



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور-الجلفة

Université Ziane Achour –Djelfa

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم العلوم الفلاحية والبيطرية

Département des Sciences Agronomiques et Vétérinaires

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Thème :

**Bactéries lactiques et leur effet dans les laits camelin
et caprin : synthèse bibliographique**

Présenté par : BENMANSOUR Batoul

LABIAD Akila Sara

Soutenu le : 07-10-2021

Devant le jury composé de :

Président : OUNISSI M

Promoteur : BENSID A

Examineur 1 : LAOUN K

Examineur 2 : MAHI M

Année Universitaire : 2020/2021

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions le DIEU, notre créateur tout puissant de nous avoir donné la force, la volonté et le courage de mener ce modeste travail à terme ainsi que ses innombrables bienfaits.

"AL HAMDO LILLAH"

Nous adressons mes remerciements à Mr. BENSID A, notre promoteur en premier lieu qui proposé ce sujet si intéressant, ainsi ses orientations et ses conseils durant tous les chemins et pour avoir accepté de nous encadrer, qu'il trouve ici notre gratitude.

Nous remercions également les membres de jury d'avoir pris le temps d'évaluer notre travail.

Enfin, nos remerciements vont également de toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Avec plaisir,

Je suis très fière de dédier cet humble travail :

A mes chers parents pour leur soutien, leur patience et leurs encouragements pendant mon voyage scolaire, pour les sacrifices qu'ils ont consentis et pour mon éducation et la confiance et l'amour qu'ils m'ont toujours accordés.

Et qui ont attendu ce jour avec patience. Que dieu leur accorde bien-être et longue vie. Toute ma vie ne suffirait pas à vous exprimer ma profonde gratitude.

Grand merci,

A mes frères, ma sœur, mes amis : merci d'être là

A mon cher binôme... Merci

Mercier a tout !!

BENMANSOUR Batoul

Dédicaces

Louange à DIEU, "ALHAMDOU LILLAH" qui m'a aidé et facilité mon chemin pour arriver à réaliser mon rêve.

Je dédie ce modeste travail à celui qui m'a élevé sur ses mains et m'a enseigné les valeurs et les principes, à qui mon nom n'a jamais été séparé du sien, ma source de soutien et de donne, mon cher père et aussi à la source de tendresse, de baume guérisseur et de cœur blanc, à celle qui me rappelle la supplication, jour et nuit, à ma chère mère. Que Dieu les préserve et écrit pour eux la santé et le bien-être perpétuels.

Et je le dédie aux personnes les plus chères à mon cœur et les plus aimantes aux âmes pures qui nous ont quittés tôt et qui ils étaient le soutien, honneur et fierté "mon cher grand-père et ma bien-aimée grand-mère" que Dieu ait pitié d'eux et accorde le repos à leurs âmes au vaste Paradis "incha'Allah".

Je dédie mes modestes efforts, à mes frères et sœurs, à ma chère famille, à tous ceux qui ont contribué à mon soutien dans ma carrière universitaire, à mes amis, dont les images et les voix restent parmi les plus beaux moments que j'ai vécus. Et à tous mes chers professeurs, que je respecte profondément.

A mon cher binôme... Merci

LABIAD Akila Sara

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Introduction

Chapitre 1 : Généralité, caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des laits camelin et caprin

1. Généralités sur lait	3
2. Lait camelin	3
2.1. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques :	3
➤ Caractéristiques physico-chimiques :	4
2.1.1. L'acidité	4
2.1.2. La densité	4
2.1.3. L'extrait sec total	4
2.1.4. Le pH	4
2.1.5. Le point de congélation	4
2.1.6. La viscosité.....	5
➤ Caractéristiques biochimiques :	5
a. Le lactose	5
b. La matière grasse	5
c. Les minéraux	5

d. Les vitamines	6
e. Les protéines	6
2.2. Microbiologie du lait camelin :	7
2.2.1. Protéines lactosériques et effets antibactériens :	7
* Lactoferrine	7
* Lysozyme	8
* Lactoperoxydase (System LSP)	8
* Immunoglobulines	9
* Composant 3 des protéose-peptones (PP3)	9
3. Lait caprin	10
3.1. Caractéristiques physico-chimiques :	11
3.1.1. Le pH	11
3.1.2. Acidité du lait	11
3.1.3. La densité	12
3.1.4. Le point de congélation	12
3.1.5. Point de l'ébullition	13
3.1.6. Masse volumique	13
3.2. Microbiologie du lait caprin :	14
3.2.1. Flore originelle	14
3.2.2. Flore de contamination	15

Chapitre 2 : Bactéries lactiques

1. Les bactéries lactiques :	20
1.1. Définition et caractéristiques des bactéries lactiques	20
1.2. Habitat et origine	23
1.3. Classification des bactéries lactiques	23
1.4. Intérêt des bactéries lactiques :	27
➤ Dans le domaine alimentaire	
➤ Dans le domaine thérapeutique	
1.5. Activité antibactérienne des bactéries lactiques :	28
1.5.1. Les acides organiques	28
1.5.2. Le peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂)	29
1.5.3. les bactériocines	29
1.5.4. Autres composants	29
2. Bactériocines :	
2.1. Définition	30
2.2. Caractéristiques générales	30
2.3. Classification	31
2.4. Mécanisme de production des bactériocines et sa régulation	33
2.5. Application des bactériocines dans l'industrie Agro-alimentaires	34
2.6. Utilisation des souches productrices de bactériocines dans les IAA	35
2.7. La nisine :	36
a /-La nisine et leurs propriétés physiques	36

b /-Mode d'action	38
2.8. Souche productrice de nisine : <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	38
a /- Généralités	38
b /- Transport et métabolisme des sucres	38
Conclusion	40
Référence bibliographiques	41
Résumés	57

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius

% : Pour cent

ABC : Protéine cassette se liant avec l'ATP

ADN : Acide désoxyribonucléique.

ADP : Adénosine diphosphate.

ARNr 16S : Acide ribonucléique ribosomique de 16S.

ATP : Adénosine triphosphate.

BAL : Bactéries de l'acide lactique

BL : Bactéries lactiques

C-terminal : Carboxyl-terminal

(D) : Dextrogyre ou

Fig. : Figure.

GC% : Pourcentage en Guanine et Cytosine

H⁺ : Ions d'hydrogène.

Lan : Lanthionine

(L) : Lévoxyre

Log : Logarithme

MG : Matière Grasse.

NaCl : Chlorure de sodium

NADH : Nicotinamide adénine dinucléotide sous forme réduite

pH : Potentiel d'hydrogène

Sp : Genre

Subsp : Sous-espèce

Tab. : Tableau

UFC : unités formant colonies

µg: Microgramme

Liste des figures

N°	Titre des figures	page
01	Source de contamination du lait cru	15
02	Les différentes bactéries infectieuses	16
03	Bactéries lactiques observées au Microscope électronique à transmission	20
04	Principales voies cataboliques du glucose chez les bactéries lactiques	22
05	Dendrogramme consensus reflétant les relations phylogénétiques de l'ordre des « <i>Lactobacillales</i> » au sein de la classe « <i>Bacilli</i> »	27
06	Structure de la nisine A et de la nisine Z	37

Liste des tableaux

N°	Titre des tableaux	page
01	Différents composants chimiques des laits camelin et caprin	17
02	Classification des bactéries lactiques selon le type fermentaire	24
03	Tests différentiels utilisés dans l'identification phénotypique des LAB au stade genre	25

Introduction

Introduction

Le lait était défini en 1908 au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (**POUGHEON et GOURSAUD, 2001**).

Le lait caprin et camelin sont d'excellentes productrices du lait malgré le taux faible de consommation de leurs laits crus. Le lait de ces deux espèces mammifères est très riche en nutriments (en protéines, lipides, glucides, minéraux notamment calcium, vitamines.....).

Il représente un milieu biologique fortement altérable par voie microbienne en raison de sa forte teneur en eau, de son pH voisin de la neutralité et de sa richesse en composants biodégradables (lactose, protéines et lipides) (**HUYGHEBAERT, 2006**).

La recherche sur les bactéries lactiques, qui ont un rôle dominant dans la production de beaucoup de produits laitier fermentés, a continué à avancer à une vitesse très impressionnante vers la fin du 20^{ème} siècle, la capacité de manipuler et de contrôler ces microorganismes a atteint maintenant un niveau considérable (**CAPLICE et FITZGERALD, 1999**).

Actuellement, les scientifiques exploitent les interactions microbiennes des bactéries lactiques pour réduire d'une façon considérable la présence des microorganismes indésirables et nuisibles. En plus de l'effet protecteur de l'acide lactique, l'acide acétique, le diacétyl et le peroxyde d'oxygène, la découverte des bactériocines a donné un élan pour le développement d'aliments de qualité sanitaire meilleure.

Leurs apports bénéfiques consistent à l'amélioration de la qualité des produits fermentés en y développant certaines caractéristiques organoleptiques, sans altérer le goût ni l'odeur, et en augmentant leur durée de conservation.

Les bactériocines présentent également une grande tolérance aux variations de pH et aux traitements thermiques. Tous ces critères suggèrent que les bactériocines peuvent être un substituant idéal des conservateurs chimiques (**DORTU et THONART, 2009**).

Cependant, l'application directe de bactériocines dans les aliments se heurte à une contrainte réglementaire. Jusqu'à présent, la nisine est la seule bactériocine légalement commercialisée comme conservateur alimentaire (**COTTER *et al*, 2005**). Elle a été jugée, par des comités d'experts conjoints de l'OMS et de la FAO en 1969, comme additif alimentaire sans danger pour l'homme (**COTTER *et al*, 2005**).

L'objectif de cette recherche bibliographique est de présenter l'effet de la bactérie lactique dans le lait caprin et camelin ; pour réaliser cette étude nous avons suivi un plan constitué de 2 chapitres :

- Chapitre 1 : généralité, caractéristique physico-chimique et microbiologique des laits camelin et caprin
- Chapitre 2 : bactéries lactiques

Chapitre 1 :
**Généralités, caractéristiques physico-
chimiques et microbiologiques des
laits camelin et caprin**

1. Généralités sur 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 (**OUADGHIRI, 2009**). Sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes.

