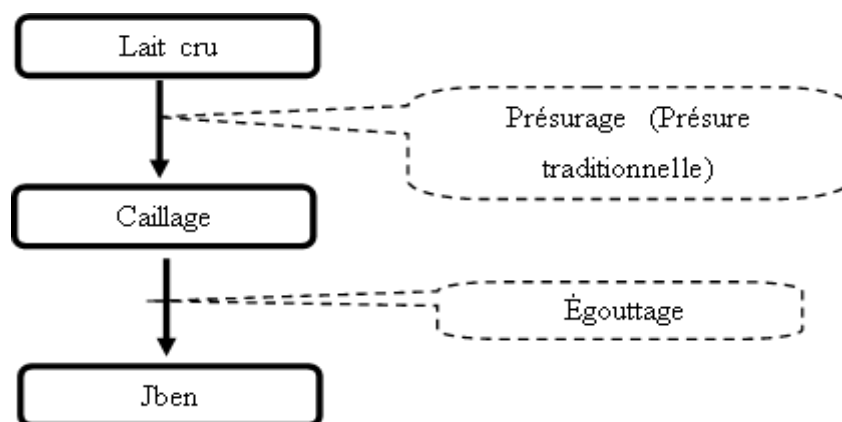


Figure 10: schéma de la préparation du jben. (Belyagoubi., 2013)

2.9.2. Caractéristique physique et chimique du JBEN

Les caractéristiques physico-chimiques du Jben dépendent de celles du lait cru et de son origine (vache, brebis, chèvre) (**Poznanski et al. 2004**). Les paramètres, les moins variables sont l'acidité et le pH. En revanche la matière solide totale du Jben est très variable, car elle dépend de la durée d'égouttage. Les principaux composants de la matière solide de ce fromage sont les protéines et le lactose (**Benkrroum et Tamime, 2004**).

2.9.3. Caractéristiques microbiologiques (microflore) du « Jben »

La microflore du Jben regroupe plusieurs groupe et genres de microorganismes tels que les levures, moisissures et les bactéries comme les bactéries lactiques, d'altération et parfois même pathogènes. Le taux des microorganismes présents dépend des conditions dans lesquelles le fromage a été fabriqué et de la composition microbiologique du lait de départ (**Ercolini et al, 2009**).

La composition de cette microflore lactique en genre pour le Jben de vache est : 42.31 % d'*Enterococcus*, 20.08 % de *Lactococcus*, 30.76 % de *Pediococcus*, 3.85% de *Leuconostoc*, alors pour le Jben de chèvre nous avons la présence de 35% *Enterococcus*, 20 % *Lactococcus*, 30 % *Pediococcus*, 15 % *Lactobacillus*.

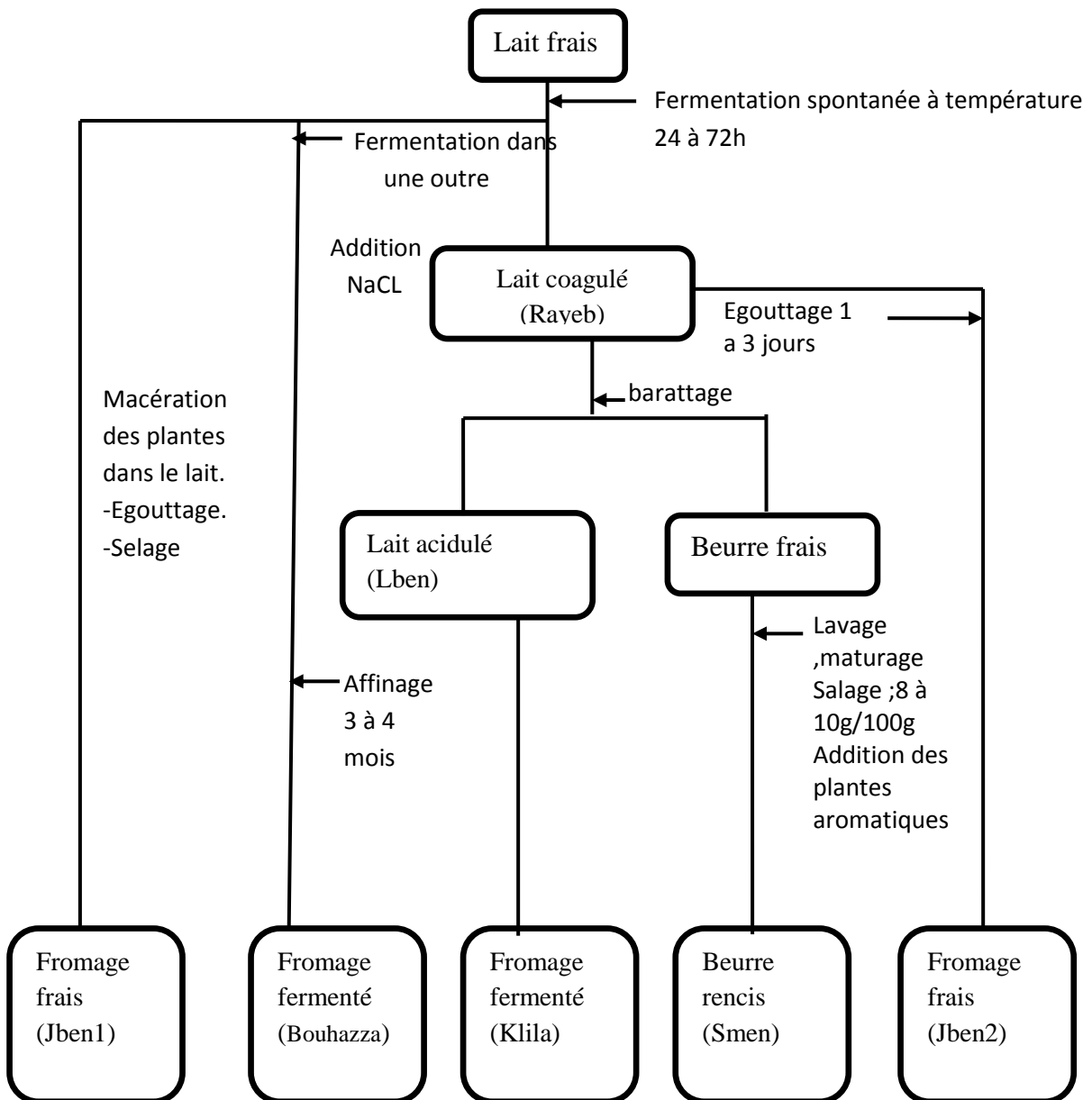


Figure 11:schéma simplifié les différentes étapes de préparation des produits laitiers traditionnels algériens (Benkrroum et Tamime, 2004).

Chapitre II :

Les bactéries lactiques

1. Historique :

Les bactéries lactiques ont été retrouvées dans des sédiments datant de 2,75 milliards d'années bien avant l'apparition d'oxygène dans l'atmosphère, ce qui pourrait expliquer leur caractère anaérobie. De plus, des études sur la phylogénie bactérienne mentionnent leur apparition avant celle des cyanobactéries (**Makhlifi, 2011**).

2. Définition :

Les bactéries lactiques sont des bacilles ou des coques à Gram positif, immobiles, non sporulées, aéro- anaérobies facultatifs ou anaérobies stricts et catalase négatif (**Sttanni et Moschetti, 2010**). Elles sont mésophiles mais elles sont capables de croître dans un intervalle de température allant de 5°C à 45°C. Le pH optimal de croissance varie de 5.0 à 9.0 mais elles tolèrent les milieux acides (pH 3.2) et alcalin (pH 9.6) (**Van de guchte et al ,2002**).

3. Habitat :

Les bactéries lactiques sont présentes à l'état libre dans l'environnement ou vivent en association avec un hôte, tel que l'homme ou l'animal, dans un écosystème bactérien comme le tractus gastro-intestinal ou génital des mammifères (**Klein et al., 1998**).

- **Culture des bactéries lactiques :**

Les bactéries lactiques demandent des milieux riches en différents nutriments pour croître (sucre, acide aminés, acide gras, sels, vitamines) et pauvre en oxygène (**Hammes et Hertel., 2006**). Elles sont essentiellement cultivées dans le milieu Man Rogosa Sharpe.

- **A l'état libre dans l'environnement :**

Dans l'environnement, les bactéries lactiques sont souvent retrouvées dans le lait et ses dérivés (lait fermenté, fromages).

- **En association avec un hôte :**

Par ailleurs, l'appareil génital chez la femme est principalement colonisé par des bactéries lactiques, telles que *Lactobaillus*, auxquelles ils apportent des nutriments comme le glycogène .En acidifiant le milieu, ces bactéries apportent une protection contre des pathogènes responsable d'infections vaginales comme *Trichomonas vaginalis* (**Bjorkroth et al, 2009**) et/ ou *Candida albicans* à l'origine de la vulvo-vaginite.

Tableau 6: Habitat des bactéries lactiques.

Genre	Habitat
<i>Lactobacillus</i>	L'homme et l'animale (flore intestinale, la flore vaginale, et aussi dans la cavité buccale). Les viandes, les boissons alcooliques et les produits de panifications (Freyney et al, 2000).
<i>Streptococcus</i>	Flore intestinale des nouveau-né, l'intestin, le vagin, cavité buccale des adultes, tracus intestinales des animaux. Les plantes, l'eau, le sol. (Jerome, et al, 2004).
<i>Lactococcus</i>	Végétaux frais. Peau des animaux. Le lait, laits fermentées, les fromages (Sandine et al, 2000).
<i>Leuconostoc</i>	Ils sont habituellement rencontrés sur les végétaux, les ^produits laitiers, le vin, et les liquides à base de sucre. Leur présence intervient dans le gout et l'arôme (Cibik et al, 2000).
<i>Bifidobacterium</i>	Flore intestinale du nouveau-né, le vagin, cavité buccale des adultes. (Jerome, et al, 2004).
<i>Pediococcus</i>	Végétaux, fruits, produits carnés, la bière. Produits fermentés, choucroute, olives, poissons conservés, les fromages. (Luquet, 1994).
<i>Enterococcus</i>	L'homme et l'animal (10% de la flore intestinal), dans la nature en raison de la contamination de l'environnement par l'intermédiaire de la matière fécale et des eaux d'égouts.

4. Classification des bactéries lactiques

La morphologie est considérée comme la caractéristique clé pour décrire et classifier les genres des bactéries lactiques ainsi les caractéristiques moléculaires devenus importants outils taxonomiques par des critères phylogénétiques. Cependant, la caractérisation phénotypique /biochimique classique demeure pratique dans l'identification préliminaire des microorganismes. Certaines caractéristiques phénotypiques sont utilisées pour identifier les espèces à l'intérieur des genres 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'acétoïne et synthétiser certaines enzymes.

La composition en G+C de l'ADN, la composition en acides gras, la mobilité électrophorétique du lactate déshydrogénase sont également d'autres critères qui peuvent être étudiés pour l'identification des espèces lactiques (**Vandamme, 1996 ; Stiles et Holzopfel, 1997 ; Ho et al, 2007**). De ce fait, les bactéries lactiques peuvent être divisées arbitrairement en bacilles (*Lactobacillus* et *Carnobacterium*) et coques (tous les autres genres).

Les bactéries lactiques regroupent treize genres bactériens différents : *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Carnobacterium*, *Oenococcus*, *Weissella*, *Aerococcus*, *Tetragenococcus* et *Vagococcus* (**Koaukou et Thonart, 2011**). Les bactéries lactiques sont divisées en six familles :

- Famille des Lactobacillaceae comportant les *Lactobacillus*, *Paralactobacillus* et *Pediococcus*.
- Famille des Leuconostocaceae contenant les *Leuconostoc*, *Oenococcus* et *Weissella*
- Famille des Streptococcaceae comprenant les *Streptococcus*, *Lactococcus* et *Lactovum*.
- Famille des Aerococcaceae comprenant les *Aerococcus*.
- Famille des Leuconostocaceae comprenant les *Leuconostoc*.
- Famille des Carnobacteriaceae comprenant les *canobacterium*.

Historiquement, le genre *Bifidobacterium* était aussi considéré comme faisant partie du groupe des bactéries lactiques grâce à la similarité de ses propriétés physiologiques et biochimiques et à sa présence dans le même habitat écologique, tel que le tube gastro-intestinale (**Klein et al, 1998**).

4.1. Le genre *Lactobacillus*

Le genre *Lactobacillus* est le genre principal et de loin le plus grand et le plus diversifié de la famille de Lactobacillaceae, sont occasionnellement des réducteurs de nitrate, utilisent le lactose, le glucose et d'autres sucres comme source de carbone et produisent du lactate via un métabolisme homofermentatif, produisant plus de 85 % d'acide lactique à partir du glucose, ou hétérofermentatif, produisant de l'acide lactique, du CO₂, d'éthanol et / ou d'acide acétique en quantités équimolaires.

Ces bactéries produisant des acides peuvent se développer à des environnements à faible pH et inhibent la croissance d'autres microorganismes (**Al kassaa et al, 2014 ; Herbel et al, 2013**).



Figure 12: *Lactobacillus casei* au microscope électronique (Corrieu et Luquet ; 2008).

Les *Lactobacillus* sont très utiles en microbiologie alimentaire et notamment dans la nutrition humaine en raison de leur contribution à la production des aliments fermentés ainsi que leur utilisation comme probiotiques dans les produits pharmaceutiques (Foschi et al, 2017).

4.2. Le genre *Streptococcus*

Le genre *Streptococcus* est toujours large et la classification est très mouvementée dont ces les premières bactéries connues par les microbiologistes, vu leur association à plusieurs maladies humaine et animale. Il contient :

- les *Streptococcus* sensu stricto qui peuvent être divisées en streptocoques pyogènes comme *S. pyogenes* et *S. agalactiae*.
- Des *Streptocoques* oraux (*viridans*) comme *S. salivarius* (Sun et al, 2014).

Les cellules de ce genre sont immobiles, sphériques ou ovoïdes qui ont un diamètre inférieur à 2 μm avec une disposition en paires ou en chaînes longues. La fermentation des carbohydrates produit principalement de l'acide lactique mais il n'y a pas de production de gaz. Le peptidoglycane est du groupe A et leur température optimale de croissance est de 37 °C. La seule espèce de *Streptocoque* qui soit utilisée en technologie alimentaire est *Streptococcus thermophilus* (Stiles et Holzapfel, 1997 et Sun et al, 2014).



Figure 13: *Streptococcus thermophilus*, au microscope électronique (Corrieu et Luquet, 2008).

4.3. Le genre *Lactococcus*

Correspond aux streptocoques mésophiles de la flore lactique. Elles sont généralement micro-aérophiles et se développent à 30°C. Leur fermentation des sucres est homolactique et donne de l'acide lactique comme produit final (Sun et al, 2014). Les *Lactocoques* peuvent se trouver dans les aliments comme les produits laitiers, elles sont utilisées dans l'industrie agroalimentaire, les espèces les plus importantes sont : *Lactococcus lactis* (Stiles et Holzapfel, 1997).



Figure 14: *Lactococcus lactis* au microscope électronique (Corrieu et luquet, 2008).

4.4. Le genre *Leuconostoc*

La première description du genre *Leuconostoc* a été rapportée par Van Tieghem en 1878 (Zhang et Cai, 2014) Le terme vient du mot « Nostoc » qui est une algue bleue mucilagineuse et «Leuco» veut dire blanc. Les *Leuconostocs* sont des bactéries à Gram positif, immobiles, asporulées, anaérobies facultatifs avec une forme ovoïde, associées en paire ou en chaînes courtes, elles sont exigeantes du point de vue nutritionnel et leur

croissance est toujours lente, dont leurs optimums de croissance est de 20 à 30 °C (Bjorkroth et al, 2009).

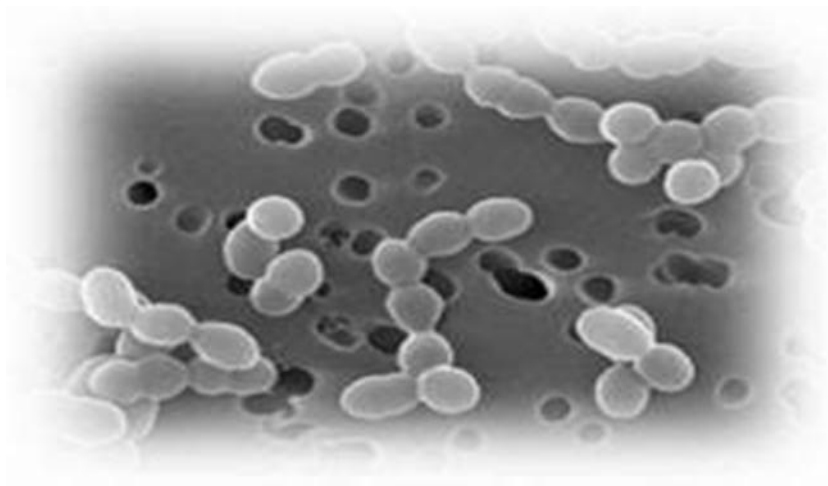


Figure 15: *Leuconostoc mesenteroides* au microscope électronique. (Wallace et al, 2003).

4.5. Le genre *Bifidobacterium*

Traditionnellement, les *Bifidobactéries* sont également considérées comme des bactéries lactiques, en raison de leurs propriétés physiologiques et biochimiques semblables et du fait qu'elles partagent certaines niches écologiques communes aux bactéries lactiques tel que le tractus gastro-intestinal (Klein et al, 1998). En effet, elles ont généralement un pH optimal de croissance autour de 6.5 à 7 et une température de croissance comprise entre 37 et 41 °C. Elles ont la forme irrégulière d'un V ou une morphologie bifide en forme de Y. Elles sont hétérofermentaires et dégradent les hexoses en produisant de l'acide lactique et acétique (Gomez et al ; 1998) et Leahy et al, 2005).

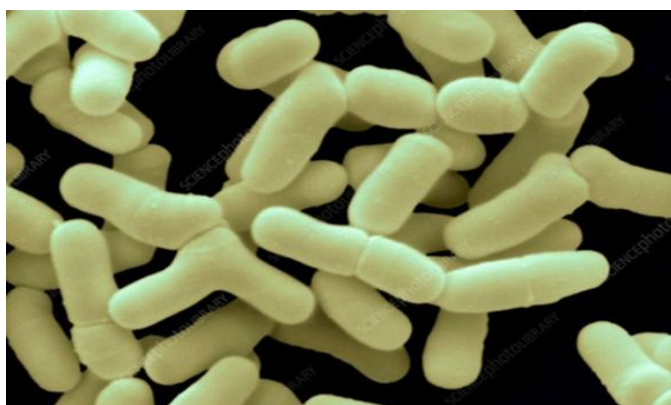


Figure 16: *Bifidobacterium sp* (wallace et al, 2003)

4.6. Le genre *Enterococcus* :

Ce genre forme des coques généralement groupés ou isolés, en paire, en chaînettes ou en amas et leur morphologie peut varier selon les conditions de culture (Devriese et al ,1993). Il se caractérise par sa tolérance à 6,5% de NaCl, au pH 9,6 et par la croissance à 10°C et 45°C avec une température optimale de croissance de 35°C à 37°C (Zhang et Cai, 2014). Les entérocoques peuvent être mobiles, homofermentaires, généralement différenciés par la fermentation de l'arabinose et le sorbitol (Tamime ,2002 ; Ho et al, 2007).



Figure 17: *Enterococcus faecalis* au microscope électronique (Wallace et al ,2003).

4.7. Le genre *Pediococcus* :

Les *Pediococcus* sont des coques homofermentaires dont la particularité est le regroupement en tétrade. Ils sont mésophiles, le plus souvent incapable d'utiliser le lactose, et leur développement nécessite la présence de divers facteurs de croissance. Certaines espèces se distinguent par leur capacité à se développer à des teneurs en sels très élevées, comme *Pediococcus halophilus*, renommé *Tetragenococcus halophilus* ; *Tetragenococcus muriaticus* qui tolère jusqu'à 18% de NaCl (Pilet et al, 2005)

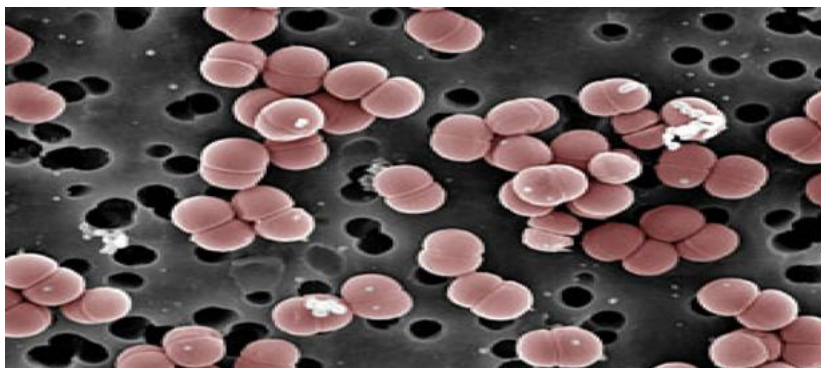


Figure 18: *Pediococcus acidilactici* au microscope électronique.

5. Intérêt des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques jouent un rôle important que ça soit dans le domaine médical ou dans le domaine technologique, la fermentation par les bactéries lactiques constituent l'une des plus anciennes formes de conservation de la nourriture, ils sont utilisés empiriquement depuis des siècles dans la fabrication de nombreux aliments fermentés comme les produits laitiers.

5.1. Intérêts biotechnologiques des bactéries lactiques :

Le rôle principal des bactéries lactiques et la production de l'acide lactiques qui influence :

- Texturation par libération d'exopolysaccharides (yaourt).
- Production d'arômes (acétaldéhyde) (fromage). (**Branger et al, 2012**).
- Acidification par production d'acide lactiques.
- Les bactéries lactiques sont utilisées aussi dans la conservation de la viande fraîche, les saucisses et les saucisses fermentées. (**Garry et le Guern.1999**).
- Les bactéries lactiques productrices des bactériocine une des caractéristiques qui leur permet de se placer comme bio-conservateur leur production de molécules antimicrobiennes.(**Settanni et Corsetti, 2008**).
- L'action de la flore lactique sur la conservation d'un aliment est liée à l'abaissement du pH consécutif à la production d'acides lactiques, ils ont une action déterminante sur les produits fermentés. (**Drouault, Corthier, Effets des bactéries lactiques ingérées avec des laits Fermentés sur la santé, 11 décembre 2000**).

5.1.1. Activité acidifiante

Les bactéries lactiques sont largement utilisées dans la fermentation de différents aliments, leur pouvoir acidifiant permet la coagulation du lait et l'augmentation de la synthèse du caillé (**Visessanguan et al.,2006**) et aussi la capacité à produire des acides organiques accompagnés de l'abaissement du pH est le majeur facteur par lequel ces dernières inhibent la croissance des autres microorganismes concurrents qui ne peuvent pas se développer à des pH acide. (**Hugas et al.,1997**).

5.1.2. Activité protéolytique.

Les bactéries lactiques possédant des protéinases et des peptidases nécessaire à la dégradation des protéines du lait en peptide et acide aminés, ceux-ci peuvent être transformés

en alcool et en acide , cette activité protéolytique intervient de ce fait sur le rendement fromager , la texture et la saveur typique du fromages et par conséquence sur les caractéristiques du produit final.(Weber,1994).

5.1.3. Pouvoir aromatisant et gazeux.

Certaines bactéries lactiques sont capables de produire des composés d'arômes qui participent aux qualités organoleptiques des fromages comme *Lactococcus lactis ssp. Lactis biovar .diacetylactis* produisent des composés aromatisants qui contribuent au gout des produits frais et à la production du CO₂ responsable d'ouverture du fromage (Doleyres.,2002). La plupart des composés d'arôme sont issus du citrate : l'acétoïne et le daicétyle sont les plus importants (Francois et al., 2010).

5.1.4. Propriété probiotique.

- Définition d'un probiotique.

Le terme probiotique dérive de deux mots grecs « pros » qui est pour et « bios » qui est la vie. (Bernier,2010). Les probiotiques sont définis comme des microorganismes vivants, qui après ingestion, exercent des effets bénéfiques sur la santé allant au-delà des vertus nutritives inhérentes de l'aliment (Fuller, 1989) ;(Schaafsma, 1996).

- Les bactéries probiotiques.

Les souches ou espèces probiotiques sont des composants normaux de la flore intestinale (Dunne et al., 2001). En alimentation humaine, les genres microbiens les plus utilisés comme probiotiques sont : *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* et *Streptococcus* (Goldin et Gorbach., 1992; Berg., 1998). Par contre, en alimentation animale de nombreux genres bactériens et fongiques sont utilisés, comme *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus*, *Propionibacterium*, *Saccharomyces*, *Aspergillus* et *Torulopsis* (Tannock., 1997; Pestka et al., 2001).

Il faut noter que les bactéries du genre *Bifidobacterium* sont de plus en plus utilisées dans les produits probiotiques à causes des nombreux effets bénéfiques sur la santé associés à leur consommation (Savilahti et al., 2008 ; Lee, 2012; Gourbeyre et al., 2011) Pour obtenir certains effets positifs sur la santé (réduction des infections intestinales, digestion du lactose, réduction du cholestérol), une souche probiotique doit atteindre le gros intestin à une concentration d'environ 10⁷ cellules viables/gramme (Stanton et al., 2001). De ce fait, la concentration d'un probiotique dans un aliment doit tenir compte de cette contrainte pour

permettre d'atteindre les concentrations ciblées dans le colon. Cette concentration dépend évidemment de la nature de l'aliment utilisé et de la quantité journalière consommée.

- **Rôle probiotique des bactéries lactiques :**

De nos jours, les bactéries lactiques sont de plus en plus recherchées, pour des qualités thérapeutiques dans des préparations appelées probiotiques (**Patriganani et al., 2007**). Les bénéfices potentiels des probiotiques vont de la suppression de l'activité de certains pathogènes, de l'amélioration de l'utilisation du lactose (**De Vrese et al., 2001**), de la réduction du cholestérol sanguin et du niveau de substance carcinogène, de l'inactivation de composés toxiques (**Bottazzi., 1988**). Les probiotiques participent à la stimulation de l'immunité et à la réduction d'allergies chez les sujets à risque (**Heyman et al., 2006**). Des travaux, montrent que la souche probiotique *Lb. rhamnosus* GG administrée à des mères à risque atopique, quatre semaines avant la naissance, et au nouveau-né durant les premiers mois de vie a permis une réduction significative des manifestations allergiques (**Kalliomaki et al., 2001**).

5.2. Effets des bactéries lactiques sur la santé

L'intérêt des bactéries lactiques en matière de santé humaine a été initialement proposé au début du siècle, en **1907**, par le russe **Metchnikoff** dont il a montré que les lactobacilles pouvaient réduire la putréfaction intestinale, en modifiant la microflore intestinale.

. Seul un petit nombre de bactéries lactiques dont les genres bactériens sont *Lb. acidophilus*, *Lb. rhamnosus*, *Lb. plantarum*, *E. faecium* ainsi que les bifidobactéries a été ainsi étudié.

Les effets bénéfiques potentiels cités sont nombreux et variés tels que l'amélioration de la digestion du lactose et le traitement des désordres diarrhéiques, d'autres restent encore controversés tels que la réduction de la formation de tumeurs(**Schaafsma, 1996**). Ainsi une Activité hypocholestérolémiant décrite par **Gilliland En 1985** montre que certaines souches de bactéries lactiques ont la capacité d'assimiler le cholestérol. En effet, certaines bactéries lactiques inhibent la conversion de l'acétate en cholestérol dont Les exopolysaccharides des bactéries lactiques incluent l'abaissement du cholestérol. (**Savado et Traor., 2011**) .

5.3. Devenir des bactéries lactiques ingérées

Pour une meilleure connaissance du devenir des bactéries lactiques ingérées avec l'aliment et la compréhension de l'action des probiotiques chez l'homme et l'animal. Il est

probable que pour exercer un effet probiotique significatif, les bactéries doivent arriver vivantes et en nombre suffisant dans l'intestin. Le moyen le plus fiable d'étudier le devenir des bactéries ingérées dans le tractus digestif est d'effectuer des mesures in vivo (**Marteau et al.1992**). d'où, deux techniques peuvent être utilisées:

- **La collection des selles:** Le pourcentage de survie des bactéries dans les selles après consommation varie de 1 à 5% excepté pour *Bifidobacterium sp.* (**Lindwall , et al ;1984**). Les bactéries ingérées sont généralement excrétées dans les selles pendant quelques jours après leur ingestion à la même vitesse qu'un marqueur de transit [15, 67, 80] [15] (**Bouhnik et al ,1992**) ; (**Klijn et al,1995**) ; (**Marteau et al,1993**) Par exemple, *L. lactis* n'est plus détectable dans les selles 3 jours après l'arrêt de l'administration orale des bactéries. Cependant certaines souches de lactobacilles peuvent persister plus longtemps dans les selles(**Klijn et al,(1995)**).Ce la suggère que de nombreux facteurs environnementaux influent sur l'élimination des bactéries lactiques du tractus digestif.
- **l'intubation intestinale :** L'intubation intestinale est la meilleure technique pour obtenir des échantillons humains ou animaux à partir des différents segments du tractus gastro-intestinal. De plus, les techniques de perfusion permettent de déterminer non seulement les concentrations en bactéries mais également leur débit dans un compartiment bien précis du tractus digestif. Les bactéries majoritairement étudiées sont *Lb. acidophilus* et les *bifidobactéries*. **Marteau et al 1993**. ont notamment montré qu'après ingestion d'un lait fermenté contenant $108 \cdot g^{-1}$ *Lb. acidophilus* et $107 \cdot g^{-1}$ *Bifidobacterium*, environ 1,5% et 37,5% des *Lb. acidophilus* et *Bifidobacterium* ingérés étaient retrouvés dans les contenus iléaux .