Le lait un aliment complet et équilibré du point de vu nutritionnel. Il est nécessaire à tous les âges de la vie, non seulement pour sa richesse incontournable en calcium mais également pour sa contribution à la couverture des besoins en protéines de haute valeur biologique, en vitamines, en oligo-élément et en eau (**DEBRY, 2006**).

JEANTET *et al* (2008) rapportent que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation.

2. Lait camelin :

Le lait, de par sa composition, est un aliment de choix : il contient des graisses, du lactose, des protéines, des sels minéraux, des vitamines et 87% d'eau. Le lait de chamelle constitue depuis des temps très lointains la principale ressource alimentaire pour les peuplades nomades où sa richesse en vitamine C (dont la quantité se trouvant dans litre de lait couvre 40% des besoins) constituant un apport nutritionnel important dans les régions arides où les fruits et les végétaux contenant cette vitamine sont rares (**SIBOUKEUR, 2007 cité par GHALEM, 2015**).

Bien qu'il présente une composition physico-chimique relativement proche de celle du lait bovin, le lait de chamelle se singularise néanmoins par une teneur élevée en vitamine C et en niacine et par la présence d'un puissant système protecteur, lié à des taux relativement élevés en lysozyme, en lactoperoxydase (système LP/SCN/ H₂O₂), en lactoferrine et en bactériocines produites par les bactéries lactiques (**LEAROUSSY *et al.*, 2020**). Ces particularités ont pour origine, la nature des plantes des parcours broutés par le dromadaire (**ABDELHAK, 2014**).

2.1. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques :

Le lait de chamelle est de couleur blanche, en raison notamment de la structure et de la composition de sa matière grasse, relativement pauvre en β -carotène (**SAWAYA *et al.*, 1984**).

Il est légèrement sucré, avec un goût acide, parfois même salé (**ABDEL-RAHIM, 1987**) et/ou amère (**RAMET, 2003**). Le lait camelin a un aspect plus visqueux que le lait de vache. Ces caractéristiques et surtout le goût sont liés au type de fourrage ingéré ainsi qu'à la disponibilité en eau (**SBOUI *et al.*, 2009**).

➤ **Caractéristiques physico-chimiques**

2.1.1. L'acidité :

Le lait camelin cru, présente une acidité titrable de l'ordre de $18^{\circ}\text{D} \pm 0,79$, elle est plus basse que celle du lait de vache (**CHETHOUNA, 2011**). L'acidité naturelle du lait est due d'une part à ses constituants tels que la caséine, l'albumine, les citrates, les phosphates et le dioxyde de carbone. Et d'autre part, est due à la formation d'acide lactique à partir du lactose par l'activité microbienne (**BHAVBHUTI *et al.*, 2014**).

2.1.2. La densité :

La densité du lait est le rapport entre sa masse volumique et celle d'un même volume d'eau à 20°C (**BOUBEZARI, 2010**). La densité moyenne de lait de chamelle est $1,028 \pm 0,002 \text{ g/cm}^3$ (**BOUSSOUAR, 2017**).

2.1.3. L'extrait sec total :

La teneur en matière sèche totale d'échantillons de lait camelin cru analysée est égale à 130 g/l (**BENSADEK, 2019**).

2.1.4. Le pH :

C'est une mesure de l'activité chimique des hydrons (protons ou ions) hydrogènes en solution. Le pH du lait camelin frais se situe entre 6,5 et 6,7. Le pH du lait camelin est similaire à celui du lait de brebis, mais un peu acide par rapport à celui du lait bovin, ce dernier se situe entre 6,6 et 6,8 (**SOUID, 2011**).

2.1.5. Le point de congélation :

Sa valeur moyenne pour le lait camelin varie de $-0,53$ à $-0,61^{\circ}\text{C}$ (**SIBOUKEUR, 2007**), et selon (**SMAIL, 2002**), le point de congélation du lait camelin se situe entre $-0,543$ et $-0,565$. Cette valeur est susceptible de variation selon la teneur en différents composants du lait.

2.1.6. La viscosité :

La viscosité du lait de chamelle à 20°C est de 1,72 mPa.s, tandis que la viscosité du lait de vache sous les mêmes conditions est de 2,04 mPa.s (OMAR *et al.*, 2010).

➤ Caractéristiques biochimiques

a. Le lactose :

La teneur en lactose de lait de chamelle varie de 2,40 à 5,80%, la moyenne est de $4,4 \pm 0,7\%$ (KONUSPAYEVA *et al.*, 2009). La grande variation de la teneur en lactose peut être dû au type de plantes consommées dans les déserts (KHASKHELI *et al.*, 2005). Les chameaux préfèrent généralement les plantes halophiles comme *Atriplex*, *Acacia salosa* pour répondre à leurs besoins physiologiques des sels (YAGIL, 1982). Ainsi, le lait de chamelle est parfois décrit comme sucré, salé et à d'autres moments aussi amers. Il a été signalé que la teneur en lactose est le seul élément qui reste presque pratiquement inchangé au cours d'une saison et sous conditions hydratés ou déshydratés (ALHAJ et ALKANHAL, 2010).

Sa teneur maximale est de 54 g/l, varie selon le stade de lactation, le changement de concentration du lactose explique la variation de la saveur du lait de chamelle (ATTIA *et al.*, 2003).

b. La matière grasse :

La matière grasse laitière qui représente une source importante d'énergie, est constituée essentiellement de lipides et de substances lipoïdiques. Néanmoins, des composés protéiques sont présents dans la membrane du globule gras. Elle constitue également, un apport important en acides gras essentiels et en vitamines liposolubles. Les quelques études consacrées à cette matière ont mis en évidence son apport quantitatif et qualitatif (GLASS *et al.*, 1967 ; HAGRASS *et al.*, 1987).

Le lait de chamelle est plus pauvre en acides gras saturés de courte chaîne (les plus défavorables à la santé) et beaucoup plus riche en acides gras à longue chaîne, notamment les mono-insaturés (acide stéarique, acide oléique notamment) (SIBOUKEUR, 2007).

c. Les minéraux :

Le lait de chamelle est une riche source en chlorure en raison des fourrages broutés par le dromadaire, tels qu'*Atriplex* et *Acacia* qui contiennent habituellement une forte teneur en sel

(AL HAJ et AL KANHAL, 2010). La teneur en minéraux du lait de chamelle exprimée les cendres vont entre 6,7g/l (ABDOUN *et al.*, 2007) et 10,5g/l (EL-HATMI *et al.*, 2006). Les sels minéraux présents dans le lait de chamelle sont aussi diversifiés que ceux rencontrés dans le lait de vache (SIBOUKEUR, 2007).

Le lait de dromadaire constitue une bonne source d'apport en minéraux pour le chamelon et le consommateur humain (BENGOUMI *et al.*, 1994). Le lait de chamelle est plus concentré en manganèse et en fer (AL-AWADI et STRIKUMAR, 2001).

d. Les vitamines :

La teneur moyenne en vitamine C est égale trois fois plus élevées que celles présentes dans le lait bovin, qui ne dépassent pas 22 mg/l (MATHIEU, 1998).

Par ailleurs, FARAH (1993), MEHAIA (1994) et STAHL *et al.*, (2006) signalent que ce lait par comparaison au lait de vache contient des teneurs plus faibles en vitamines A (rétinol) et E (tocophérol) et en certaines vitamines du groupe B tels que la vitamine B₂ (riboflavine), B₅ (acide pantothénique) et B₉ (acide folique).

Le lait de dromadaire a été signalé pour contenir diverses vitamines, telles que la vitamine C, A, E, D et du groupe B, et se singularise par sa richesse relative en vitamines B₃ (niacine) et en vitamine C (BOUSSOUAR, 2017).

e. Les protéines :

Les protéines sont des éléments essentiels du lait et des produits laitiers (AMIOT *et al.*, 2002). Elles se répartissent, en deux fractions : les caséines et les protéines du lactosérum (WANGOH *et al.*, 1998).

Les protéines du lait sont représentées par les caséines, mais en comparant les caséines camelines avec celle d'autres espèces (KAPPELER *et al.*, 1998), il ressort que celles des Camélidés ont moins phosphorylées et moins riche en phosphate et en calcium micellaire (ELAACHI et KELOUCHE, 2018).

La teneur en protéines totales du lait de dromadaire varie de 2,15 % à 4,90 %, la moyenne étant de 3,1 ± 0,5 %. La variation de la composition du lait camelin est due à la variation saisonnière et à la race cameline (KONUSPAYEVA *et al.*, 2009).

2.2. Microbiologique du lait camelin :

Le lait est un produit naturellement périssable du fait de sa teneur élevée en eau, son pH voisin de la neutralité, et de sa composition en éléments nutritifs. Le lait renferme inévitablement une microflore dont la nature et l'importance sont conditionnées par l'état sanitaire de l'animal, les conditions de traite, la température, la durée de conservation, etc. Sous des conditions rigoureuses de collecte, sa charge ne dépasse cependant pas 5.10^3 germes /ml (LARPENT *et al.*, 1997).

Le lait de chamelle est caractérisé par la dominance de la flore lactique mésophile, ce groupe est représenté par l'espèce *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, cette souche peut présenter un intérêt particulier dans l'industrie laitière car elle détient à la fois le caractère acidifiant et la capacité de produire des composés aromatiques (NAOUI, 2013).

Le lait de chamelle posséderait un effet antimicrobien contre les bactéries GRAM positive et GRAM négative, parmi ces bactéries on trouve *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella typhimurium*. Cette activité est attribuée à la présence dans le lait de chamelle de substances antimicrobiennes telles que le lysozyme, le peroxyde d'hydrogène, la lactoferrine, la lactoperoxydase et les immunoglobulines (SOUID, 2011). L'activité antimicrobienne du lait camelin due à la synergie des effets précédemment cités, confère au lait camelin une bonne aptitude à la conservation, mais se répercute négativement sur ses aptitudes à la transformation en produits dérivés (FARAH *et al.*, 1990 ; KAMOUN, 1995 ; RAMET, 1994 ; ABOU-TARBOUSCH *et al.*, 1998). Le lait de dromadaire peut contenir différentes espèces microbiennes. Comparé au lait des autres espèces animales, la microflore mésophile, les levures et les autres champignons y sont moins abondants si l'animal se trouve en bonne santé. Ces observations sont expliquées par le fait de sa richesse en lysozyme, en acide ascorbique et en lactoferrine (FGUIRI *et al.*, 2012 ; VERRAES *et al.*, 2013).