Chapitre III
Substances
antimicrobiennes

1. Substances antimicrobiennes.

Les bactéries lactiques produisent de nombreux métabolites aux propriétés antimicrobiennes leur permettant de se développer préférentiellement dans divers écosystème l'activité antagonisme du bactérie lactique est due aux métabolites excrété : l'acide lactiques et autres acide organique , peroxyde d'hydrogène ,le dioxyde de carbone, le diacetyl, la reutérine et les bactériocines(**Dortu et Thonart.2009**).

1.1. Les acides organiques.

Les bactéries lactiques produisent de nombreux métabolites aux propriétés antimicrobiennes tels que les acides organiques, comme l'acide lactique, l'acide acétique ou l'acide propionique, élaborés lors de la fermentation des glucides.

- **Rôle des acides organiques.**

En général, la production d'acides organiques permet une acidification du milieu qui peut limiter la croissance de certaines bactéries entre autres les bactéries indésirables , assurant deux importantes actions antimicrobiennes telles qu'un excellent pouvoir bactéricide ou un effet bactériostatique contre les micro-organismes pathogènes (**Jedidi, 2007**), les niveaux et les types d'acide organique produit pendant les fermentations dépendent de l'espèce , de la composition du milieu et des conditions de la croissance. Le pH bas externe cause l'acidification du cytoplasme des cellules alors que l'acide non dissocié étant lipophile peut se répandre passivement à travers la membrane l'acide non dissocié agit en effondrant le gradient électrochimique de proton ou en changeant la perméabilité de la membrane des cellules (**Podolak et al.1996**), (**Klenhammer 1993**).Des expositions prolongées dans un milieu acide peuvent entraîner la mort de plusieurs bactéries, y compris les ferments lactiques (**Champagne et al., 1992**).

1.2. Le peroxyde d'hydrogène.

Les bactéries lactiques sont capables de produire du peroxyde d'hydrogène (**Van de Guchte et al, 2001**) qui possède donc un effet inhibiteur sur la croissance de micro-organismes ne possédant aucun système de défense adéquat comme les catalases (**Touati, 2000**).



- **Role du peroxyde d'hydrogène.**

Les bactéries lactiques hétérofermentaires synthétisent du dioxyde de carbone comme métabolite secondaire. Son accumulation dans le milieu extérieur crée une anaérobiose qui s'avère toxique pour certains microorganismes aérobies présents dans l'aliment. Le diacétyle peut inhiber la croissance des bactéries à Gram négatif, des levures et moisissures (**Eklund,1984 ; Alakomi et al, 2000 ; Ammor et al, 2006**).

Le peroxyde d'hydrogène est le constituant d'un système inhibiteur naturel comportant aussi une peroxydase et du thiocyanate comme accepteur d'électrons. Ce composé est un inhibiteur de la croissance microbienne car il bloque le fonctionnement de certaines enzymes-clés intervenant dans la glycolyse, comme l'hexokinase. L'action bactériostatique de ce système entraîne des irrégularités d'acidifications par les levains lactiques, qui peuvent ainsi s'auto-inhiber car ils y sont résistants. Mais, comme il peut être bactéricide pour certaines bactéries de contamination, voire pathogènes (**Desmazeaud, 1996**).

1.3. Les bactériocines.

La détection de la première bactériocine remonte à **1925** par **Andre Gratia** qui a observé que la croissance des certaines souches d'*Escherichia coli* a été inhibée en présence d'un composé antibactérien, dont il a donné le nom de colicin V. La découverte d'une bactériocine chez les lactocoques remonte à **1933**. A cette époque, **Whitehead (1933)** avait observé dans un lot du lait spécifique que la présence de deux souches de lactocoques inhibait la croissance d'un ferment de culture fromagère. En **1953**, **Jacob** et al. proposèrent le terme général « Bactériocine ».

La définition la plus acceptée est celle de **Klaenhammer (1988)** qui définit les bactériocines comme des protéines, ou complexes de protéines, avec une activité bactéricide contre des espèces proches de la souche productrice. Les plus connues sont : la nisine, la diplococcine, l'acidophiline et la bulgaricane (**Ogunbanwo et al, 2003 ; Dortu et Thonart, 2009**).

Toutes les bactériocines produites par des bactéries lactiques décrites jusqu'à présent ont une activité dirigée contre les bactéries Gram positif. Aucune bactériocine produite par des bactéries lactiques avec une activité contre des bactéries Gram négatives n'a été décrite, la membrane externe des bactéries Gram négatives ne permettant pas aux bactériocines d'atteindre la membrane interne, siège de leur activité (**Dortu et Thonart, 2009**).

1.3.1. Caractérisations des bactériocines.

Les bactériocines représentent une large classe de substances antagonistes qui varient considérablement du point de vue de leur poids moléculaire, de leurs propriétés biochimiques, de leur spectre d'action et de leur mode d'action **Klaenhamme(1988)**. Dans leur grande majorité, les bactériocines peptidiques de bactéries lactiques sont :

- Thermorésistantes .
- Stables dans des zones de pH de 3 à 8
- Sensibles à l'action d'enzymes protéolytiques (présentes dans le tractus intestinal).
- Elles ont des sites de liaisons spécifiques dans la membrane des bactéries cibles.
- Leur synthèse est associée à la synthèse d'une protéine d'immunité qui évite de provoquer la mort de la cellule excrétrice.
- Elles ont un spectre d'activité étroit (**Dridier, 2006**).
- Ne présentent pas de nocivité apparente pour l'homme et les animaux domestiques, ce qui implique une utilisation potentielle dans les domaines agroalimentaire et thérapeutique (**Morisset, 2003**).
- N'ont pas d'effet négatif sur la qualité organoleptique du produit.
- Représentent un intérêt dans la conservation des denrées alimentaires par leur capacité à réguler la microflore existant dans les produits fermentés et inhibent la croissance des germes pathogènes (**Dortu et Thonart, 2009**).
- 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**), contribuant ainsi à la préservation de l'équilibre microbien et organoleptique du fromage (**Harris et al., 1989 ; Georgalaki et al., 2002**).

1.3.2. Classification des bactériocines :

Selon la source la plus adapté qui est de **Klaenhammer (1993)**, concernant la classification ; les bactériocines produites par les bactéries lactiques sont réparties en quatre classes.

Chapitre III : Substances antimicrobiennes

- **Classe I:** c'est Les lantibiotiques : Il s'agit de peptides de taille réduite (<5 kDa), regroupe tous les peptides thermorésistants contenant des acides aminés soufrés inhabituels obtenus par modification post-traductionnelle dont le plus caractéristique est la lanthionine, cette classe présente deux sous classes :
 - **Classe I-a :** qui comprennent des peptides cationiques hydrophobes allongés d'une trentaine de résidus d'acides aminés d'où les plus connues sont : la nisine, la subtiline et l'épidermine (Delves-Broughton et al., 1996) ; (Gross et Kiltz, 1973) ; (Allgaier et al., 1986) . .
 - **La classe I-b** qui comprend les peptides globulaires chargés négativement ou sans charge nette présente une forme compacte et rigide et contenant jusqu'à 19 acides aminés (Twomey et al, 2002) comme : la mersacidine (Prasch et al, 1997).

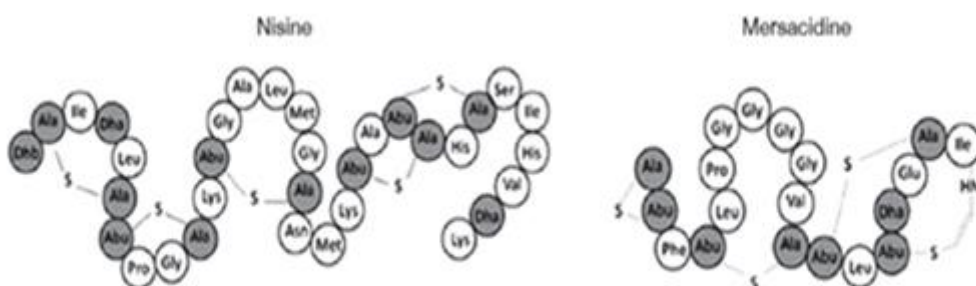


Figure 19: Séquence et structure de lantibiotique de type A(Nisine) et B (Mersacidine).

- **Classe II:** Les bactériocines qui possèdent uniquement des acides aminés standards sans modifications post-traductionnelles, sont des peptides de taille inférieure à 10 kDa, stables à la chaleur, ne contenant pas d'acides aminés modifiés. Leur point isoélectrique varie entre 8 et 10. Cette classe est divisée en trois sous-classes (Savadogo et al, 2016).
 - **La sous-classe II -A :** Leur principal représentant est la pédiocine PA-1(Drider et al., 2006).Contient entre 27 et 48 acides aminés et ont toutes une partie N-terminale hydrophobe contenant la séquence consensus YGNGV ainsi qu'un pont disulfure et une partie C-terminale moins conservée, hydrophobe ou amphiphile qui détermine la spécificité d'action (Fimland et al., 2000 et Richard et al., 2006).

Chapitre III : Substances antimicrobiennes

- **La sous classe II -B** : Communément appelées «two-peptides» Contient les bactériocines ayant besoin de deux peptides pour avoir une activité. Deux types de bactériocines de classe IIB peuvent être distingués :

-**le type E** : (Enhancing) où la fonction d'un des deux peptides est d'augmenter l'activité de l'autre.

- **le type S** : (Synergy) où les deux peptides sont complémentaires, ils doivent être présents pour avoir une activité. (Oppegård *et al.*, 2007).

- **La sous classe II- C** : Sont des bactériocines cycliques (Kawai *et al.*, 2004) avec une liaison peptidique intramoléculaire qui circularise le peptide ainsi Contient les bactériocines ne pouvant pas être classées dans les autres sous classes (Nigutova *et al.*, 2007 et Yang *et al.*, 2012).

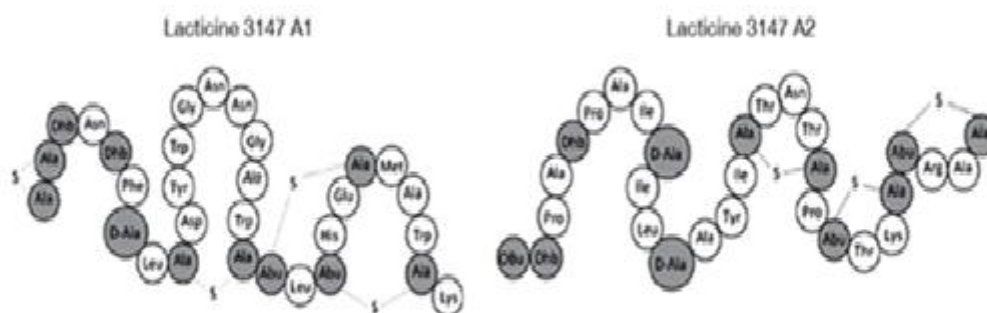


Figure 20:Séquence et structure d'un lantibiotique « Two-peptides » (Lacticine 3147 A1 et A2).

- **Classe III** : Bactériocines **protéiques** se sont des protéines thermosensibles et un haut poids Moléculaire supérieur à 30 kDa. La structure et le mode d'action de ces bactériocines diffèrent complètement des autres bactériocines produites par les bactéries lactiques (Nigutova *et al.* 2007). Cette classe ne contient que quatre bactériocines : l'helveticin J produite par *Lb. helveticus*, l'enterolysin A produite par *E. faecium*, la zoocin A produite par *S. zooepidemicus* et la millericin B produite par *S. milleri* (Nilsen *et al.*, 2003 et Nigutova *et al.*, 2007).

- **Classe IV:** sont des protéines de haut poids moléculaire, thermosensible, c'est Bactériocines complexes Se sont des peptides requérant une partie carbo-hydratée ou lipidique pour avoir une activité. (**Carme et Thonart, 2009**).

1.3.3. Mécanismes d'action.

Le siège d'activité des bactériocines est la membrane cellulaire, raison pour laquelle les bactériocines n'ont pas d'activité contre les bactéries Gram-négatif. Ces substances vont interagir avec des récepteurs de peptidoglycane en provoquant l'augmentation de la perméabilité de la membrane et par conséquent, la mort cellulaire. Cependant, les modes d'action des bactériocines sur la membrane sont variés (**Dortu et Thonart, 2009**). Bien que toutes les bactériocines partagent le même site d'action qui est la membrane cytoplasmique, leur mode d'action semble être différent (**Dortu et Thonart, 2009**):

Les lantibiotiques tel que la nisine, portant une structure cationique et amphiphile allongée, interagissent avec la membrane des cellules cibles soit en se liant au lipide II (un précurseur de peptidoglycanes) empêchant ainsi la synthèse de la paroi cellulaire conduisant à la mort de la cellule, soit en utilisant ce lipide comme une molécule d'appui pour s'insérer dans la membrane et y former des pores causant la destruction de la cellule suite à la dissipation du potentiel membranaire et l'efflux des petites molécules (ions, ATP, acides aminés, etc.)

L'insertion des bactériocines de la classe II dans la membrane est conférée par la structure α -hélice amphiphile La mersacidine tue la cellule en interférant avec ses réactions enzymatiques comme la synthèse de la paroi (**Gillor et al, 2008 ; Dortu et Thonart, 2009**). Cette insertion induit la perméabilisation de la membrane et par conséquent la mort cellulaire suite à l'écoulement des molécules à faible poids moléculaire.

Bactériocines de la classe III : Leurs mécanismes d'action différents complètement de ceux des autres bactériocines, car leur activité antibactérienne implique l'hydrolyse d'une partie de la membrane externe. Par la présence d'une région catalytique homologue à des Endopeptidases en partie N-terminale, la partie C-terminale intervenant plutôt comme site de reconnaissance pour la cible (**Zacharof et Lovitt, 2012 ; Johnsen et al, 2005**).

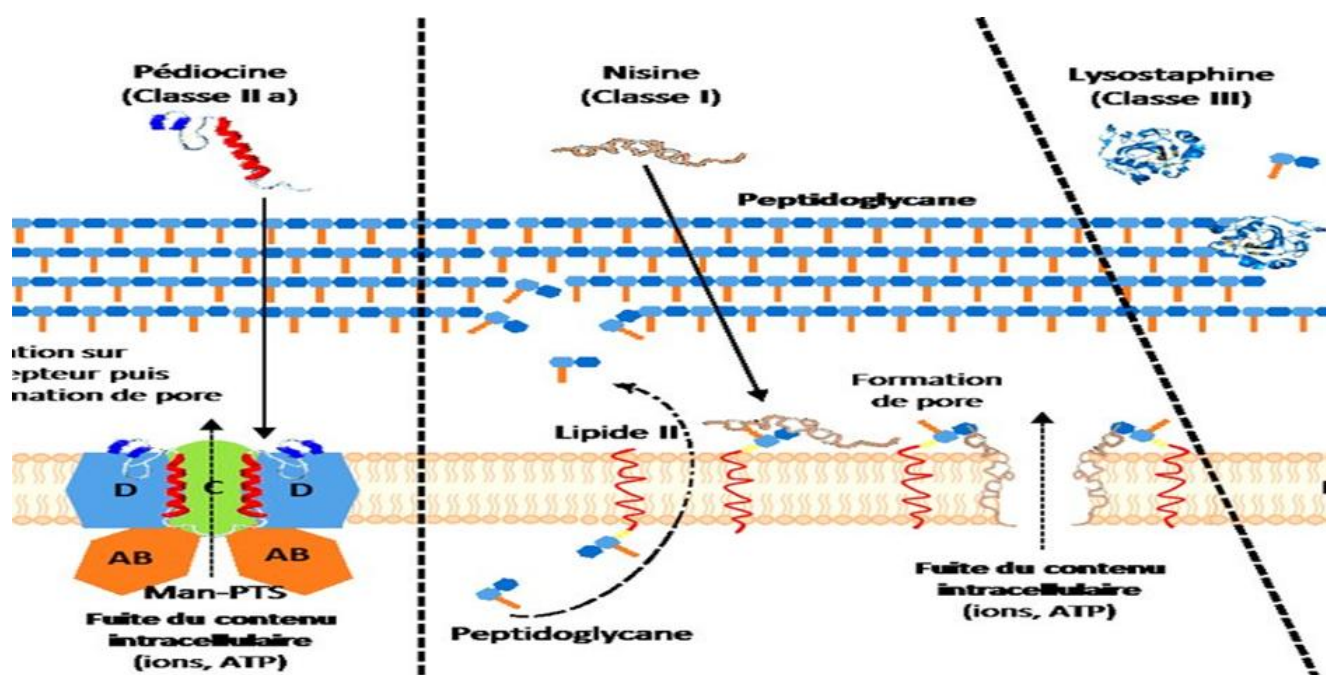


Figure 21: Principaux mécanisme d'action des bactériocines. (Cotter et al ; 2005).

1.3.4. Production et le conditionnement des bactériocines.

Les bactériocines sont généralement produites à la fin de la phase exponentielle et au début de la phase stationnaire de croissance (Savijoki Et al. 2006). Les conditions de culture influencent fortement la production de bactériocines. En effet, l'optimisation de la croissance ne résulte pas nécessairement en l'optimisation de la production de bactériocines. Il a même été suggéré que des conditions de croissance défavorables permettent de stimuler leur production.

Il est très difficile de conditionner les bactériocines sous une forme purifiée. La purification des bactériocines est une procédure longue et coûteuse nécessite la mise en œuvre de nombreuses techniques, différentes combinaisons de chromatographies sur colonne telles que des échanges d'ions ou des interactions hydrophobes et une étape finale de chromatographie liquide à haute performance en phase inverse.

1.3.4. Applications des bactériocines.

- **Dans l'industrie alimentaire :** du fait qu'elles sont des substances naturelles, l'emploi des bactériocines permettrait d'avoir des produits plus sains et réduirait l'utilisation des agents chimiques de conservation (Galvarez Et al. 2007). Ces dernières années, l'application des bactériocines dans la technologie a gagné une grande attention. En effet, plusieurs bactériocines montrent des effets synergiques ou additionnels

Chapitre III : Substances antimicrobiennes

lorsqu'elles sont utilisées en combinaison avec d'autres agents antimicrobiens, incluant des conservateurs chimiques, des composés phénoliques naturels (**Grande Et Ai., 2007**).

- **Domaines de la médecine humaine:** plusieurs études ont démontré que l'utilisation répandue des antibiotiques pour traiter et prévenir les infections, engendrait de sérieux problèmes de toxicité et de résistance. Les bactériocines ont été énormément appréciées comme étant des agents de thérapie naturelle, alternative aux antibiotiques, puisque l'effet inhibiteur des bactériocines pourrait réduire les effets nocifs engendrés par l'antibiothérapie. Un lantibiotique est utilisé dans la thérapie pour remplacer l'usage habituel de l'érythromycine et de la vitamine A. Cette application montre plusieurs avantages tels que l'absence de résistance aux lantibiotiques (**Smaoui, 2010**). Trois bactériocines produites par *Laciobacillus johnsonii*, *Lactobacillus casei* et *Laaohacillus amylovorus* montrent une activité inhibitrice contre l'agent pathogène gastrique humain *Helicobacter pylori* qui cause des ulcères gastriques. (**Monts et De Vuyst, 2001**).

CHAPITRE IV :

**Activité antimicrobienne
des bactéries lactiques
isolées des produits laitiers
traditionnels Algériens**

Activité antimicrobienne des bactéries lactiques isolées des produits laitiers traditionnels Algériens

Les bactéries lactiques sont utilisées pendant des milliers d'années pour la fermentation des produits alimentaires par différentes populations ; En plus de leurs propriétés de fermentation, de résistance aux variations de pH et de température élevées ils présentent un pouvoir probiotique bien établi ; ainsi se sont des outils technologiques très importants dont la propriété de bioconservation qui attribue les métabolites responsables d'activité antimicrobienne dirigée contre des pathogènes d'alimentation (Vermeiren et al., 2004).

Les bactéries lactiques isolées à plusieurs reprises de produits laitiers traditionnels Algériens variés tels que le beurre traditionnel "Shmen" (Kacem, et Karam, 2006), le Jben (Ouadghiri et al., 2005) ou encore El-Klila (Boubekri et Ohta, 1996) ; Présentant un rôle primordiale dans l'inhibition de la flore indésirable par l'action des métabolites synthétisés à effet bactéricide ou bactériostatique tels que les acides organiques, le peroxyde d'hydrogène et les bactériocines (Atrih et Foster, 2001).

Le pouvoir antagonisme des bactéries lactiques est mené par plusieurs travaux sur des souches ciblées à potentiel pathogène ou la révélation du spectre d'activité antibactérienne des isolats de bactéries lactiques a été réalisée sur des bactéries pathogènes à gram positif *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Listeria monocytogenes*, *Streptococcus pneumoniae*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium* ; *Enterococcus avium* et à gram négatif : *Pseudomonas aeruginosa*, et *Escherichia coli*., *Salmonella typhi* ; *Klebsiella pneumoniae* ; *Acinetobacter baumannii* (H.Labioui et al., 2005)

L'effet antagoniste mis en évidence par des recherches obtenues de différentes régions est issu de différentes méthodes ainsi les milieux M17 et MRS sont utilisés de façon routinière pour l'isolation et le comptage des BL de la plupart des produits fermentés.

➤ Méthode décrite par Fleming et al., 1985 : une boîte contenant le milieu MRS à 1,2 % d'Agar et 0,2 % de Glucose estensemencé par touche d'une culture de bactéries lactiques, l'incubation se fait à 37°C +/- 1 jusqu'à l'obtention de colonies confluentes. Puis, une inoculation d'un tube contenant (10ml) de milieu MRS semi –solide (0,7% d'Agar et 0,2% de glucose), avec 0,42 ml de la culture d'une nuit de la souche indicatrice (pathogène). Après agitation, le tube doit être coulé au-dessus de la première couche de gélose.

La lecture des boîtes de Pétri s'effectue après 24h d'incubation à 37°C en aérobiose, par la mesure des zones d'inhibition produites (en mm).

➤ Méthode des puits (**méthode de Barefoot et Klaenhammer (1993)**) : les bactéries lactiques sont repiqués dans un milieu MRS ou M17 liquide et incubés pendant 18h à 30°C puis une centrifugation réfrigérée (4°C) est réalisé à 4000 tour/min pendant 15 min.

Des puits de 5mm de diamètres sont creusés à l'aide d'un emporte-pièce sur une gélose nutritive inoculé par une souche indicatrice et seront remplis avec de surnagent de culture, puis une incubation de 4h à 4°C pour permettre la bonne diffusion de la substance antimicrobienne (**Doumandji et al., 2010**) suivi d'une incubation à 37°C pendant 24h , La lecture des résultats consiste à mesurer le rayon de cercle d'inhibition.

La recherche de l'effet inhibiteur par le test de diffusion en puits; dans l'étude apportée par **Mechai et Kirane (2008)** à montrer que le spectre d'activité de cinq souches bactériocinogènes identifiées et sélectionnées (*Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus asidophilus*, *Lactobacillus plantarum* un *Leuconostoc* et un isolat de *L. lactis*) à partir de 52 bactéries lactique isolées du lait fermenté traditionnel contre les différentes bactéries ; sont révélées inefficaces contre les bactéries Gram négatives à l'exception des préparations de bactériocines partiellement purifiées provenant de la souche (*Lactobacillus plantarum*) ont montré une large activité antimicrobienne, contre *Pseudomonas* et *E. coli* ; parallèlement parmi toutes les souches indicatrices testées, *L. monocytogenes* et *S. aureus*, étaient les plus sensibles, étant inhibées par les cinq souches. qui sont des résultats similaire avec l'apport de **Alpay Karaoglu et al. (2003)** ou les bactériocines de *Lactobacillus* se retrouvent dans chacune des quatre classes principales de protéines antimicrobiennes produites par les BL et les lactobacilles produisent de nombreuses activités bactériocines différentes

Les travaux de **Benhamouche et al. (2012)**, conduite en antagonisme bactérien sur milieu solide MRS par la méthode de double couche et la méthode des puits. Sur les 48 souches isolées, 36 (75%) souches possèdent un pouvoir inhibiteur et 12 (25%) souches n'ont montré aucune inhibition ainsi la sélection des souches qui sont des inhibiteurs puissants a été basée sur deux points le diamètre de la zone d'inhibition sur milieu solide et le pourcentage d'inhibition en culture mixte : ou 7 souches que les isolats ont donné une action antagoniste contre *Listeria innocua* ; ils constatent que la souche de *Lactococcus lactis* , isolée du lait de chèvre cru, a montré une action anti-*Listeria* , et a été sélectionnée en raison de sa capacité à inhiber le *Staphylococcus aureus*, avec un diamètre de 15mm.

Une étude similaire en **2014** faite par **Mechai, A., Debabza, M. et Kirane D** .sur Un total de 208 souches de bactéries lactiques isolées du lait fermenté traditionnel algérien (Jben,

Activité antimicrobienne des bactéries lactiques isolées des produits laitiers traditionnels Algériens

Klila, Raïb et Lben) testées pour leur activité antimicrobienne contre *Listeria monocytogenes* en utilisant la technique de diffusion en puits d'agar, 52 des isolats produisaient des substances antimicrobiennes actives contre la souche indicatrice *L. monocytogenes* mais seules 11 souches ont été retenues *Lb. curvatus* (1 souche), *Ln. mesenteroides subsp mesenteroides* (1 souche), *Lb. plantarum* (3 souches), *Lb. brevis* (2 souches), *Lactobacillus acidophilus* (2 souches) et *Lactococcus lactis subsp lactis* (2 souches)

Les bactériocines provenant des bactéries lactiques sélectionnées se sont révélées inefficaces contre les bactéries Gram négatives par absence d'apparition des zones d'inhibition sauf pour les préparations de bactériocines partiellement purifiées à partir des souches (*Lb. plantarum* et *Lb. curvatus*) ont montré une large activité antimicrobienne, vis à *Pseudomonas* et *E. coli* avec des zones d'inhibition de 10mm à 12mm de même **Messi et al.,2001** ont rapporté l'action inhibitrice de la bactériocine de *L. plantarum* contre des souches Gram négatives.

Les souches indicatrices testées, *L. monocytogenes* et *S. aureus*, ont été les plus sensibles, étant inhibées par les 11 souches présentant des diamètres d'inhibition qui dépasse les 12mm la haute sensibilité de la souche *Listeria* aux bactériocines produites n'est pas surprenante, puisqu'une large sensibilité des souches de *L. monocytogenes* aux bactériocines a été rapportée (**Ennahar et Deschamps, 2000 ; Achemchem et al., 2006 ; Mechai Abdelbasset et Kirane Djamila 2008**).

La mise en évidence porté par **Abdelbasset Mechai et al (2020)** de l'activité antagoniste produite par des BL, 42 isolats issus à partir de différents produits laitiers (Jben et Klila et de lait fermenté traditionnellement) de nord-est de l'Algérie (Annaba) dont 10 souches testées sont sélectionnées pour la production des substances de bactériocine par un essai de diffusion en puits. Les BL sélectionnés sont : *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei subsp. Casei*, *Lactobacillus pentosus*, *Lactococcus lactis subsp lactis*, *Pediococcus pentosaceus* et *Pediococcus acidilactici*, respectivement et *Lactobacillus curvatu* ; vis-à-vis les pathogènes: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*.

Toutes les antibactériennes testées se sont révélées très actives dont les diamètres des zones d'inhibition variaient entre (10,35 ±0,25) mm et (22,1 ±0,2) mm pour les bactéries Gram positif et entre (8,0 ± 0,4) mm et (20,1 ± 0,09) mm pour les bactéries Gram négatif. L'activité

Activité antimicrobienne des bactéries lactiques isolées des produits laitiers traditionnels Algériens

antimicrobienne la plus élevée ($22,1 \pm 0,2$ mm) montre que le BLIS (souche indicatrice de bactérie lactique) de *Lactobacillus plantarum* contre *Enterococcus faecalis*.

Des travaux faitent par **Guetouache Mourad** et **Guessas Bettache (2018)** sur l'activité antimicrobienne des bactéries lactiques isolées de beurre traditionnel de la région de Djelfa a été détecté par la méthode de diffusion en puits sur la base de leur capacité à inhiber la croissance des souches indésirables dont 177 isolats et 79 souches purifiés comme bactéries lactiques par la détermination des caractéristiques morphologiques, physiologiques et biochimiques ainsi la comparaison avec des souches de référence identifier des méthodes moléculaires directes basées sur la PCR. dont les espèces dominants sont : *Lactobacillus alimentarius* , *Lactobacillus plantarum* , *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactococcus lactis* , *Lactococcus cremoris* , *Leuconostoc mesenteroides* , et *Enterococcus faecalis*.