2.2.1. Protéines lactosériques et effets antibactériens :

* Lactoferrine :

La lactoferrine (LF) est une glycoprotéine contenant deux sites capables chacun de fixer un ion ferrique (Fe^{3+}). Cette capacité à capter le fer, explique en partie son rôle dans le contrôle de la croissance de certaines bactéries pathogènes, telles que *Staphylococcus aureus* ou *Escherichia coli* (ZAGULKI *et al.*, 1989 ; DIARRA *et al.*, 2002).

La lactoferrine (Lf) c'est une protéine d'origine mammaire, mais se trouve également en grande quantité dans les liquides biologiques (larmes, salive, liquide séminal, urines...). Elle est particulièrement abondante dans le colostrum (**SENOUSSI, 2011**). Sur le plan des propriétés physiques, la lactoferrine de la chamelle comme beaucoup d'autres protéines laitières camelines serait plus thermorésistante que chez les autres espèces. La Lf agit sur des virus comme l'herpes, le virus de l'hépatite C et même sur le VIH (**FAYE et al., 2004**).

Enfin, l'effet inhibiteur de la Lf sur la croissance de certains mycètes pathogènes a été démontré *in vivo* (**FAYE et al., 2004**). Une étude récente a montré que, parmi toutes les Lf spécifiques, la Lf caméline possède l'activité antibactérienne la plus forte. D'autres types d'activités (antivirales, antifongiques, anti-inflammatoires, immunostimulantes) ont été relevés et l'intérêt pour la Lf caméline s'avère d'autant plus grandissant qu'elle se présente en plus grande quantité dans le lait de chamelle que la Lf bovine dans le lait de vache et est thermorésistante (**FAYE, 2009**).

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

* Lysozyme :

Le lysozyme est une protéine naturellement présente dans les laits de mammifères (**KONUSPAYEVA et al., 2004**) où représente un facteur antimicrobien puissant. La quantité de lysozyme dans le lait de chamelle est plus élevée que dans le lait de vache, 15 mg.100 mL⁻¹ vs 7 mg 100 mL⁻¹. Tout comme la lactoferrine de cette espèce, le lysozyme du lait de chamelle serait thermorésistant (**FAYE et al., 2004**).

Les bactéries gram-négatif sont plus résistantes au lysozyme car elles contiennent une membrane externe de lipopolysaccharides, qui peut protéger les bactéries contre l'accès du lysozyme (**GHALEM, 2016**).

* Lactoperoxydase (système LSP) :

Le LPS « lactoperoxydase enzyme system », c'est un ensemble d'enzymes qui appartiennent aux systèmes non immuns normaux de la défense antimicrobienne du lait (**KONUSPAYEVA et al., 2004**). La lactoperoxydase est une oxydoreductase sécrétée dans le lait et joue un rôle

important dans la glande mammaire ainsi que dans le tractus digestif du nouveau né contre les bactéries pathogènes. Cette enzyme catalyse l'oxydation des thiocyanates endogènes (SCN) en hypothiocyanates ayant une action antibactérienne (**SENOUSSI, 2011**). Cette enzyme dans le lait de chamelle est considérée comme étant plus thermorésistante que celle du lait de vache. La lactoperoxydase du lait de chamelle a des propriétés bactériostatiques contre les bactéries GRAM positif et des propriétés bactéricides contre les souches GRAM négatif. Le système LPS est inactif contre rota virus d'après **ELAGAMY *et al*, (1992)**. Par ailleurs, la lactoperoxydase du lait de dromadaire présente une stabilité encore plus forte vis-à-vis des traitements thermiques (**KONUSPAYEVA, 2007**).

*** Immunoglobulines :**

Les IgG jouent un rôle dans le système immunitaire chez les nouveau-nés. Le taux des immunoglobulines est très élevé dans le colostrum chez tous les mammifères. Cependant, la concentration d'immunoglobulines dans le lait varie selon les espèces concernées (**GHALEM, 2016**). Différentes classe d'Igs (A, M et G) ont été isolées et purifiées à partir du lait de chamelle par **ELAGAMY (1996)**. La concentration en IgG dans le lait de chamelle est supérieure à celle rapportée dans le lait de vache. Un taux moyen de lait de 100,7 mg/ml a été enregistré en premier stade de lactation. Ce taux baisse ensuite à 2,3 mg/ml après le 14^{ème} jour. **ELAGAMY (2000)** a noté que les IgG du lait camelin sont plus stables aux traitements thermiques. Ils sont actifs après un chauffage de 75°C/30mn. Ces IgG semblent ne pas être restreints à une seule sous classe comme dans le lait bovin, mais ils englobent trois sous classes (IgG1, IgG2, IgG3) où les IgG2 et IgG3 constituent 50% du sérum des camelidae (**DESMYTER *et al.*, 2001**) et présentent une structure unique qui est dépourvue des chaînes légères, avec une partie très étendue portant les CDR « Complementary Determining Region».

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

*** Composant 3 des protéose-peptones (PP3) :**

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

Très peu d'études sont consacrées au PP3 dans le lait camelin malgré sa présence à un taux très important dans ce lait. Les seules études menées sur cette protéine camelin se sont intéressées à son isolement et à l'étude de son l'activité antibactérienne. Dans ce cadre, **EL-HATMI et al (2006a ; 2007)** ont observé que la concentration du PP3 dans le lait de chamelle augmente du simple au double lorsque celle des IgG chute, ce qui pourrait confirmer le rôle antibactérien que pourrait jouer le pp3 à la place des IgGs lorsque le lait remplace le colostrum chez la chamelle (**SENOUSSI, 2011**). Il se caractérise par son hydrophobicité élevée. Il exerce une action inhibitrice vis-à-vis des souches microbiennes de contamination du lait de chamelle (germes halotolérants entérobactéries pathogènes, entérobactéries totales). Les lactobacilles semblent résistants à l'action du PP3 (**SIBOUKEUR, 2011**).

3. Lait caprin :

Très digeste, le lait de chèvre est une source importante de protéines (caséines, albumines et globulines) d'excellente qualité. Il contient tous les acides aminés essentiels à l'organisme en proportion satisfaisante. Sa teneur en phosphore, en potassium, en magnésium et surtout en calcium est élevée. Du côté des vitamines, il est riche en vitamines du groupe B qui contribuent au bon fonctionnement cellulaire (**AGENCE PASS'RELLE, 2016**).

Selon **JENOT et al (2000)**, sur la base de son contenu nutritionnel, le lait de chèvre est considéré comme étant l'un des plus complets et des mieux équilibrés.

Le lait de chèvre se présente comme un liquide opaque de couleur blanchâtre mate, en raison de l'absence de β -carotène. Le lait de chèvre à un goût légèrement sucré, il est caractérisés par une saveur particulière et un goût plus relevé que le lait de vache (**ZELLER, 2005 ; JOOYANDAH et ABROUMAND, 2010**). Il a une odeur assez neutre. Parfois en fin de lactation, une odeur caprine apparait et après stockage au froid pour acquérir une saveur caractéristique (**GOURSAUD, 1985**).

Le goût fort du lait de chèvre est dû à une traite non hygiénique, à certaines sortes d'aliments pour bétail, à un traitement inadéquat ou à un mauvais stockage du lait (**BOYAVAL et al., 1999**). Le goût dépend aussi de la race caprine (**JUILLARD et al., 1996**).

Dans la majorité des laits de mammifères, le lactose représente la principale forme de glucides, qui sont présent sous forme de glycoprotéines et de glycolipides ayant des propriétés fonctionnelles spécifiques (**CHEKROUN et al., 1998**).

Les caséines (α_1 , α_2 , β et κ) représentent la partie la plus importante des protéines du lait, elles constituent environ 70% des matières azotées coagulables et sont représentées sous forme de micelles (CORCY, 1991).

Plusieurs travaux ont été menés sur la composition du lait de chèvre, ainsi, différents résultats ont été obtenus. A partir de ces résultats, il a été déduit que la composition du lait de chèvre dépendait notamment de l'alimentation (Tab.01) (GOETSCH *et al.*, 2001 ; COZMA *et al.*, 2014). Les composés nutritionnels tels que la matière grasse peuvent aussi dépendre de d'autres facteurs tels que la race et le stade de lactation (COZMA *et al.*, 2014). Ces différences en composition laissent ce type de lait destiné à la fabrication de multiples fromages et d'autres produits dérivés (PACINOVSKI *et al.*, 2015).

3.1. Caractéristiques physico-chimiques :

Les propriétés physico-chimiques des laits de chèvre varient de manière importante d'une étude à une autre (ne peuvent pas être standardisées et généralisées).

3.1.1. Le pH :

Le pH est un caractère important en industrie laitière car il est le facteur limitant à la solubilisation des protéines du lait (AMIOT *et al.*, 2002) suivant les laits. La mesure du pH est utilisée aussi comme une méthode de contrôle qualité ; si le pH du lait issu directement de la traite est inférieur à l'intervalle précédent il est soupçonné qu'il contient du colostrum (GAUCHER *et al.*, 2008).

Suivant les travaux de MUKHEKAR *et al.*, (2017a, b), le pH du lait de chèvre est de 6,41. D'autres travaux indiquent une plus faible valeur estimée à 6,27 (AMROUN et ZERROUKI, 2014), tandis ce que d'autres présentent une valeur plus élevée évaluée à 7,1 (BOUMENDJEL *et al.*, 2017). Sa valeur n'est pas constante mais varie au cours du cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation (LATYR FALL, 1997).

S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium (H_3O^+) et donc une diminution du pH, car : $pH = \log 1 / [H_3O^+]$ (CIPC lait, 2011).

3.1.2. Acidité du lait :

L'acidité du lait, appelée aussi acidité apparente ou naturelle du lait, est due à la présence des protéines, principalement la caséine et la lactalbumine, de substances minérales telles que les

phosphates et le CO₂ et d'acides organiques comme l'acide citrique (VIGNOLA *et al.*, 2002). L'acidité du lait de chèvre reste assez stable durant la lactation. Elle oscille entre 0,16 et 0,17% d'acide lactique (VEINOGLU *et al.*, 1982).