Les résultats indiquent que, les souches du *Lactobacillus plantarum*, *Lactococcus lactis* et *Enterococcus faecalis* ont montré la plus grande zone d'inhibition de la croissance (de 11 à 15mm) contre des isolats indicateurs : *Bacillus subtilis* , *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* de plus la bacteriocine produite par *Lactobacillus acidophilus* développe une activité positive contre *Staphylococcus aureus*, qui sont des résultats similaires avec les travaux de **Atanasovaa et al (2014)** et **Guetouache et al (2015)**.

D'après **Djelloul Daouadji ,S et al ;(2020)** l'isolement d'un total de 200 bactéries lactique à partir de lait récolté et de produits laitiers fermentés traditionnels (Jben et kamaria) du sud de l'Algérie (Ouargla) et a été testé pour leur activité antibactérienne contre des bactéries pathogènes cliniques Gram positif et négatif (*S.aureus* et *P.aeruginosa*) par la méthode de la tâche d'agar après isolement et sélection de 19 souches bactériennes par rapport à leurs propriétés fonctionnelles.

Les résultats obtenus indiquent que le diamètre moyen mesuré de la zone d'inhibition était d'environ 8-26 mm avec des effets inhibiteurs différents sur les bactéries pathogènes cliniques ce qui est de même apporte par **Zamfir et al (1999)** dont Les composés inhibiteurs produits par les souches inhibitrices ont montré une différence de ces résultats reflète que la bacteriocine produite par les deux souches bactériennes *Lactococcus raffinolactis* et *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris* a montré une excellente activité antagoniste contre *E. faecalis*, *P.aeruginosa* et *S. aureus* utilisant le test spot agar (**Fleming et al., 1975**) avec un diamètre de zone d'inhibition (26 mm).

L'évaluation **Mokdad et al. (2020)** du pouvoir antagoniste des isolats lactiques a été étudié vis-à-vis trois souches cibles, indicatrices d'altération ont rapporté que *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris* a montré un potentiel important pour l'inhibition de bactéries pathogènes telles que *L. monocytogenes* ; pathogènes Gram-positifs, comme, *S. aureus*, *M. luteus*, et des pathogènes Gram-négatifs, comme *E. coli* et *P. aeruginosa* ont déjà été décrits par (**Asahina et al., 2012 ; Arakawa et al., 2016 ; Bellil et al., 2018**).

Le travail de **COELHO et al. (2014)**, a montré que les espèces d'*Enterococcus* peuvent avoir une grande importance technologique dans les fromages par le contrôle de *L. monocytogenes* et que la combinaison de deux bactériocines produits par *Enterococcus* ssp, optimisent la réduction de *L. monocytogenes* après 7 jours dans un fromage frais. Selon **CAVICCHIOLI et al., (2015)**, a montré que *L. monocytogenes* est spécialement inhibé par les isolats d'*Enterococcus* isolés à partir du lait de chèvre.

L. Belyagoubi et D.Abdelouahid (2013) ont testées effets inhibiteurs des isolats des souches de LAB sur quatre bactéries Gram positif *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Listeria monocytogenes* et *Bacillus cereus* et contre deux bactéries Gram négative *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*, l'activité antagoniste a été examinée comme décrit par la méthode de **Flemming 1975** avec quelques modifications.

Les résultats apparaissent avec des zones de clairance fluctuant entre 04 et 37 mm. Ces valeurs étaient systématiquement plus élevées que celles rapportées dans des études antérieures ce qui indique que les effets antimicrobiens des BL pourraient être fondamentalement attribués à la mort cellulaire plutôt qu'à l'inhibition de la croissance. de même un large spectre de substances provenant de *Lactobacillus reuteri* ayant une activité antimicrobienne contre les bactéries Gram négatif a été trouvé (**Talarico, T.L., et al. ;1988**) Ainsi, les souches isolées de Dhan et Zebda étaient hautement capables d'inhiber les indicateurs pathogènes.

Ces travaux ont également révélé que les composés bactériocines inhibiteurs produits par les bactéries lactiques ont démontré une résistance élevée aux traitements thermiques dont la température varie de de 60°C pendant 30min à 121°C pendant 15min.. D'autre part, les bactériocines se sont révélées stables dans une large gamme de pH, tous les peptides conservant une certaine activité antimicrobienne dans la gamme de pH de 3 à 10 de même d'après **ADAMS et MOSS (2008)**, la production d'acide lactique et de l'acide acétique et la diminution consécutive du pH sont de loin les plus importants facteurs d'inhibition.

Activité antimicrobienne des bactéries lactiques isolées des produits laitiers traditionnels Algériens

Sur le site comparaison **Wenjun Liu 2011** dans un objectif d'étudier la diversité des communautés de bactéries lactiques dans les produits laitiers fermentés de yak, jument, chèvre et vache collectés dans 13 régions différentes de Mongolie, rapporte que le nombre de BL dans ces échantillons variaient de 3,41 à 9,03 log cfu/mL, les laits fermentés de yak et de jument présentaient des nombres moyens de BL presque identiques, plus élevés que ceux du lait de chèvre fermenté, mais légèrement inférieurs à ceux du lait de vache fermenté.

Les échantillons de lait fermenté analysés ont été produits par des méthodes traditionnelles et anciennes de fermentation naturelle. Ces produits laitiers varient en fonction de leur qualité, de leur goût, de leurs ingrédients et de leurs méthodes de production, qui sont uniques selon les régions. Au total, 668 isolats ont été obtenus à partir de ces échantillons en utilisant les géloses de MRS et la gélose M17. Chaque isolat considéré comme une BL été identifié au niveau de l'espèce par séquençage du gène de l'ARNr 16S, l'analyse PCR multiplex et l'analyse du polymorphisme.

Les résultats démontrent que les produits laitiers fermentés traditionnels de différentes régions de la Mongolie ont des compositions complexes d'espèces de BL comme *Enterococcus*

faecalis (1 souche), *Enterococcus durans* (3 souches), *Lactobacillus brevis* (3 souches), *Lactobacillus buchneri* (2 souches), *Lactobacillus casei* (16 souches), *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* (142 souches), *Lactobacillus diolivorans* (17 souches), *Lactobacillus fermentum* (42 souches), *Lactobacillus kefir* (6 souches), *Lactobacillus plantarum ssp. plantarum* (7 souches), *Lactococcus lactis ssp. Lactis* (7 souches), *Leuconostoc lactis* (22 souches), *Leuconostoc mesenteroides* (21 souches), *Weissella cibaria* (1 souche), site prédominantes étaient *Streptococcus thermophilus* (195 souches), et *Lactobacillus helveticus* (183 souches), qui ont été isolées dans tous les sites d'échantillonnage. Aussi, **Watanabe et al. (2008)** ont rapporté que le nombre de BL dans les laits fermentés traditionnels mongols airag et tarag étaient respectivement de $7,78 \pm 0,50$ et $8,35 \pm 0,62$ log cfu/mL.

De même **M. Ouadghiri et al 2005** ont arrivé à comptes de 108-109 cfu/g de BL présentent dans des échantillons de fromage blanc (Jben) ; l'identité des souches a été confirmée par (GTG)5-PCR. Les genres dominants à partir de 34% des isolats sont *Lactobacillus*, *Lactococcus* (27%), *Leuconostoc* (27%) et *Enterococcus* (10%). Les espèces *Lactococcus lactis* et *Leuconostoc mesenteroides* constituent la grande majorité des isolats (71%).

Activité antimicrobienne des bactéries lactiques isolées des produits laitiers traditionnels Algériens

Seul *Leuconostoc pseudomesenteroides* était présent dans tous les échantillons ainsi l'espèce *Lactobacillus plantarum* est présente de manière dominante dans tous les échantillons sauf un, et elle contribue au développement de l'arôme (Albenzio et al.,2001, Amarita et al.,2001) et à la production d'un agent antimicrobien protecteur dans le fromage (Somers et al 2001, Yiu, S.H.,1985).

Conclusion

Il y'a au moins quatre mille ans que l'homme sert de bactéries lactiques.

Cette recherche nous a permis d'avoir une idée sur la composition de la flore microbienne en bactéries lactiques des produits laitiers traditionnels qui montrent une très grande diversité d'espèces qui dépend des régions et des modes de fabrication.

La comparaison des résultats obtenus de plusieurs travaux sur des produits à partir de différentes régions, permet de conclure que l'Algérie dispose d'une biodiversité riche et particulière, et que ses produits laitiers traditionnels peuvent être une source précieuse de souches avec des propriétés antimicrobiennes technologiques intéressantes. Ainsi les exigences des consommateurs en matière de produits laitiers fermentés traditionnels sont généralement en raison de leur qualité gastronomique avérée et de leurs effets positifs sur la santé humaine.

L'activité antimicrobienne est une caractéristique souhaitable à la fois pour les cultures de démarrage et les bactéries probiotiques.

Enfin nous espérons donner suite à d'autres recherches pour valoriser les propriétés d'aptitude technologique en agro-industrie et de trouver un moyen naturel de diminuer l'utilisation des conservateurs.

Une étude phylogénique plus poussée pour les différentes souches de bactéries lactiques produisant des substances inhibitrices est souhaitée.

Références bibliographiques

- **Abdelaziz S. et Ait Kaci F., 1992.** Contribution à l'étude physico-chimique et Microbiologique d'un fromage traditionnel algérien fabriqué à partir du lait de chèvre le "Djben". Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. Institut national agronomique d'El Harrach, Alger. 67 p.
- **Achemchem, F., Abrini, J., Martinez-Bueno, M., Valdivia, E. and Maqueda, M. 2006.** Control of *Listeria monocytogenes* in goat's milk and goat's jben by the bacteriocinogenic *Enterococcus faecium* F58 strain. *Journal of Food Protection* 69:2370–2376.
- **Adams M.R. et Moss M.O., 2008.** Chapter 7 - Bacterial agents of foodborne illness. Dans: Adams, M.R., O Moss, M. (Eds.), *Food Microbiology*. RSC Publishing, Cambridge, UK., pp. 182-269.
- **Adrian J., Potus J. et Frangne R., (2004)** La science alimentaire de A à Z ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier : 79 (477 pages).
- **Al Kassaa I, Hamze M, Hober D et al (2014)** Identification of vaginal lactobacilli with potential probiotic properties isolated from women in North Lebanon. *Microb Ecol* 67:722–734.
- **Alakomi, H.L., Skytta, E., Saarela, M., Mattila-Sandholm, T., Latva-Kala, K., et Helander, I.M. (2000)** Lactic acid permeabilizes gram-negatif bacteria by disrupting the outer membrane. *App. Env. Microbiol.* 66(5) : 2001-2005.
- **Albenzio, M., Corbo, M.R., Rehman, S.U., Fox, P.F., De Angelis, M., Corsetti, A., Sevi, A. and Gobetti, M. (2001).** Microbiological and biochemical characteristics of Canestrato Pugliese cheese made from raw milk, pasteurized milk or by heating the curd in hot whey. *Int. J. Food Microbiol.* 67: 35–48.
- **Allgaier, H., Jung, G., Werner, R.G., Schneider, U., Zahner, H. (1986).** Epidermin:sequencing of a heterodetic tetracyclic 21-peptide amide antibiotic. *Eur J Biochem*,160: 9–22.
- **Alpay Karaoglu.F ; AYDIN.F ; KILIÇ.S ; KILIÇ.A.O(2003).** Antimicrobial Activity and Characteristics of Bacteriocins Produced by Vaginal Lactobacilli. *Turk J Med Sci* 33 (2003) 7-13 © TÜBİTAK.
- **Amarita, F., Requena, T., Taborda, G., Amigo, L. and Pelaez, C. (2001).** *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus plantarum* initiate catabolism of methionine transamination. *J. Appl. Microbiol.* 90: 971–978.
- **Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R et Turgeon H., (2002) Composition,** propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In VIGNOLA C.L, *Science et technologie du lait – Transformation du lait*, École polytechnique de Montréal, ISBN:3-25-29 (600 pages).

Références bibliographiques

- **Ammor, M.S., et Mayo, B., (2007)** Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production. *Meat. Science.* 76 : 138- 146.
- **André Eck et Jean-Claude Gillis** *Le fromage* 3eme édition Lavoisier 1997 p ; 202).
- **Arakawa K, Yoshida S, Aikawa H, Hano C, S, Bolormaa T, Burenjargal Miyamoto T (2016)** Production of a bacteriocin-like inhibitory substance by *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum* 213M0 isolated from Mongolian fermented mare milk, *airag*. *Animal Science Journal* 87(3): 449-456.
- **Asahina T, Hara K, Arakawa K, Nakano H, Miyamoto T (2012)** Production of bacteriocin by *Leuconostoc mesenteroides* 406 isolated from Mongolian fermented mare's milk, *airag*. *Animal Science Journal* 83(10): 704-711.
- **Atanasovaa J., Monchevab P., Ivanovab I. (2014)**. Proteolytic and antimicrobial activity of lactic acid bacteria grown in goat milk. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 2014; 28(6): 1073-1078.
- **Atrih, A., Foster, S. J. (2001)**. Analysis of the role of bacterial endospore cortex structure in resistance properties and demonstration of its conservation amongst species. *J Appl Microbiol*, 91: 364–372.
- **Badis, A., Guetarni, D., Kihal, M., Ouzrout, R. 2005**. Caractérisation phénotypique des Bactéries lactiques isolées à partir de lait de chèvre de deux populations locales "Arabia et Kabyle». *Scien &Tech*, 23.
- **Badis, A., Guetarnib, D., Moussa Boudjemaa, B., Hennic, D.E., Kihalc, M. (2004)**. Identification and technological properties of lactic acid bacteria isolated from raw goat milk of four Algerian races. *Food Microbiology*, 21:579–588.
- **Bellil Y, Benmechernene Z, Bellil WC, Kihal M (2018)** Antibacterial and antibiofilm activity of the bacteriocin-producing strain *Leuconostoc mesenteroides* CHBY46 isolated from Algerian dromedary milk against *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* biofilms. *South Asian Journal of Experimental Biology* 8(4): 120- 131.
- **Belyagoubi, L. 2014**. Antibiotiques produits par des bactéries (actinomycètes et bactéries lactiques) issus de différents écosystèmes naturels Algériens. Thèse de doctorat en biologie. Université de Tlemcen, Algérie.
- **Belyagoubi.L ; Abdelouahid.D (2013)**. Isolation, identification and antibacterial activity of lactic acid bacteria from traditional algerian dairy products. *Advances in Food Sciences*. by PSP Volume 35 – No 2.
- **Benamara R. N, Gemelas L, Ibri K, Moussa-Boudjemaa B, Demarigny Y. 2016**. Sensory, microbiological and physico-chemical characterization of Klila, a traditional cheese made in the south-west of Algeria. pp. 1728-1738.

Références bibliographiques

- **Bencharif A. (2001).** Stratégie des acteurs de filier lait en Algérie : états des lieux et problématique. Options Méditerranéennes Série B. Etudes et Recherche 32: 25-45.
- **Benderouich B., (2009).** La Kémaria un produit du terroir à valoriser. Mémoire d'ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques. Spécialité Agronomie Saharienne. Option Elevages en Zones Arides. Université Kasdi Merbah – Ouargla, p 92.
- **Bendimerad, N. (2013).** Caractérisation phénotypique technologique et moléculaire d'isolats de bactéries lactiques de laits crus recueillis dans les régions de l'Ouest Algérien. Essai de fabrication de fromage frais type «Jben». Thèse de Doctorat en Microbiologie alimentaire. Université de Tlemcen, Département de Biologie. 162p.
- **Benhamouche. N; Talhi M., Kihal M. (2012).** Selection of Lactic Acid Bacteria Producing Antimicrobial Strain such the Genus Lactococcus Isolated from Algerian Raw Goat'S Milk. International Journal of Nutrition and Food Sciences. Vol. 1, No. 1, 2012, pp. 23-32.
- **Benkerroum N, Tamime A.Y. 2004.** Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (Iben, jben and smen) to small industrial scale. Food Microbiology, 21(4), 399-413.
- **Berg, RD (1998).** Probiotics, prebiotics or conbiotics? *Trends in Microbiology* 6, 89–92. CrossRefGoogle ScholarPubMed.
- **Bernier, L .Les probiotiques 2010 : une revue de littérature.2010.**These Pharm. : université d'Angers, 166.
- **Björkroth J. et Holzappel W. 2003.** Genera Leuconostoc, Oenococcus and Weissela. In The prokaryotes: An Evolving Electronic Resource for Microbiological Community. Edited by M. Dworkin. New York, Springer-Verlag. Epub March 28.
- **Bottazzi, V., 1988.** An introduction to reds shaped lactic acid bacteria. Biochimie 70, 303–315.
- **Boubekri C, Tantaoui- Elaraki A, El Marrakchi A, Berrada M, Benkerroum N, 1984.** Caractérisation physico-chimique du Leben Marocain. Lait. 64: 436-447.
- **Boubekri, K. and Ohta, Y. (1996).** Identification of lactic acid bacteria from Algerian traditional cheese, El-Klila. Journal of the Science of Food and Agriculture, 70, 501-505.
- **Boudjani, W. 2009.** Action de la flore lactique sur les bactéries contamination. Mémoire d'ingénieur, Institut de biologie, Université de Tlemcen, Algérie.
- **Bouhnik Y., Pochart P., Marteau P., Arlet G., Goderel I., Rambaud J.C.,** Fecal recovery of viable Bifidobacterium sp. ingested in fermented milk, Gastroenterology 102 (1992) 875-878.
- **Branger A., 2012.** Fabrication de produits alimentaires par fermentation : l'ingénierie, f3501, Paris-France, p. 17
- **Brulé, 1997 Beimfohr C, Ludwig W, Schleifer KH (1997).** Rapid genotypic differentiation of Lactococcus lactis subspecies and biovar. Syst Appl Microbiol 20:216–221)

- **C**avicchioli V.Q., Dornellas W.D.S., Perin L.M., Pieri F.A., De Melo Franco B.D.G., Todorov S.D. and Nero L.A., 2015. Genetic Diversity and Some Aspects of Antimicrobial Activity of Lactic Acid Bacteria Isolated from Goat Milk. *Appl Biochem Biotechnol* 175 : 2806–2822.
- **Chaker S. Amazi**y (le/un Berbère). In: Edisud, editor. Alger - Amzwar. Gabriele Camps. 1986. Available from: <http://journals.openedition.org/encyclopedieberbere/2465>
- **Champagne et al., 1992.** Action de la flore lactique sur les bactéries contamination. Mémoire d'ingénieur, Institut de biologie, Université de Tlemcen. 73 pages.
- **Chilliard Y et Sauvant D. 1987.** La sécrétion des constituant du lait. In : INRA-Cepil. Le lait, Matière premier de l'industrie laitière. P13-26.
- **Cibik, R ; lepage, E ; et Tailliez, P ; 2000** molucular divercity of *Leuconostoc mesenteroides* and *Leuconostoc citreum* isolated from traditional Fresch cheeses as revealed by RAPD fingerpringting ; 16rDNA sequencing and 16rDNA fragment Amlification. *Systematic and Applied Microbiology* 23, 267,278. France.
- **Claps, S., Morone, G. 2011.** Produits laitiers et fromagers traditionnels de l'Algérie. In Développement de la Filière laitière et Fromagère en Algérie, CorFilac.
- **COELHO M.C., SILVA C.C.G., RIBEIRO S.C., DAPKEVICIUS M.L.N.E. and ROSA H.J.D., 2014.** Control of *Listeria monocytogenes* in fresh cheese using protective lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*: 191. 53–59.
- **Corrieu, G., Luquet, F. M. (2008).** Bactéries lactiques : de la génétique au ferment. Paris : Edition Tec et Doc Lavoisier p, 153 ; p. 849.
- **Cotter, P. D., Hill, C., Ross, R. P. (2005).** Bacteriocins: developing innate immunity for food. *Nat Rev Microbiol*, 3(10): 777–788.
- **Coulon, J.B., Pradel, P. and Verdier, I. (1995).** Effect of forage type on milk yield, chemical composition and clotting properties of milk. *Lait* 75: 513–521.
- **De Vrese, M., Steglman, A., Richter, B., Fenselau, S., Laue, C. and Scherezenmeir, J. (2001).** Probiotics-compensation for lactase insufficiency. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 73, 421S–429S.
- **D**ebry., 2001. Lait, nutrition et santé. Ed.tec et doc lavoisier Paris, 720p.
- **Deip D.B ; Straume D ; Kjos M ; Torres C ; et Nes L.F ;(2009).**An overview of the mosaic bacteriocin pln loci from *Lactobacillus plantarum* .*Peptides*.30 :1562-1574.
- **Delves-Broughton, J., Blackburn, P., Evans, R.J., Hugenholtz, J. (1996).** Applications of the bacteriocin, nisin. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 69(2): 193–202.
- **Desmazeaud, M. 1996.** L'état des connaissances en matériel de nutrition de bactéries lactiques. *le lait*, 63 : 267-16.

Références bibliographiques

- **Devriese L.A. et Pot, B. (1993).** The genus *Enterococcus* .In *The Genera of lactic Acid Bacteria*, Edited by wood B .j.B et Holzapfel W.H. London : Blackie academic et Professional .pp .327-367.
- **Dharam, P .,Narender, R. P. .2007.**Indian traditional dairy products: an overview. International Conference on Traditional Dairy Foods. November 14-17. NDRI, KARNAL (INDIA).
- **Dillon, J.C. 2008.** Place du lait dans l'alimentation humaine en région chaude. Edition A. P.G (Agro Paris Tech).
- **Djelloul Daouadji.S, Bouziane. A, Bouricha.M, Benine.M, Kanoun.K, Khaldi.A (2020).** Antibacterial activity of lactic acid bacteria isolated from milk and traditional fermented dairy products of south Algeria against multidrug resistance pathogenic bacteria. ISSN: 2230-9799 .Vol. 10, Issue 5, Page 322-331.
- **Djoughri K, Madani S., (2015).** Etude microbiologique d'un produit laitier fermenté traditionnel (Jben) : isolement et identification des bactéries lactiques. Mémoire de master, Institut de biologie, Université d'Orugla, Algérie, 05 p.
- **Doleyres Y, Paquin C, Leroy M, Lacroix C (2002).** *Bifidobacterium longum* ATCC 15707 cell production during free- and immobilized-cell cultures in MRS-whey permeate medium. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 60:168-173.
- **Dortu, C., Thonart, P. 2009.** Les bactériocines des bactéries lactiques : caractéristiques et intérêts pour la bioconservation des produits alimentaires. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 143-154.
- **Drider D., Fimland G., Héchard Y., Mc Mullen L.M. et Prevost H. 2009.** The continuing story of class IIa bacteriocin. *Microbiology and Molecular Biology Reviews.*70 (2):564-582.
- **Drider, D., Fimland, G., Hechard, Y., McMullen, L. M., and Prevost, H. (2006)** The continuing story of class IIa bacteriocins. *Microbiol Mol Biol Rev.*70: 564-582.
- **Drouault.S, Corthier.G, Ehrlith.DS, Renault.P.Survival, physiology, and lysis of *Lactococcus lactis* in the digestive tract.***Appl environ Microbiol* 1999 ; 65 :4881-6.1.
- **Dunne WM (2002)** Bacterial adhesion: seen any good biofilms lately? *Clin. Microbiol. Rev.* 15:155-66.
- **EKLUND T., 1984.** The effect of carbon dioxide on bacterial growth and on uptake processes in bacterial membrane vesicles. *International Journal of Food Microbiology.*1, 4, 179-185.
- **Ennahar, S. and Deschamps, N. 2000.** Anti-*Listeria* effect of enterocin A, produced by cheese-isolated *Enterococcus faecium* EFM01, relative to other bacteriocins from lactic acid bacteria. *Journal of Applied Microbiology* 88:449–457.
- **Ercolini D, Russo F, Ferrocino I, Villani F. 2009.** Molecular identification of mesophilic and psychrotrophic bacteria from raw cow's milk. *Food Microbiol*, 26: pp 228–231.
- **Falagas, M. E., Betsi, G. I., and Athanasiou, S. (2006)** Probiotics for prevention of recurrent vulvovaginal candidiasis: a review. *J Antimicrob Chemother.*58: 266-272.

Références bibliographiques

- **Fimland G., Axelsson L., et Johansen L. 2000.** A C-terminal disulfide bridge in pediocin-like bacteriocins renders bacteriocin activity less temperature dependent and is a major determinant of the antimicrobial spectrum. *Journal of Bacteriology*. 182 :2643- 2648.
- **Fleming, HP., Etechells, JL., Costilow, RN. (1975).** Microbial inhibition by an isolate of pediococcus from cucumber brines. *ApplMicrobiol*, 30:1040-2.
- **Foschi C, Laghi L, Parolin C, Giordani B, Compri M, Cevenini R, et al. (2017)** Novel approaches for the taxonomic and metabolic characterization of lactobacilli: Integration of 16S rRNA gene sequencing with MALDI-TOF MS and 1 H-NMR. *PLoS ONE* 12(2): e0172483.
- **Françoise, L. (2010).** Occurrence and role of lactic acid bacteria in seafood products. *Food Microbiology*, 27, 698–709.
- **Freyney J., Reneau J., Hansen W. and Bollet C. 2000.** Précis de bactériologie Clinique. Ed. ESA. 1692 pages from Traditional Butter Produced in Djelfa Province of Algeria. *BIOSCIENCES BIOTECHNOLOGY RESEARCH ASIA*, September 2018. Vol. 15(3), p. 737-746.
- **Fuller R. (1989).** Probiotics in man and animal, *J. Appl. Bacteriol.* 66 365-378.
- **Galverz, A., Abriouel, H., Lopez, R. L., and Ben Omar, N.B., (2007)** Bacteriocinbased strategies for food biopreservation. *Int.J. Food Microbiol.*, 120 (1-2).51-70.
- **Garry P. et Le guern L. (1999) :** Les bactéries lactiques. *Bull. Liaison CTSCCV*. 9, 6, 423-429.
- **Gast, M. (1991).** Beurre. *Encyclopédie berbère*, (10) : 1482-1486.
- **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*, 82, 657–671
- **Gilliland SE (1985)** Role of starter culture bacteria in food preservation. Dans *Bacterial starter cultures for food*. Gilliland SE (ed). CRC Press Inc., Boca Raton, USA, 175-185.
- **Gillor, O., Etzion, A., Riley, M. A. (2008).** The dual role of bacteriocins as anti- and probiotics. *Appl. In: Biotechnology and Food*.
- **Goldin, Sherwood L, Gorbach, Barry R. (1992).** Probiotics for humans. R. Fuller, *Probiotics* ; pp 355-376.
- **Gomez Zavaglia, A, Kociubinski, G, Perez, P. (1998)** Isolation and characterization of *Bifidobacterium* strains for probiotic formulation. *Journal of Food Protection* 61: 865–873.
- **Gourbeyre P., Denery S., Bodinier, M. (2011).** Probiotics, prebiotics, and synbiotics: impact on the gut immune system and allergic reactions. *J Leukoc Biol*, vol. 85, p. 685-695.
- **Gross, E., Kiltz, H.H. (1973).** The number and nature of, -unsaturated amino acids in subtilin. *Biochem Biophys Res Commun*, 50(2): 559–565.
- **Guerzani J. 2003.** Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic bacteria in (fermented milk), pp 1-11.