Il faut analyser l'acidité titrable du lait pour vérifier sa qualité, qui est une mesure des deux acidités déjà définies :

Acidité titrable = acidité naturelle + acidité développée. (VIGNOLA *et al.*, 2002)

L'acidité titrable, exprimé en degrés Dornic (°D) est de 14 à 18°D. On distingue l'acidité naturelle, celle qui caractérise le lait frais, d'une acidité développée issue de la transformation du lactose en acide lactique par divers microorganismes (CIPC lait, 2011). Dans les laits en voie d'altération, cette acidité titrable augmente (AMARIGLIO, 1986).

3.1.3. La densité :

La densité du lait a été étudiée à plusieurs reprises : elle varie peu avec la race et l'âge de l'animal, sous l'influence de l'alimentation, du travail, et présente, parfois, des variations brusques et accentuées chez le même animal, malgré soumis à la même alimentation durant un laps de temps prolongé (VEINOGLU *et al.*, 1982). Tenant compte de ces facteurs, on peut considérer les chiffres extrêmes de la densité du lait de chèvre à 15°C qui se situent entre 1,0265 (BOUMENDJEL *et al.*, 2017) et 1,031 (AMROUN et ZERROUKI, 2014).

La densité est le rapport du poids de l'élément recherché à un volume donné sur le poids de l'eau du même volume (AMIOT *et al.*, 2002), suivant deux facteurs les solides non gras et la matière grasse. La densité augmente avec l'augmentation des solides non gras et diminue avec l'augmentation de la matière grasse (FILIPOVITCH, 1954). En règle générale, pour le contrôle qualité, si un écrémage a été effectué, il augmentera la densité du lait, au contraire, dans le cas du mouillage, il la diminuera (AMIOT *et al.*, 2002).

3.1.4. Le point de congélation :

Le point de congélation est légèrement inférieur à celui de l'eau puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation, il varie de -0,530 °C à -0,575 °C avec une moyenne de -0,555 °C (VIGNOLA *et al.*, 2002). C'est la caractéristique la plus constante du lait et sa mesure est utilisée pour déceler le mouillage. Si le point de congélation est supérieur à -0,53 °C on suspectera une addition d'eau (MAHAUT *et al.*, 2000).

Le lactose et les chlorures sont responsables de 75 % de l'abaissement du point de congélation. Aussi la fermentation lactique, qui transforme une molécule de lactose en 4 molécules d'acide lactique, elle perturbe la mesure de la cryoscopie, donc elle ne doit être réalisée que sur des échantillons frais (**JAQUETET THEVENOT, 1961**).

3.1.5. Point de l'ébullition :

D'après **AMIOT *et al.*, (2002)**, on définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100.5°C.

Comme pour le point de congélation, il se fait en fonction du nombre de particules en solution et par conséquent, il augmente avec la concentration du lait et diminue avec la pression. Ce phénomène est appliqué dans les procédés de concentration du lait (**MAJDI, 2008**).

3.1.6. Masse volumique :

Le lait contient différents éléments dispersés, micro-organismes, globules gras, micelles de caséine qui peuvent être séparés selon leur masse volumique.

Selon **POINTURIER (2003)**, la masse volumique du lait est définie par le quotient de la masse d'une certaine quantité de lait divisée par son volume.

La masse volumique, le plus souvent exprimé en g/ml ou en Kg/l, est une propriété physique qui varie selon la température (**VIGNOLA, 2002**).

Puisque le volume d'une solution varie selon la température ; pour diminuer l'effet de la température, on utilise souvent la densité relative (ou densité). Cette propriété se définit par cette équation :

$$d_T^r = \frac{m.v. \text{ d'une substance à une température } T}{m.v. \text{ de l'eau à une température } T}$$

d_T^r = densité relative

m.v = masse volumique

T = température

La matière grasse est le seul constituant qui possède une densité inférieure à 1, plus un lait ou un produit laitier contient un pourcentage élevé en matière grasse, plus sa densité sera basse. De plus, les solides non gras (SNG), ont tous une densité supérieure à 1. Par conséquent, plus la teneur en SNG est élevée, plus la densité du produit laitier sera élevée. On peut donc affirmer qu'un écrémage du lait augmentera sa densité et qu'un mouillage ou une addition d'eau la diminuera (AMIOT *et al.*, 2002).

3.2. Microbiologie du lait caprin :

La majorité des espèces de bactéries lactiques sont présentes dans le lait cru de chèvre. Le lait ovin et caprin constitue néanmoins un danger en tant que vecteur potentiel de la brucellose, ce sont des infections microbiennes de la mamelle, à l'origine d'une forte augmentation de la concentration en cellules somatiques (CCS) du lait. Toutefois, le contenu en cellules somatiques d'un lait prélevé sur une chèvre saine est nettement plus important que celui provenant d'une vache saine. En plus de l'impact sur la qualité microbiologique du lait, l'augmentation du nombre de cellules somatique dans celui-ci modifie la composition physico-chimique. C'est ainsi qu'on note une diminution du pH, des teneurs en lactose et en caséines, une augmentation de la lipolyse et une forte variation des équilibres salins (MOUALEK, 2011).

De ce fait on trouve que le lait comporte deux types de flore:

3.2.1. Flore originelle :

Le lait contient relativement peu de microorganismes quand il est sécrété à partir de la mamelle d'un animal en bonne santé. Il devrait contenir moins de 5000 UFC/ml. La flore naturelle du lait cru est un facteur essentielle particulièrement à ces propriétés organoleptiques (FOTOU *et al.*, 2011). Le Lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées «lacténines» mais leur action est de très courte durée environ 1 heure (GUIRAUD, 2003).

Les principales flores sont : *Micrococcus* 30-90%, *Lactobacillus* 10-30%, *Streptococcus* et *Lactococcus* < 10% (VIGNOLA, 2002).

Les bactéries lactiques appartiennent à un groupe de bactéries bénéfiques. Elles sont partout dans la nature. Ces bactéries produisent de l'acide lactique, éventuellement d'autres produits

de fermentation. L'acidité produite permet la conservation de l'aliment en inhibant la culture de très nombreuses bactéries (BOUDJELLOULIF et BOUZABOUN, 2018)

3.2.2. Flore de contamination :

Cette flore est l'ensemble des microorganismes contaminant le lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire (VIGNOLA, 2002).

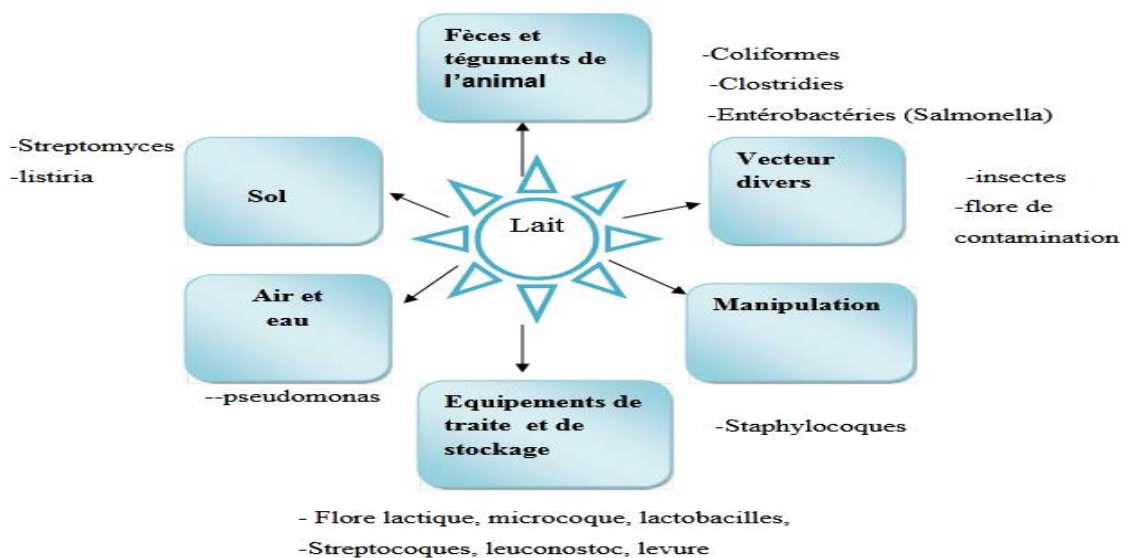


Fig.01 : Source de contamination du lait cru (HERMIER *et al.*, 1992)

➤ Flores d'altérations :

Ce sont des bactéries provenant d'une contamination au moment de la traite. Les bactéries d'altération atteignent le produit fini durant la transformation; causant ainsi une forte acidification et une formation d'odeur désagréable (LAMONTAGNE *et al.*, 2002). Elles sont capables de dégrader le lactose, les protéines ou les lipides de cette matière première (RICHARD, 1987).

Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont *Pseudomonas* sp, *Proteus* sp, les Coliformes, soit principalement, *Escherichia* et *Enterobacter*, les *Bacillus* sp, et *Clostridium*, certains levures et moisissures, ils causeront des défauts sensoriels de goût, d'arômes, d'apparence ou de texture et réduit la vie du produit laitier (LAMONTAGNE, 2002).

Le dénombrement des coliformes a longtemps été considéré comme un indice de contamination fécale. Ils constituent un bon indicateur de qualité hygiénique (Guiraud, 2003).

➤ Les flores pathogènes :

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

Les germes pathogènes auxquels on accorde une importance particulière, en raison de la gravité ou de la fréquence des risques qu'ils présentent sont cités ci-dessous : (VIGNOLA, 2002).

-Les principales bactériennes infectieuses sont :

Salmonella sp, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens* et *Campylobacter* sp.

-Les principales bactéries toxinogènes sont :

Staphylococcus sp, *Clostridium botulinum*.



Fig. 02 : Les différentes bactéries infectieuses (PRESCOTT *et al.*, 2010).