Références bibliographiques

- **Guetouache M., Guessas B. (2015).** Characterization and identification of lactic acid bacteria isolated from traditional cheese (Klila) prepared from cow's milk. *African Journal of Microbiology Research*, 2015; 9(2): 71-77.
- **Guetouache. M, Guessas. B. (2018).** Characterization of Lactic Acid Bacteria Isolated from Traditional Butter Produced in Djelfa Province of Algeria. *BIOSCIENCES BIOTECHNOLOGY RESEARCH ASIA*, September 2018. Vol. 15(3), p. 737-746.
- **Guiraud, J.P. 1998.** Microbiologie des principaux produits alimentaires, Microbiologie alimentaire. Ed ©Dunod, Paris.
- **Hadj Aissa M. 2011.** Pour votre culture générale : les produits laitiers fabriqués en Algérie.
- **Hallal A., 2001.** Fromages traditionnels algérien. Quel avenir ? *Revue agroligne n° 14*, AvrilMai
- **Hammes, W. P., and Hertel, C. (2006)** The genera *Lactobacillus* and *Carnobacterium*. In: Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Schleifer, K.-H., and Stackebrandt, E. (Eds). *The prokaryotes*, Vol. (4). Springer Science and Business Media. New York, USA. pp 320-403
- **Harrati E. 1974.** Research on Lben and Algerian Klila. specialty doctoral thesis, University of Caen (France).
- **Harris, L., Daeschel ,M., Stiles, M. et Klaenhammer, T. 1989.** *Journal of food protection*, 52, 384.
- **Harrouz W, Oueld Hadj Youcef S, 2007.** La filière lait ; vers une nouvelle dimension de développement dans la vallée du M'Zab et Metlili. . Mémoire Ing .ITAS Ouargla,108p..
- **Hebboul, F.Z., Mazouzi, H., Soltani, S. (2005).** Etude comparative de la qualité alimentaire entre trois types de lait frais : bovin, caprin, camelin. Mémoire d'ingénieur, Département de Biologie, Université de Laghouat. 71 pages.
- **Herbel.S. ; Vahjen.W, Wieler.L.H et Guenther.S.(2013).** Timely approaches to identify probiotic species of the genus *Lactobacillus*. *Gut Pathogens* 2013, 5:27.
- **Hicham LABIOUI, Laaroussi ELMOUALDI, Mohammed EL YACHIOUI, Mohammed OUHSSINE** (sélection de souches de bactéries lactiques antibactériennes .*Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 2005, 144, 237-250.
- **Ho, T.N.T., Tuan, N., Deschamps, A & Caubet, R. (2007)** : Isolation and identification of lactic acid bacteria (LAB) of the New chua fermented meat product of Vietnam, *Int .Workshop on Food Safety and Processing Thechnology* .Pp :134-142.
- <https://nessahra.net/takamarit-un-fromage-de-chevre-originaire-de-ghardaia>
- **Hugas M, Monfort J.M (1997).** Bacterial starter cultures for meat fermentation. *Food Chemistry Mediterranean Aspects of Meat Quality as Related to Muscle Biochemistry*. 1997, vol.
- **J. Yu , W. H. Wang , B. L. G. Menghe , M. T. Jiri , H. M. Wang , W. J. Liu , Q. H. Bao , Q. Lu , J. C. Zhang , F. Wang , H. Y. Xu , T. S. Sun , et H. P. Zhang (2011).** Diversity of lactic

Références bibliographiques

- acid bacteria associated with traditional fermented dairy products in Mongolia. *J. Dairy Sci.* 94 :3229–3241.
- **JEAN C., et DIJON C., (1993)** Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.
 - **Jeantet R., Croguennec T., Schuck P., Brule G., 2007.** Science des aliments, Biochimie, Microbiologie, Procédés, produits. Vol 2, Technologie des produits alimentaires, TEC & DOC, Paris Lavoisier. Paris, p.58, 59, 349,456.
 - **Jedidi, H. 2007.** Effet du stress gastro-intestinal sur la physiologie et le métabolisme des bactéries lactiques et probiotiques. Mémoire de Maître Es-Sciences, Institut de biologie, Université de Tlemcen. Université Laval Québec. 90 pages).
 - **JENSEN R., (1995)** Handbook of milk composition-General description of milks,Academic Press,Inc:3 (919 pages).
 - **Jerome J Perry,James T Staley Lory2004.**Microbiologie.Collection « Dunod » ,Paris,page 891.
 - **Johnsen, L., Fimland, G., Nissen-Meyer, J. (2005).** The C-terminal domain of pediocin-like antimicrobial peptides (class IIa bacteriocins) is involved in specific recognition of the C-terminal part of cognate immunity proteins and in determining the antimicrobial spectrum. *J Biol Chem*, 280(10): 9243–9250.
 - **Kacem M, Zadi-Karam H, Dalache F, Karam N.E. 2004.** Bactériocines produites par *Lactococcus lactis* isolés à partir de lait de brebis de l'Ouest. *Renc. Rech. Ruminants*, 1 1,
 - **Kacem, M. and Karam, N.E. (2006).** Physicochemical and microbiological study of “shmen”, a traditional butter made from camel milk in the Sahara (Algeria): isolation and identification of lactic acid bacteria and yeasts. *Grasas y Aceites*, 57, 198–204.
 - **Kalliomaki, M., Salminen, S., Arvilommi, H., Kero, P., Koskinen, P., and Isolauri, E. (2001).** Probiotics in primary prevention of atopic disease: A randomised placebocontrolled trial. *Lancet* 357, 1076–1079.
 - **Klaenhammer, T.R., (1988).** Bacteriocins of lactic acid bacteria.*Biochimie.*, 70: 337-349
 - **Klaenhammer, T.R., (1993).** Genetics of bacteriocins produced by lactic acid bacteria.*FEMS.Microbiol.Rev* .12.39-85.
 - **Klein,G.,Pack,A.,Bonaparte,C.,et Reuter,G.(1998)** Taxonomy and physiology of probiotic lactic acid bacteria.*Int J Food Micobiol.*41 :103-125
 - **Klijn N., Weerkamp A.H., de Vos W.M.,** Genetic marking of *Lactococcus lactis* shows its survival in the human gastrointestinal tract, *Appl. Environ. Microbiol.* 61 (1995) 2771-2774.
 - **Koaukou P ; et Thonart P ; (2011).**Action des cultures protectrices : cas des germes lactiques sur la flore alimentaire indisirable.*Biotechnol .Agron.Soc. Environ* 15 (2) : 339-348.

- **Lahsaoui, S. 2009.** Etude de procédé de fabrication d'un fromage traditionnel (klila). Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention de diplôme d'Ingénieur Université El Hadj Lakhdar Batna, Département d'Agronomie.
- **Larpent, J.P. 1997.** Mémento technique de microbiologie .3eme Ed. Technique et Documentation Lavoisier. Paris. 910 pages.
- **Leahy SC, Higgins DG, Fitzgerald GF, van Sinderen D (2005)** Getting better with bifidobacteria. *J Appl Microbiol* 98: 1303–1315.
- **Lee KW, Park JY, Jeong HR, Heo HJ, Han NS, Kim JH(2012)** Probiotic properties of Weissella strains isolated from human faeces. *Anaerobe* 2012;18:96–102.
- **Leksir C et, Chemmam M., 2015.** Contribution à la caractérisation du klila, un fromage traditionnel de l'Est de l'Algérie Université 8 Mai 1945 Guelma.
- **Leksir C.** Caractérisation, fabrication et consommation du dérivé laitier traditionnel « Klila » dans l'Est Algérien [Characterization, production and consumption of the traditional milk derivative "Klila" in eastern Algeria]: 8 Mai 1945 Guelma, Algeria; 2018.
- **LEVEAU J.Y., BOIUX M. et De ROISSART H.B., 1991.** La flore lactique : technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro- alimentaires. 2 ème Ed., Tec & Doc, Lavoisier. Paris. 3: 2-40.
- **Lindwall, S., and R. Fonden(1984).** Passage and survival of *L. acidophilus* in the human gastrointestinal tract. *Int. Dairy Fed. Bull. FIL* 179
- **Makhloufi, K.M. 2011.** Caractérisation d'une bactériocine produite par une bactérie lactique *Leuconostoc pseudomesenteroides* isolée du boza. Thèse de Doctorat en Microbiologie, Biochimie. Université Pierre et Marie Curie-Paris 6. France.
- **Mami.A(2013).** Recherche des bactéries lactiques productrices des bactériocines à large spectre d'action vis-à-vis des germes impliqués dans la toxi-infection alimentaire en Algérie. Spécialité microbiologie alimentaire.
- **Marteau P., Pochart P., Bouhnik Y Clin. Biol. 16 (1992) 25-28.**
- Matteuzzi et al. 1971 ; Mitsuoka, 1989 ; Scardovi et Trovatielli, 1974 ; Simpson et al., 2003.
- **Mechai A., Kirane D. (2008)** Antimicrobial activity of autochthonous lactic acid bacteria isolated from Algerian traditional fermented milk (Raib). *Afr . Biotech*, 2008; 16 :2908-2914.
- **Mechai, A., Debabza, M. et Kirane D.2014.** Screening of technological and probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from Algerian traditional fermented milk products. *International Food Research Journal* 21(6): 2451-2457.
- **Mechai.A,Debabza .M, Zouari.S(2020).** Antagonistic activity of lactic acid bacteria isolated from Algerian traditional fermented milks against multi-drug resistant and β -lactamases-producing pathogenic bacteria. *Research Journal of Biotechnology* Vol. 15 (4) April (2020). *Res. J. Biotech.*

- **Medouni Y., Boulahchiche N. et Brahimi R. (2005).** Role de la femme rurale dans le système de production agropastoral. Cas de la fabrication Ouled-Baida de la zone d'El Guedid Region de Djelfa (Steppe central). Option : Méditerranéennes, série A., n°70.
- **Menard, J.L., Roussel, P., Masselin-Silvin, S., Puthod, R., Hetreau, T., Foret, A., Houssin, B., Aracil, C. and Le Guenic, M., (2004).** Contamination bactérienne d'une litière de stabulation libre paillée: effet de la fréquence de paillage et proposition d'une méthode pour son évaluation. In: Rencontres sur les Recherches autour des Ruminants, vol. 11. Institut de l'Elevage – INRA, Paris, pp.333–336.
- **Messi, P., Bondi, M., Sabia, C., Battini, R. and Manicardi, G. 2001.** Detection and preliminary characterization of a bacteriocin (plantaricin 35d) produced by a *Lactobacillus plantarum* strain. *International Journal of Food Microbiology* 64: 193–198.
- **Metchnikoff E.,** In the prolongation of life: optimistic studies, in: Chalmers M. (Eds.), William Heinemann, London, **1907.**) microorganismes nouvellement isolés et identifiés. Thèse de Doctorat en Génie de Procédés et Environnement. Université de Toulouse. France. 207p.
- **Mokdad FH, Benmechernene Z, Benyoucef A, Russo N, Randazzo CL, Caggia C, Kihal M (2020)** Characterization of bioactive *Leuconostoc mesenteroides* producing bacteriocin strains isolated from camel's and goat's Algerian raw milks. *Ponte* 76(3) :32-61
- **Nigmatova K. et Morovsky M., Pristas P., Teather R.M. Holo H., et Javorsky P. 2007.** Production of enterolysin A by rumen *Enterococcus faecalis* strain and occurrence of en IA homologues among ruminal Gram+ cocci. *Journal Applied of Microbiology.* 102(2) :563-569.
- **Nilsen T., F. Nes I .et Holo H. 2003.** Enterolysin A, a Cell Wall-Degrading Bacteriocin from *Enterococcus faecalis* LMG 2333. *Applied And Environmental Microbiology.*69(5) :2975– 2984.
- **Nouani A, Dako E, Morsli A, Belhamiche N, Belbraouet S, Bellal M.M, Dadie A. 2009.** Characterization of the Purified Coagulant Extracts Derived from Artichoke Flowers (*Cynara scolymus*) and from the Fig Tree Latex (*Ficus carica*) in Light of Their Use in the Manufacture of Traditional Cheeses in Algeria. p20-29.
- **Ogunbanwo, S.T., Sanni, A.I. and Omilude, A.A. 2003.** Characterization of lactobacilli in cheese. *Journal of dairy research,* 25, 431-438.
- **Ouadghiri M., (2009).** Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés « lben » et « jben » d'origine marocaine. Thèse de doctorat. Université mohammed vagdal faculté des sciences rabat. 26-28.
- **Ouadghiri, M., Amar, M., Vancanneyt, M. and Swings, J. (2005).** Biodiversity of lactic acid bacteria in Moroccan soft white cheese (Jben). *FEMS Microbiology Letters,* 251, 267–271.

Références bibliographiques

- **Paul Ross, R., Morgan, S. and Hill, C. 2002.** Preservation and Fermentation: present and future. *Int. J. Food. Microbiol*, 79: 3 – 16.
- **Patrignani, F., Iucci, L., Lanciotti, R., Vallicelli, M., Maina Mathara, J., Holzapfel, W.H., Guerzoni, M.E., 2007.** Effect of high pressure homogenization, nonfat milk solids, and milk fat on the technological performance of a functional strain for the production of probiotic fermented milks. *Journal of Dairy Science* 90, 4513–4523.
- **Pestka, J.J., Ha, C.L., Warner, R.W., Lee, J.H., Ustunol, Z., 2001.** Effects of ingestion of yogurts containing *Bifidobacterium* and *Lactobacillus acidophilus* on spleen and Peyer's patch lymphocyte populations in the mouse. *J. Food Prot.* 64, 392–395.
- **Pilet M.F., Magras C., Federighi M., 2005.** Bactéries lactique .In: bactériologie alimentaire (Federighi M.).2eEd . Economica. Paris .219-240.
- **Podolak, P.K., Zayas, J.F., Kastner, C.L., ET Fung, D.Y.C., (1996).** propriétés fonctionnelles des bactéries lactiques. In : Bactéries lactiques de la génétique pp. 461-483.
- **Poisson .D.2000.** (Les peids dans le plateau).Comité de défense du fromage fermier aux laits cru.pp.1-6.Cheffes s/Sarthe.
- **Pougheon S .et Goursaud J., (2001).** Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRY G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).
- **Poznanski E, Cavazza A, Cappa F, Cocconcelli P.S. 2004.** Indigenous raw milk microbiota influences the bacterial development in traditional cheese from an alpine natural park. *Int. J. Food Microbiol*, 92: 141–151.
- **Prasch, T., Naumann, T., Markert, R.L., Sattler, M., Schubert, W., Schaal, S., Bauch, M., Kogler, H., Griesinger, C. (1997).** Constitution and solution conformation of the antibiotic mersacidin determined by NMR and molecular dynamics. *Eur J Biochem*, 244(2): 501–512.
- **Rahali, V. and Menard, J.-L. (1991).** Influence des variants génétiques de la B-lactoglobuline et de la k-caséine sur la composition du lait et son aptitude fromagère. *Lait* 71: 275–297.
- **Redaction cresus hebdo national de l'économie** Edité par la SARLCELIGNE Ed. & Com 30 avril 2019.
- **Richard C. et al. 2006.** Evidence on correlation between number of disulfide bridge and toxicity of class IIa bacteriocins. *Food of Microbiology.* 23(2) :175-183.
- **Salminen et al. 1998.** L'activité antimicrobienne des bactéries lactiques isolées à partir de différents types de lait Présenté Par : Mme GUEDDA Zohra Mme BEN KHELIFA BasmaAnnée universitaire 2016/2017.