Tab.01 : Différent composant chimique du lait camelin et caprin

Composant / Espèce	Chèvre	Chamelle	Références
L'Eau (%)	87.0	87.6	(VIGNOLA, 2002).
Les Glucide (%)	4.4	3.3	(VIGNOLA, 2002).
Les lipides(MG) (%)	3.8	5.4	(VIGNOLA, 2002).
Les protéines (%)	3.4	2.9	(VIGNOLA, 2002).
Les sels minéraux (%)	0.9	0.7	(VIGNOLA, 2002 ;
-Potassium (mg/100 ml)	140-242	156	CLAEYS et al., 2014)
-Calcium (mg/100 ml)	85-198	114	(SAIDI, 2020).
-Sodium (mg/100 ml)	28-59	59	
-Magnesium (mg/100 ml)	10-36	11	
-Phosphore (mg/100 ml)	79-153	55	
- Fer (mg/100 ml)	0,05-0,1	0.29	
-Zinc (mg/100 ml)	0,4-0,6	0.59	
-Cuivre (mg/100 ml)	0,02-0,05	--	
Les vitamines			(CLAEYS et al., 2014)
Vitamine liposolubles :			(SAIDI, 2020).
-Vitamine A (+ carotènes) (µg/100 ml)	50-68	0.21	
- Vitamine D3 (µg/100 ml)	0,25	0.003	
-Vitamine E	--	0.18	
-Vitamine K	--	--	

Vitamines hydrosolubles :			
-Vitamine C (acide ascorbique) (µg/100 ml)	900-1500	--	
-Vitamine B1 (thiamine) (µg/100 ml)	40-68	0.41	
- Vitamine B2 (riboflavine) (µg/100 ml)	110-210	1.10	
-Vitamine B6 (pyridoxine) (µg/100 ml)	7-48	0.54	
-Vitamine B12 (cobalamine) (µg/100 ml)	0,06-0,07	0.0053	
-Niacine et nia-cinamide(µg/100 ml)	187-370	0.78	
-Acide pantothénique (µg/100 ml)	310	2.30	
-Acide folique (µg/100 ml)	0,24-1	0.0046	
-Vitamine H (biotine) (µg/100 ml)	1,5-3,9	ND	
Matière sèche totale (%)	11,9-16,3	12.0	(CLAEYS <i>et al.</i>, 2014 ; (SAIDI, 2020).

Chapitre 2 :

Bactéries lactiques

1. Bactéries lactiques :

1.1. Définition et caractéristiques des bactéries lactiques :

Les bactéries lactiques sont décrites pour la première fois par **ORLA JENSON** au début de vingtième siècle. Elles sont des microorganismes utiles à l'homme lui participant à l'élaboration de nombreux produits alimentaires fermentés. Elles jouent plusieurs rôles relatifs aux caractéristiques organoleptiques, nutritionnelles et sanitaires de l'aliment (**PILET et al., 1998**). Elles sont considérées comme non pathogènes et se voient attribuer le qualificatif anglo-saxon d'organismes **GRAS** (Generally Regarded As Safe). Cependant, quelques membres du genre *Streptococcus* et *Enterococcus* ainsi que d'autres bactéries lactiques sont considérées comme pathogènes opportunistes (**MECHAI, 2009**).

Les bactéries lactiques sont définies comme des cellules vivantes procaryotes, hétérotrophes et chimio-organotrophes. Elles forment un groupe hétérogène composé de coques, coccobacilles et de bacilles (**fig.03**), dont la principale fonction métabolique est de produire de l'acide lactique à partir de la fermentation des sucres (glucose, fructose, mannose, galactose, saccharose et lactose) (**BADIS et al., 2005 ; LABIOUI et al., 2005**).

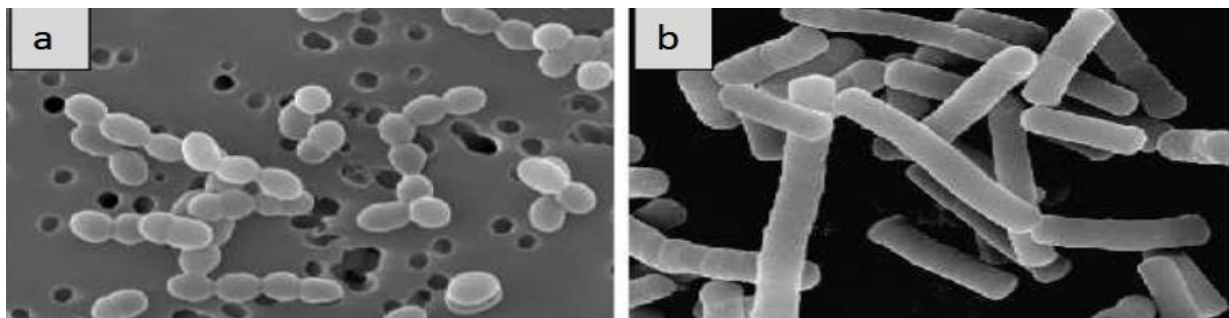


Fig. 03 : Bactéries lactiques observées au Microscope électronique à transmission, (a) la forme cocci, (b) la forme bacille (**MAKHLOUFI, 2011**)

Les bactéries lactiques peuvent présenter des caractéristiques communes qui expliquent leur regroupement :

- Ce sont des bactéries Gram-positives généralement immobiles, jamais sporulées, non pigmentées et non capsulées (**NOVEL, 1993 ; GUIRAUD, 1998**).
- Les bactéries lactiques sont, en général, aéro-anaérobies ou micro-aérophiles, en présence d'oxygène (O₂), elles ne peuvent pas réaliser des phosphorylations oxydatives car elles sont incapables de synthétiser les cytochromes et les enzymes à noyau hème (**LARPENT, 1989 ; NOVEL, 1993 ; DORTU, 2008**).

- Leur capacité de biosynthèse est faible, ce qui explique leurs exigences nutritionnelles complexes pour les acides aminés, les peptides, les vitamines, les sels, les acides gras et les glucides fermentescibles (**DELLAGLIO *et al.*, 1994**). C'est la raison, qui explique leur abondance dans le lait (**LARPENT, 1989 ; NOVEL, 1993**).
- Les bactéries lactiques sont dépourvues de nombreuses activités enzymatiques comme la catalase (certaines espèces peuvent posséder une pseudo-catalase), la nitrate réductase et le cytochrome oxydase, elles ne produisent pas d'indole ni d'acide sulfhydrique et certaines espèces hydrolysent la caséine. Elles sont protéolytiques, ne liquéfient pas la gélatine, et ne forment pas d'indole ni d'hydrogène sulfureux, ces bactéries sont également incapables de fermenter le glycérol (**DELLAGLIO *et al.*, 1994 ; SALMINEN *et al.*, 2004**).

Les bactéries lactiques synthétisent leur ATP grâce à la fermentation lactique des glucides. On distingue en deux groupes biochimiques : les homofermentaires et les hétérofermentaires; le glucose est converti principalement en acide lactique (homofermentaires), ou en acide lactique, en CO₂, en éthanol et/ou en acide acétique (hétérofermentaires) (**CORRIEU et LUQUET, 2008**). (**Fig. 04**)

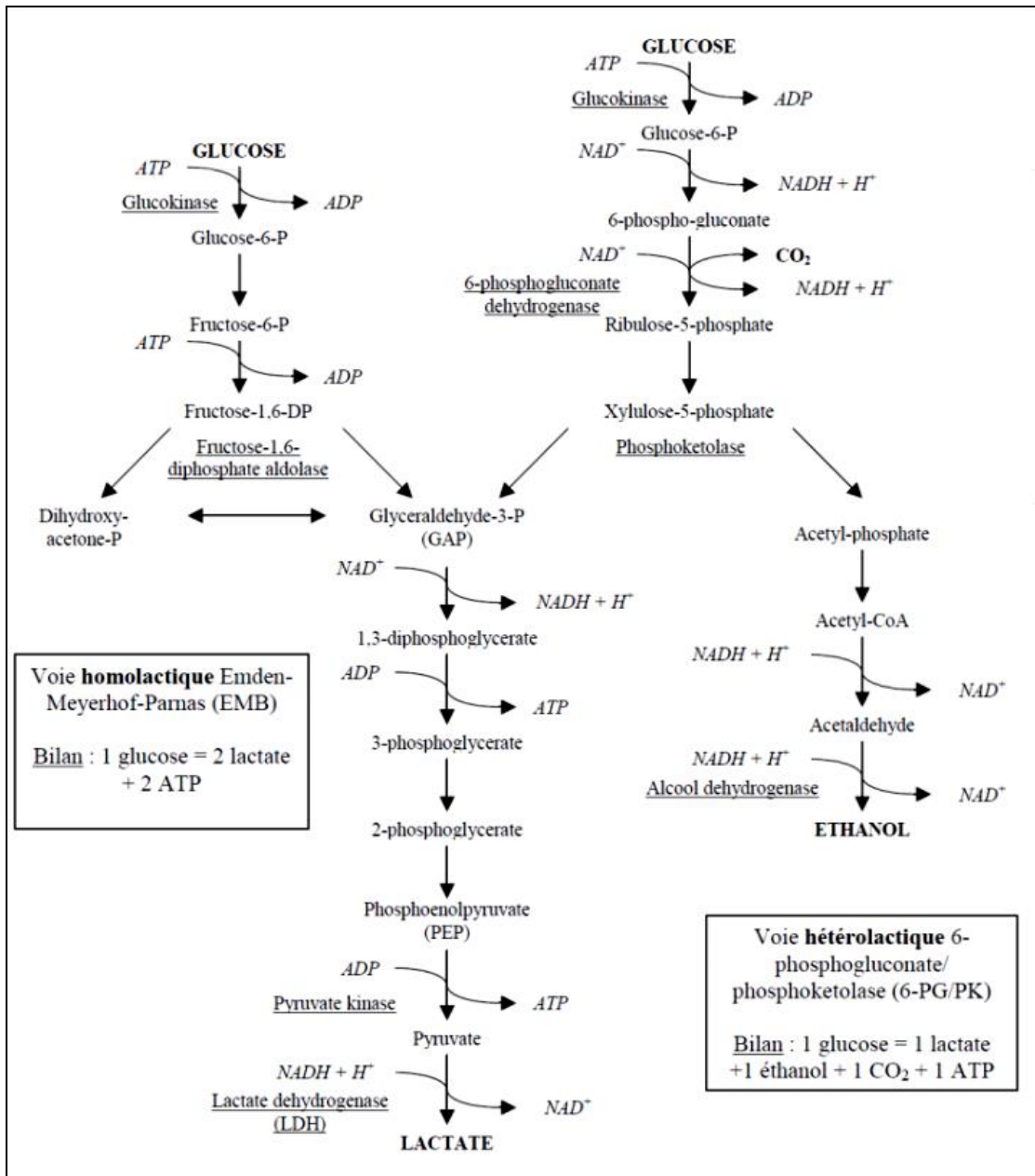


Fig. 04 : Principales voies cataboliques du glucose chez les bactéries lactiques (DELLAGLIO *et al.*, 1994)

Elles sont mésophiles mais elles sont capables de croître dans un intervalle de températures 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 alcalins (pH 9,6) (LEONARD, 2013).