- **Sandine, W.E Radich,P,C et Auiker,P.R** , ecology of the lactic streptococci a review.J.35 :176-184.1972.
- **Savado A., Taale E., Zongo C., Tosoba F., Karou D.S., Traore A. 2016.** Les peptides antimicrobiens d'origine microbienne: cas des bactériocines. Journal international of food biological and chemical sciences. 10(1):384-399.
- **Savado et Traor; 2011** Savado, A., et Traore, A.S., 2011.
- **Savijokie, K., Ingmer, H., et Varmanen, P., (2006).** Proteolytic systems of strategies for food bioservation. In! .1. Food Microbiol. 120 (1-2):5 1-70.
- **Savilahti, E, Kuitunen,M ; & Vaarala, O.(2008).**Pre and probiotics in the prevention and treatment of food allergy.*Current opinion in allergy and Clinical Immunology*,8,243-248.
- **Schaafsma G. (1996).** State of the art concerning probiotic strains in milk products, Int. Dairy Fed. Nutr. Newsl. 5 (1996) 23-24.
- **Schaafsma G. (2002).** State of the art concerning probiotic strains in milk products, Int. Dairy Fed. Nutr. Newsl. 5 (1996) 23-24.
- **Schillinger U, Lucke FK (1989).** Antibacterial activity of Lactobacillus sake isolated from meat. Appl. Environ. Microbiol. 55: 1901-1906.
- **Settani L et Corsetti A ;(2008).**Application of bacteriocins in vegetable food biopreservation.In.J.Food Microbiol.121 :123-138.
- **Settanni L, Moschetti G(2010).** Non-starter lactic acid bacteria used to improve cheese quality and provide health benefits. Food Microbiol. 2010;27(6):691-7.
- **Smaoui, S. (2010)** Purification et Caractérisation de Biomolécules à partir de microorganismes nouvellement isolés et identifiés. Thèse de Doctorat en Génie de Procédés et Environnement. Université de Toulouse. France. 207p.
- **Somers, E.B., Johnson, M.E. and Wong, A.C. (2001)** Biofilm formation and contamination of cheese by nonstarter lactic acid bacteria in dairy environment. J. Dairy Sci. 84, 1926–1936.
- **Stanton C, Gardiner G, Meehan H, Collins K, Fitzgerald G, Lynch PB, Ross RP (2001)** Market potential for probiotics. Am. J. Clin. Nutr. 73:476-483.
- **Stiles ME, Holzapfel WH.1997.**Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy.Int, J. Food Microbiol ; 36 :1-29.
- **Sun, Zh., Yu, J., Dan, T., Zhang, W., Zhang, H. (2014).** Phylogenesis and evolution of lactic acid bacteria. In: Lactic acid bacteria: fundamentals and practice. Springer, 1-78.
- **Tagg JR, McGiven AR (1971).** Assay system for bacteriocins. Appl. Microbiol. 21: 943-955.
- **Takahiro, M., Nobuhiko, K. and Toshinao, G. (2007).** Milk consumption does not affect body mass index but may have an unfavorable effect on serum total cholesterol in Japanese adults. Nutr. Res. 27: 395–399.

Références bibliographiques

- **Talarico, T.L., Casas, I.A., Chung, T.C. and Dobrogosz, W.J.(1988).** Production and isolation of reuterin, a growth inhibitor produced by *Lactobacillus reuteri*. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 32, 1854–1858.
- **Tamime, A.Y. (2002).** Microbiology of starter cultures. In :dairy microbiology handbook (robinson r.k). 3e ed. john wiley and sons , inc ., new york. 261-366.
- **Tannock, G.W. (1997)** Probiotic Properties of Lactic-Acid Bacteria: Plenty of Scope for Fundamental R&D. *Trends in Biotechnology*, 15, 270-274.
- **Tantaoui-Elaraki A, Berrada M, El Marrakchi A, Berramou A. 1983.** Etude sur le Lben marocain. *Le Lait*, INRA Editions, 63 (627_628), pp.230-245.
- **Tolle, A. (1980).** The microflora of the udder. *Bull. Int. Dairy Fed.* 120: 4–10
- **Tosukhowong A., Nakayama J., Mizunoe Y., Sugimoto S., Fukuda D.et sonomoto K., 2005.Recononstution** and function of *Tetragenococcus haliphra* chaperonin 60 tetradecamer .*j.Biosci .Bioengin .99:30-37.*
- **Touati, D. (2000).** Iron and oxidative stress in bacteria. *Archives of Biochemistry and Torulaspora delbrueckii-Saccharomyces cerevisiae* culture on high-suger fermentation. *Int. Jof Food Microbiol.* 122: 312-320.
- **V an de Guchte, M., Ehrlich, S. D., et Maguin, E., (2001).** Production of growthinhibiting vegetable sauces with enterocin AS-48 alone oa a combinaison with phenolic.
- **Van de Guchte, M., Serror, P., Chervaux, C., Smokvina, T., Ehrlich, S. D., et Maguin, E. (2002).** Stress responses in lactic acid bacteria. *Antonie van Leeuwenhoek*, 82, 187–216.
- **Vandamme, P., Pot B., Gillis, M., DeVos, P., Keresters, K., et Swwings, J. (1996).** Polyphasic taxonomy, a consensus approach to bacterial systematic. *Microbiol. Rev.* 60 : 407.
- **Vermeiren L., Devlieghere F. & Debevere J., 2004.** Evaluation of meat born lactic acid bacteria as protective cultures for the biopreservation of cooked meat products. *Int. J. Food Microbiol.*, 96(2), 149-164.
- **Visessanguan W., Benjakul S., Smitinont T., Kittikun C., Thepkasikul P., Panya A. 2006.**Changes in microbiological, biochemical and physico-chemical properties of Nham inoculated with different inoculum levels of *Lactobacillus curvatus*. *LWT - Food Science and Technology.* 2006, vol. 39, 814-826.
- **Wallace, T. D., Bradley, S., Buckley, N. D. & Green-Jonhson, J. H. (2003).** Interactions of lactic acid bacteria with human intestinal epithelial cells: Effects on cytokine production. *Journal of Food Protection* 2003. Vol. 66 (3) : 466-472
- **Watanabe, K., J. Fujimoto, M. Sasamoto, J. Dugersuren, T. Tumursuh, and S. Demberel. 2008.** Diversity of lactic acid bacteria and yeasts in Airag and Tarag, traditional fermented milk products of Mongolia. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 24:1313–1325.

Références bibliographiques

- **Weber, J.T., Mintz, E.D., Canizares, R., Semiglia, A., Gomez, I., Sempertegui, R., Davila, A., Greene, K.D., Puh, N.D., Cameron, D.N., Tenover, F.C., Barrett, T.J., Bean, N.H., Ivey, C., Tauxe, R.V., Blake, P.A., 1994.** Epidemic cholera in Ecuador: multidrug resistance and transmission by water and seafood. *Epidemiol. Infect.* 112, 1–11.
- **Weber, W., Fischli, W., Hochuli, E., Kupfer, E., Weibel, E.K. (1991).** Anantin-a peptide antagonist of the atrial natriuretic factor (ANF). I - Producing organism, fermentation, isolation and biological activity. *J Antibiot*, 44(2): 164–171.
- **Yang E, Fan L, Jiang Y, Doucette C, Fillmore S. 2012.** Antimicrobial activity of bacteriocinproducing lactic acid bacteria isolated from cheeses and yogurts. *AMB Express*. 2 :1-12.
- **Yiu, S.H. (1985)** A fluorescence microscopic study of cheese. *Food Microstruct.* 4, 99–106.
- **Zacharof, M.P., Lovitt, R.W. (2012).** Bacteriocins produced by lactic acid bacteria a Review Article. *APCBEE Procedia*, 2: 50–56.
- **Zamfir M., Caillewaert R., Cornea P.C., Savu L., Vatafu L., Devuyst L. (1999).** Purification and characterisation of a bacteriocin produced by *Lactobacillus acidophilus* IBB 801. *J. Appl. Microbiol.* 1999; 87: 923-931.
- **Zamfir, M., Vancanneyt, M., Makras, L., Vaningelgem, F., Lefebvre, K., Pot, B., Swings, J. and De Vuyst, L. (2006).** Biodiversity of lactic acid bacteria in Romanian dairy products. *Syst. Appl. Microbiol.* 29: 487–495.
- **Zhang H. et Cai Y. (2014).** *Lactic acid bacteria fundamentals and practice.* Ed : Springer Dordrecht Heidelberg. New York London. 536.
- **Zhang, H., Cai, Y. (2014).** *Lactic acid bacteria: fundamentals and practice.* Springer, 2.

Annexe

-Milieux M17 (Bouillon et gélose)

Tryptone.....	2,5 g
Peptone pepsique de viande	2,5 g
Peptone papaïnique de soja	5 g
Extrait autolytique de levure.....	2,5 g
Extrait de viande	5
Lactose	5 g
Glycérophosphate de sodium	19 g
Sulfate de magnésium	0,25 g
Acide ascorbique	0,5g
Agar agar bactériologique (dans le cas de la gélose).....	15g
Eau distillée.....	1000ml.

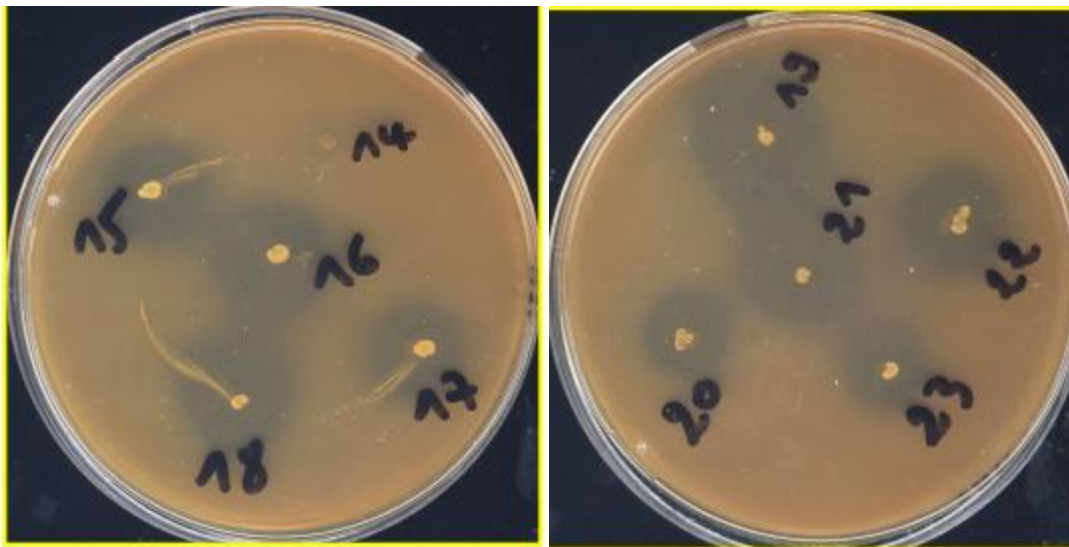
pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : $7,1 \pm 0,2$.

L'autoclavage à 121°C pendant 15 min.

-Milieu MRS (Bouillon et gélose)

Peptone.....	10g
Extrait de viande.....	8g
Extrait de levure.....	4g
Acétate de sodium.....	5g
Phosphate bipotassique.....	2g
Citrate d'ammonium.....	2 g
Sulfate de magnésium, 7H ₂ O.....	2 g
Sulfate de manganèse, 4H ₂ O.....	0.05g
Glucose.....	20 g

Tween 80.....1ml
Agar (dans le cas de la gélose).....15 g
Eau distillée.....1000 ml
pH 6,8 ; Autoclavage 20 min à 120 °C.



Photos de l'activité antibactérienne des souches isolées de bactéries lactiques sur *Escherichia coli*
(Belyagoubi, 2014)

Résumé

Les produits laitiers fermentés traditionnels Algériens (Rayeb, Lben, Jben, Zebda, Klila,...) possèdent une très grande diversité d'espèces présentant les bactéries lactiques qui regroupent un ensemble d'espèces hétérogènes dont le trait commun est la fermentation des glucides en produisant de l'acide lactique, d'où une diminution du pH favorable à la conservation des aliments. Elles appartiennent à divers genres comme *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Aerococcus*, *Alloicoccus* et *Carnobacterium*. Elles interviennent dans l'industrie laitière et dans la fermentation de nombreux autres produits alimentaires.

Les bactéries lactiques peuvent synthétiser des substances antibactériennes telles que les bactériocines connues par leur pouvoir antagoniste, de nature protéique et présentent un spectre d'activité étroit envers des espèces pathogènes (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*,...) et sont utilisées dans la fermentation et la bioconservation des aliments ainsi présentent une importance dans la préservation de la santé humaine.

Les produits laitiers fermentés traditionnels algériens représentent une immense richesse et une partie importante du patrimoine de différentes régions. Ainsi, une telle diversité de bactéries lactiques peut être une source de conservateurs alimentaires potentiels et aussi des candidates de souches probiotiques.

Mots clés : Produits laitiers traditionnels Algériens, Bactéries lactiques, Activité antimicrobienne.

Abstract

Traditional Algerian fermented dairy products (Rayeb, Lben, Jben, Zebda, Klila,) are distinguished by their great diversity, offering a variety of lactic acid bacteria with a group of heterogeneous species whose common feature is the fermentation of carbohydrates by producing lactic acid, hence a decrease in pH favorable to the conservation of food. They belong to various genera such as *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Aerococcus*, *Alloicoccus*, and *Carnobacterium*. They are involved in the dairy industry and the fermentation of many other food products.

Lactic acid bacteria can synthesize antibacterial substances such as bacteriocins known for their antagonistic power of protein nature and present a narrow spectrum of activity towards pathogenic species (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*,...) and are used in the fermentation and the bio conservation of foods thus present importance in the preservation of human health.

From this fact of several works on products from different regions, the traditional Algerian fermented dairy products represent considerable wealth and are an essential part of the heritage of different regions. So such a diversity of lactic bacteria provides valuable information as potential food preservatives and the selection of probiotic strains.

Key words: Traditional dairy products, Lactic acid bacteria, Antimicrobial activity.

المخلص

منتجات الألبان الجزائرية التقليدية المخمرة (الرايب ، لبن ، جبين ، زبدة ، كليلة ...) لها تنوع كبير جدًا و التي تقدم مجموعة متنوعة من بكتيريا حمض اللاكتيك مع مجموعة من الأنواع غير المتجانسة التي تشترك سماتها في تخمير الكربوهيدرات لإنتاج حمض اللاكتيك ، مما يؤدي إلى انخفاض درجة الحموضة الملائمة لحفظ الطعام. تنتمي بكتيريا حمض اللاكتيك إلى أجناس مختلفة مثل

Bifidobacterium, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Aerococcus*, *Alloicoccus*, *Carnobacterium*.

و يشاركون في صناعة الألبان وفي تخمير العديد من المنتجات الغذائية الأخرى .

يمكن لبكتيريا حمض اللاكتيك أن تصنع مواد مضادة للبكتيريا مثل البكتيريوسينات المعروفة بقوتها المضادة للميكروبات، ذو الطبيعة البروتينية وله نطاق ضيق من النشاط تجاه الأنواع المسببة للأمراض

(, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*,.....)

وتستخدم في التخمير والحفظ الحيوي للمواد الغذائية وبالتالي لها أهمية في الحفاظ على صحة الإنسان.

تمثل منتجات الألبان التقليدية الجزائرية ثروة هائلة وجزءًا مهمًا من تراث المناطق المختلفة ، وبالتالي فإن هذا التنوع في بكتيريا حمض اللاكتيك يوفر معلومات مفيدة لإستخدام هذا النوع من البكتيريا كمنتجة محتملة للمواد الحافظة أو مثل سلالات بروبيوتيك.

الكلمات المفتاحية: منتجات الألبان التقليدية الجزائرية ، بكتيريا حمض اللاكتيك ، نشاط مضادات الميكروبات