Et comme une caractéristique immunologique : les bactéries lactiques peuvent être sensibles à leurs propres substances de défense comme la bactériocine, elles se prémunissent à l'aide d'une protéine qualifiée « d'immunité ». C'est une lipoprotéine d'immunité codée par le gène Lan I : Cette protéine s'attache à la surface externe de la membrane et interagit avec la

bactériocine afin d'empêcher son insertion dans la membrane et ainsi former des pores. La structure de ces protéines est très variable (DORTU, 2008).

1.2. Habitat et origine :

Les bactéries lactiques sont découvertes dans des sédiments datant de 2,75 milliards d'années, avant l'apparition de l'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 (QUIBERONI *et al.*, 2001).

Les bactéries lactiques sont des microorganismes ubiquitaires qui sont fréquemment retrouvés dans certains aliments tels que le lait et ses dérivés, la viande, les fruits et les légumes. Elles représentent aussi une partie de la microflore intestinale et génitale humaine et animale (LEONARD, 2013).

De nos jours, les bactéries lactiques représentent le deuxième plus grand marché de production de biomasse, après les levures. Principalement utilisées lors d'applications dans l'industrie alimentaire, comme la fabrication des fromages, des laits fermentés, de certains légumes et produits carnés fermentés et de certains vins, elles interviennent aussi dans l'industrie chimique pour la production d'acide lactique et de biopolymères et acquièrent, depuis quelques années, un rôle croissant en santé animale et humaine (STREIT, 2008).

1.3. Classification des bactéries lactiques :

La classification des bactéries lactiques repose principalement sur leur morphologie (bacilles ou coques), mais aussi sur les critères phénotypiques suivants: (AXELSSON, 2004)

- Le mode de fermentation du glucose (**tab. 02**) ;
- La croissance à différentes températures (de 15 à 45°C) ;
- La nature de l'acide lactique (D, L ou DL) ;
- La tolérance ou l'intolérance aux fortes concentrations en sel (6,5%, 18% NaCl) ;
- La tolérance à l'acidité (des pH relativement bas), au milieu alcalin ou à l'éthanol ;
- La tolérance aux sels biliaires ;
- L'hydrolyse de l'arginine, la formation de l'acétoïne ;
- La production des polysaccharides extracellulaires, etc.

Les marqueurs chimio-taxonomiques comme la composition en acides gras et les constituants de la paroi cellulaire peuvent aussi être utiles dans la classification (**KÖNIG et FRÖHLICH, 2009**).

Tab.02 : classification des bactéries lactiques selon le type fermentaire (**MCLEOD et al., 2008**).

Le groupe I	Homofermentaire	<i>Lactobacillus</i>
Le groupe II	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc, Oenococcus, Weissella</i> et quelques espèces du genre <i>Lactobacillus</i>
Le groupe III	Intermédiaire entre le groupe I et II (pouvant réaliser les deux types de fermentation)	<i>Enterococcus, Lactococcus, Streptococcus</i> et quelques espèces du genre <i>Lactobacillus</i>

La différenciation entre les genres des bactéries lactiques par les tests phénotypiques classiques est résumée dans le tableau ci-dessous.

Tab.03 : Tests différentiels utilisés dans l'identification phénotypique des LAB au stade genre (**SALMINEN et al., 2004**).

- + : Positif,
- : Négatif,
- ± : Réponse varie selon les espèces ;
- ND : Non déterminé ;
- Weisse.^a : Souches peuvent être bâtonnets.
- b : - : Homofermentaire, + : Hétérofermentaire.
- c : Petite quantité de CO₂ produite qui dépend du milieu.
- d : Absence de croissance à 8% d'NaCl ;
- e : Configuration de l'acide lactique produit à partir de glucose.
- f : Production de D-, L- ou DL- acide lactique varie selon les espèc

Caractères	Bâtonnets		Cocci							
	<i>Carnob.</i>	<i>Lactob.</i>	<i>Aeroc.</i>	<i>Enteroc.</i>	<i>Lactoc. Vagoc.</i>	<i>Leucono. Oenoc.</i>	<i>Pedioc.</i>	<i>Streptoc</i>	<i>Tetragenoc</i>	<i>Weisse^a</i>
Formation des tétrades	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-
CO ₂ à partir de glucose ^b	- ^c	±	-	-	-	+	-	-	-	+
Croissance à 10°C	+	±	+	+	+	+	±	-	+	+
Croissance à 45°C	-	±	-	+	-	-	±	±	-	-
Croissance à 6.5% d'NaCl	ND ^d	±	+	+	-	±	±	-	+	±
Croissance à 18% d'NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Croissance à pH 4.4	ND	±	-	+	±	±	+	-	-	±
Croissance à pH 9.6	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
Configuration d'acide lactique ^e	L	D, L, DL ^f	L	L	L	D	L, DL ^f	L	L	D, DL ^f

D'autres méthodes génotypiques (basées sur les acides nucléiques) sont aussi utilisées en classification, comme le pourcentage en GC ou l'hybridation ADN/ADN (MECHAI, 2009). Les BL possède un % GC au dessous de 50%, cependant certaines espèces de *Lactobacillus* ont des valeurs pouvant atteindre 55% (AXELSSON, 2004).

Le séquençage direct du gène d'ARNr 16S est l'une des méthodes les plus puissantes pour l'identification en une seule étape d'une souche inconnue donc les séquences ribosomiques reflètent le génotype des bactéries. Toutefois, il existe quelques limites (VANDAMME *et al.*, 1996).

Selon la version la plus récente de *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* (2009), les bactéries lactiques sont classées dans le Phylum des Firmicutes, la Classe des *Bacilli* et l'Ordre des Lactobacillales renfermant 35 genres répartis sur 6 familles (Fig.05). 12 sont considérés comme étant des bactéries lactiques principales et sont associés aux aliments: *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, *Oenococcus* et *Weissella*.

Les bactéries du genre *Bifidobacterium* sont parfois considérées comme faisant partie du groupe des bactéries lactiques grâce à la similarité de leurs propriétés physiologiques et biochimiques et à leur présence dans le même habitat écologique. Cependant, ces microorganismes appartiennent au phylum *Actinobacteria* et sont donc phylogénétiquement éloignées des bactéries lactiques. Les bactéries lactiques forment donc un groupe hétérogène en raison non seulement de leur métabolisme mais aussi de leur aspect, leur habitat (LEONARD, 2013).

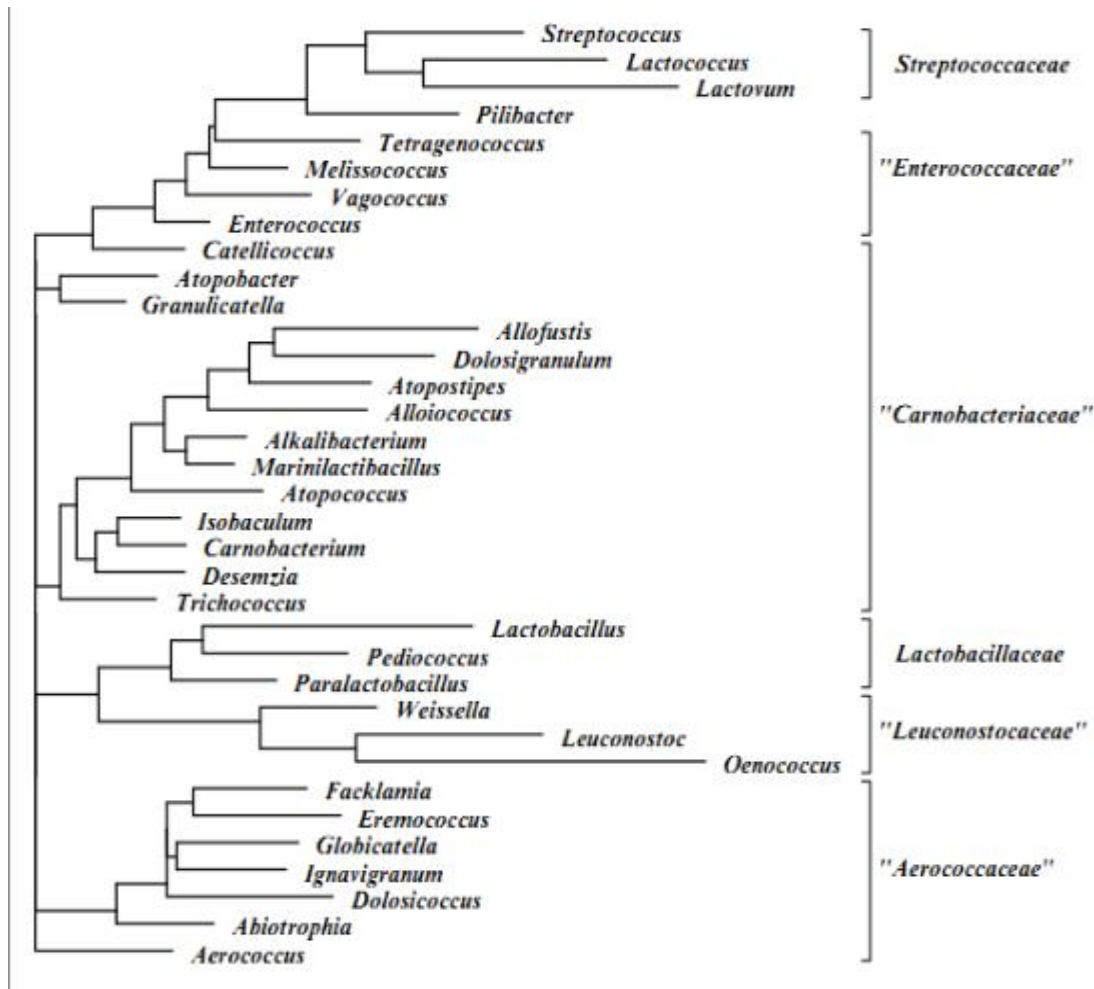


Fig.05 : Dendrogramme consensus reflétant les relations phylogénétiques de l'ordre des « *Lactobacillales* » au sein de la classe « *Bacilli* » (De Vos *et al.*, 2009).

1.4. Intérêt des bactéries lactiques :

Grâce à la diversité métabolique des BL, elles sont appliquées dans des différents domaines pharmaceutiques, biotechnologies, agriculture, notamment dans l'industrie alimentaire.

➤ Dans le domaine alimentaire

Les bactéries lactiques sont largement utilisées dans le domaine agro-alimentaire, essentiellement dans les procédés de fermentations afin de répondre aux exigences de croissantes des consommateurs en produits alimentaires moins traités et exempts de préservatifs chimiques (BERGUIGA et KHEMIS, 2014).

Les bactéries lactiques contribuent à l'amélioration de la qualité des produits fermentés en y développant certaines caractéristiques organoleptiques, sans provoquer des altérations sur le goût ni l'odeur, et en augmentant la durée de conservation de ces aliments. Cette conservation est conférée par la production de plusieurs métabolites ayant une activité antimicrobienne tels que les acides organiques, le peroxyde d'hydrogène, le dioxyde de carbone, la reutéline et les bactériocines (**BERGUIGA et KHEMIS, 2014**).

Les souches utilisées en industrie alimentaire doivent répondre à certains critères tel que :

- l'absence de pathogénicité ou activité toxique ;
- la capacité d'améliorer les caractéristiques organoleptiques de l'aliment;
- la capacité de dominance ;
- la facilité de culture et de conservation, et maintenance des propriétés désirables durant le stockage (**MARTH et STEELE, 2001**).

➤ **Dans le domaine thérapeutique**

Les bactéries lactiques sont utilisées comme probiotiques, c'est-à-dire des micro-organismes vivants dont l'application à l'homme ou à l'animal exercent un effet bénéfique sur la santé de ce dernier par amélioration des propriétés de la flore intestinale (**SALMINEN *et al.*, 2004**).

1.5. Activité antibactérienne des bactéries lactiques :

Les bactéries lactiques produisent une variété de composés antimicrobiens qui sont utilisés dans la fermentation et la bio-conservation des aliments (**LABIOUI *et al.*, 2005**). Parmi ces composées :

1.5.1. Les acides organiques :

Les acides lactique, acétique et propionique, exercent par leur nature la diminution du pH qui a un important effet antimicrobien. En effet, l'acide acétique possède une forte activité antibactérienne et un large spectre d'inhibition vis-à-vis des bactéries, des levures et des moisissures (**DRIBINE et KHELLAL, 2018**). Leur compétitivité est améliorée grâce à leur tolérance aux pH bas intra et extra cellulaires. Outre la diminution du pH du milieu, l'effet antagoniste des acides organiques résulte de leur forme non dissociée. En effet cette forme traverse passivement la membrane cytoplasmique vers le cytoplasme où elle s'ionise en libérant

des protons provoquant l'acidification du milieu interne des cellules microbiennes incriminées, ce qui affecte le métabolisme cellulaire en inhibant certaines fonctions (**KLENHAMMER, 1993**).

1.5.2. Le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) :

La catalase, enzyme nécessaire à la dégradation du peroxyde d'hydrogène en oxygène et en eau, est absente chez les bactéries lactiques. Il en résulte une accumulation de ce composé qui peut être inhibiteur de différents micro-organismes. En effet, son action peut se manifester aussi bien sur les germes indésirables que sur ceux indispensables au bon déroulement de la fermentation. L'inhibition, se fait par l'oxydation des lipides membranaires des souches cibles et/ou par la destruction des structures protéiques cellulaires (**ZALAN *et al.*, 2005**). Certaines bactéries lactiques synthétisent la catalase hexamérique ou tétramérique, on parle de pseudocatalases. Celles-ci contiennent du manganèse, ce qui permet de protéger ces bactéries contre leur propre peroxyde d'hydrogène (**STRUS *et al.*, 2006**).

1.5.3. Les bactériocines :

Sont des substances de nature protéique produites par certaines bactéries lactiques, exercent une action antibactérienne contre des souches distinctes des souches productrices et contre certains pathogènes, jouant ainsi un rôle primordial dans la bio-conservation des aliments (**DRIBINE et KHELLAL, 2018**).

1.5.4. Autre composant :

- Les bactéries lactiques hétérofermentaires synthétisent du **dioxyde de carbone (CO₂)** comme métabolite secondaire. Son accumulation dans le milieu extérieur crée une anaérobiose qui peut être toxique pour les microorganismes aérobies présents dans l'aliment. Toutefois, le dioxyde de carbone peut aussi, à faible concentration, stimuler la croissance de certaines bactéries (**LINDGREN et DOBROGOSZ, 1990**).

- **La reutérine (ou 3-hydroxypropionaldehyde) :** est une substance antimicrobienne qui est produite comme métabolite intermédiaire pendant la fermentation anaérobique du glycérol. La reutérine a un large spectre d'activité. Elle a une action contre les procaryotes (Gram-positif ou Gram-négatif), les eucaryotes, les virus, les champignons et les protozoaires. Elle interfère avec

la réplication de l'ADN. Elle a des applications aussi bien dans le domaine médical que dans le domaine alimentaire (VOLLENWEIDER, 2004).

2. Bactériocines:

2.1. Définition :

Les bactériocines sont définies comme des petits peptides antimicrobiens synthétisés par voie ribosomique et produits par des bactéries qui sont immunisées contre leurs propres bactériocines (COTTER *et al.*, 2013). Leur activité peut être restreinte à des souches de la même espèce ou s'étendre jusqu'à atteindre de nombreuses espèces et genres différents (COTTER *et al.*, 2005). Sont des protéines ou des complexes de protéines, avec une activité bactéricide dirigée contre des espèces proches de la souche productrice. Elles sont caractérisées par des propriétés biochimiques, mode et spectre d'action différents (KLAENHAMMER, 1988). Ce sont des molécules qui sont synthétisées par voie ribosomale et sont considérées comme des métabolites primaires. Les gènes responsables de leur synthèse sont organisés en opéron (HUST, 1981 ; JACK *et al.*, 1995).

2.2. Caractéristiques générales :

La plupart des bactériocines sont de petites molécules, stable à la chaleur, cationique, amphiphile et perméables. Ils ont un spectre d'activité limité contre les espèces de même genre mais dans certain cas, l'effet inhibiteur inclue les bactéries altérantes et pathogènes de l'aliment. (FIELD *et al.*, 2007). Les bactériocines produit par les bactéries lactiques ont un grand intérêt dans ces dernières années grâce à leur potentiel d'application dans les industries alimentaires comme préservatif naturel qui se produit directement dans la culture alimentaire (BOUMEDIENE, 2013).

Les bactériocines sont dégradées rapidement par les protéases dans le tube digestif (JOERGER *et al.*, 2000). Les bactériocines sont un groupe très hétérogène, elles sont caractérisées et sélectionnées pour être utilisées en tant qu'antagoniste vis-à-vis des bactéries de contaminations et pathogènes (MAMI, 2007).

Les bactériocines produites par les bactéries lactiques sont efficaces contre les bactéries pathogènes gram-positives et ont un impact direct sur les maladies transmises par les aliments.

Les bactériocines inhibent les germes pathogènes tels que *Listeria monocytogenes*, une bactérie pathogène répandue dans l'environnement et difficile à contrôler dans les aliments (MAMI, 2007). L'activité antimicrobienne des bactériocines a un effet soit bactéricide, provoquant la mort de la bactérie cible, soit bactériostatique inhibant la croissance bactérienne. Les bactériocines les plus étudiées sont celles produites par les bactéries lactiques connues pour leur rôle dans la bonne conservation des aliments (COTTER *et al.*, 2005b).

Les bactériocines ne sont pas des antibiotiques, mais peuvent, en revanche, être une alternative viable aux antibiotiques (COTTER *et al.*, 2013). La différence majeure entre les antibiotiques et les bactériocines est que ces dernières sont synthétisées par voie ribosomique et produites au cours de la phase primaire de la croissance alors que les antibiotiques sont, en majorité, des métabolites secondaires (ZACHAROF et LOVITTB, 2012). En outre, les bactériocines ont des spectres d'activités relativement étroits comparés à ceux constatés chez les antibiotiques (MARGARET et JOHN, 2002 ; ZACHAROF et LOVITTB, 2012). Leur molécule est constituée de peptides ayant une activité antimicrobienne, ils ont un faible poids moléculaire qui varie entre les différentes bactériocines comme leur spectre antimicrobien et le mode d'action, et en général sont actifs contre les espèces étroitement liées à la souche productrice (TOLDRÁ, 2009).

2.3. Classification :

Les bactériocines sont classées sur la base de leur structure primaire, leur poids moléculaire, leur modification post traductionnelle ou non et leurs caractéristiques génétiques (BENMOUNA, 2019).

Plusieurs classifications ont été proposées. La première en 1993 par KLAENHAMMER divise les bactériocines en quatre classes, puis cette classification est modifiée par NES *et al* en 1996. En 2005 COTTER *et al* ont proposé une autre classification de cinq classes de 21 bactériocine, mais l'avance de la recherche a permis d'affiner cette classification la menant actuellement à trois classes de bactériocines (CALVEZ *et al.*, 2009).

Classe I : Les lantibiotiques qui sont des peptides d'une taille qui varie de 19 à 38 résidus d'acides aminés. Ils sont caractérisés par la présence dans leur structure primaire d'acides aminés modifiés tels que : la lanthionine (Lan), β -méthyl lanthionine (Met Lan), la dehydroalanine (Dha)

et la dehydrobutyrine (Dhb). Ces derniers sont issus de modifications post-traductionnelles. Ils sont stables à la chaleur, hydrophobes et leur masse moléculaire est inférieure à 5 KDa (**MORISSET et al., 2005 ; HENG et al., 2007**). Ils peuvent être divisés en deux types :

Sous-Classe Ia : Cette classe comprend des peptides cationiques hydrophobes allongés contenant jusqu'à 34 acides aminés (**RABAH, 2010**). Comprend les peptides linéaires flexibles, comme la nisine (**MESSALTI et BOULAKHRAS, 2018**).

Sous-Classe Ib : qui comprend les peptides globulaires chargés négativement ou sans charge nette et contenant jusqu'à 19 acides aminés (**MAMI, 2016**).

Classe II : ce sont des petites molécules de poids moléculaire <10 kDa, thermostables, contenant des peptides cationiques non modifiés et des peptides hydrophobes. Cette classe est subdivisée en trois sous-classes (**BENMOUNA, 2019**).

Sous-classe IIa : ce sont des peptides composés de 36 à 48 acides aminés (**DRIDER et al., 2009**) et sont des peptides Anti-Listeria, ils ont attiré l'attention des chercheurs pour une utilisation comme bio-conservateurs, comme la pédiocine PA1 et la leucocine A (**PEREZ et al., 2014**).

Sous-classe IIb : représente les bactériocines à deux composants peptidiques qui y a un nombre d'acides aminés compris entre 30 et 40. Ces peptides, sont cationiques et portent des régions amphiphiles et ou hydrophobes (**CALVEZ et al., 2009**). Les deux types de bactériocines, type E (Enhancing) ou la fonction de l'un des deux peptides est d'augmenter l'activité de l'autre et le type S (Sunergy) ou les peptides sont complémentaires (**CARINE et al., 2009**). La lactococcine G produite par *Lactococcus lactis*, la thermophiline 13 produite *Streptococcus thermophilus*, l'enterocine L50 produite par *Enterococcus faecium* et la plantacine C11 produite par *Lactobacillus plantarum* font parties de cette sous classe (**BARIZ, 2011**).

Sous-classe IIc : contient les bactériocines ne pouvant pas être classées dans les autres (**BARIZ, 2011**). Les bactériocines de cette sous classe possèdent une séquence signal N- terminale de type "sec" et sont sécrétées via la voie générale de sécrétion alors que pour les autres sous-classes, les bactériocines sont biosynthétisées sous forme inactive contenant un peptide leader et un site protéolytique de type double Glycine. Quelques peptides cycliques dont le N et C terminal sont liés de manière covalente font partie de cette sous-classe (**COTTER et al., 2005a**).

Classe III : Leurs protéines sont de tailles supérieures à 30 kDa et sensibles à la chaleur. La structure et le mode d'action de ces bactériocines diffèrent complètement des autres bactériocines produites par les bactéries lactiques. Cette classe ne regroupe que quatre bactériocines : l'helveticin J produite par *Lactobacillus helveticus* A et l'enterolysin A produite par *Enterococcus faecium*, la zoocin A produite par *Spreptococcus zooepidemicus* et la millericin B produite par *Streptococcus milleri* (NILSEN *et al.*, 2003 ; PAPAGIANNI, 2003 ; NIGUTOVA et PAIK, 2007).

Classe IV : Peptides requérant une partie carbohydratée ou lipidique pour avoir une activité. Aucune bactériocine de cette classe n'a été décrite (RABAH, 2010).

2.4. Mécanisme de production des bactériocines et sa régulation :

Différentes protéines sont impliquées dans les processus de biosynthèse et de régulation des bactériocines. Ces dernières sont produites sous forme d'un pré-peptide non biologiquement actif et qui vont subir plusieurs modifications post-traductionnelles pour aboutir aux peptides actifs. La régulation de la production de la bactériocine se fait selon un mécanisme permettant l'expression d'un certain nombre de gènes en fonction de la densité cellulaire dans le milieu : c'est le mécanisme Quorum Sensing (DORTU et THONART, 2009).

- Mécanisme de production des antibiotiques :

La biosynthèse des bactériocines dépend du microorganisme et des conditions de culture. Les bactériocines sont des peptides de synthèse ribosomique qui sont initialement biologiquement inactifs, et modifiés afin qu'ils soient actifs (TODOROV, 2009 ; PEREZ *et al.*, 2014). Les gènes de production de bactériocines et leur immunité sont organisés en opérons (BENMOUNA, 2019). Bien que les bactériocines sont rébosomiquement synthétisées, le transcrit qui en résulte doit être modifier pour devenir actif. Les gènes qui codent pour les enzymes facilitant les modifications sont généralement à proximité des gènes de structure. La modification la plus importante est connue chez les lantibiotiques (CLEVELAND *et al.*, 2001). Lan B, protéines membranaire transcrite par les producteurs de la nisine, modifie enzymatiquement ces bactériocines après leur transport vers l'extérieur de la cellule (ENGELKE *et al.*, 1992). Lan C participe aussi dans la formation d'un pont thio-ester au niveau de ces lantibiotiques (KLEEREBEZEM et OUADRI, 2001). La modification post-traductionnelle des lantibiotiques

incluse la formation de nombreux acides aminés inhabituels. La formation de ces acides aminés ait lieu après l'addition des groupes cystéines-thiol. En tout, plus d'une douzaine d'acides aminés inhabituels sont fondus au niveau des lantibiotiques (**RABAH, 2010**). Les bactériocines sont généralement produites à la fin de phase exponentielle et au début de la phase stationnaire de croissance (**DESALEGN, 2017**). Les gènes associant à la biosynthèse des bactériocines sont regroupés en opérons. Ils sont souvent associés à des éléments transférables tels que des transposons et des plasmiques. Toutefois, plusieurs bactériocines ont des systèmes de production situés sur des chromosomes (**HAMMI, 2016**). Le gène de structure code pour la pré-bactériocine, contenant un N-terminal reconnues par les transporteurs ABC pour le traitement de la séquence leader et sécrétion de la bactériocine mature dans le milieu extracellulaire (**DAOUDI et KHELEF, 2018**).

2.5. Application des bactériocines dans l'industrie Agro-alimentaires :

Concernant l'application d'une bactérie lactique bactériocinogène, le caractère le plus recherché concerne l'étude de sa sécurité ; cela veut dire que son application ne devrait pas posséder un caractère de virulence ou une résistance aux antibiotiques. Pour qu'un bio-conservateur soit utilisé commercialement, il doit remplir certaines exigences (**GAUTAM et SHARMA, 2009**) :

1. Il ne devrait pas être toxique ;
2. Il devrait être accepté par les autorités reconnues ;
3. Il devrait être économique pour les industries ;
4. Le produit dans lequel le bio-conservateur est utilisé, ne devrait pas être affecté par celui-ci, c'est-à-dire, il ne devrait montrer aucun effet sur les propriétés organoleptiques de ce produit ;
5. Il devrait montrer un effet, même si sa concentration est relativement faible ;
6. Le stockage du bio-conservateur ne devrait pas affecter sa stabilité (**BENMOUNA, 2019**).

Les consommateurs sont directement concernés par la présence d'additifs chimiques dans leurs aliments. En conséquence, ils sont attirés par des produits alimentaires frais et sans ajout d'agents de conservation chimiques. Cette perception, associée avec la demande croissante pour les aliments issus de traitement de transformation minimale avec une longue durée de conservation, a

stimulé les recherches à trouver des agents de conservation naturels mais efficaces (**SCHILLINGER *et al.*, 1996**). Les bactériocines produites par les bactéries lactiques, peuvent être considéré comme des conservateurs naturels ou biopreservateurs qui accomplissent ces exigences. La conservation Bio fait référence à l'usage de microorganismes antagonistes ou leurs produits métaboliques inhibent ou détruisent des microorganismes indésirables dans les aliments, afin d'augmenter la sécurité alimentaire et prolonger leur durée de vie de conservation (**MAMI, 2007**).

Les bactériocines purifiées sont considérées comme un additif alimentaire. Jusqu'à présent, seule la nisine, un lantibiotique, est acceptée comme additif alimentaire (E234) (**GUINANE *et al.*, 2005**).

Les bactériocines purifiées ou semi-purifiées sont appliquées après production en fermenteur, purification ou semi-purification et conditionnement par les techniques adéquates, qui peuvent être relativement coûteuses. D'un point de vue législatif, une telle préparation est considérée comme un additif alimentaire. Jusqu'à présent, seule la nisine, un l'antibiotique, est acceptée comme additif alimentaire (E234) (**GUINANE *et al.*, 2005**).

2.6. Utilisation des souches productrices de bactériocines dans les IAA :

Les bactériocines peuvent également être appliquées sous la forme d'un concentré obtenu après fermentation par la souche productrice (**RABAH, 2010**).

Cette préparation sera considérée comme un ingrédient fermenté. Elle contiendra la bactériocine mais également d'autres métabolites microbiens tels que l'acide lactique.

L'absence de toxicité pour les cellules eucaryotes et la perte d'activité en présence des protéases présentes dans le tube digestif présentent des propriétés qui pourraient placer les bactériocines parmi les substances sans danger pour l'homme (**DEEGAN *et al.*, 2006**). Pour améliorer leur conservation, les aliments sont soit supplémentés en bactéries productrices, la bactériocine étant produite in situ, soit en bactériocine ex situ (**MAKHOULFI, 2011**).

Les bactériocines ou les souches les produisant soient annihilés par la formidable capacité de bactéries cibles à s'adapter à leur présence. Il se pose donc le problème de l'application et du développement de clone résistant à la bactériocine utilisée. Ceci a déjà mis en évidence dans le

cas de la nisine, pour laquelle 3 types de résistances ont été décrits, notamment chez *Bacillus cereus* ou *Listeria monocytogenes* contaminent des produits laitiers. Trois critères permettent de caractériser les bactériocines produites par les bactéries lactiques (TAGG *et al.*, 1976). Ce sont des inhibiteurs :

- Ayant un spectre d'action généralement restreint à des espèces proches de l'espèce productrice, voire à des souches de la même espèce.
- De nature protéique, au moins en partie.
- Ayant une action bactéricide (MAMI, 2007).

2.7. La nisine :

a /-La nisine et leurs propriétés physiques :

La nisine est un l'antibiotique produit par les souches de *Lactococcus lactis ssp lactis* et qui est classée dans le type alimentaire. L'utilisation de la nisine est admise dans plus de 50 pays comme additif alimentaire en Europe (E234) et est approuvée par la FDA (Food and Drug Administration) (COTTER *et al.*, 2005). Les souches de *Lactococcus lactis* produisent trois variantes structurelles de nisine. La nisine A est le prototype, la nisine Z diffère par un acide aminé (position 27, l'histidine de la nisine A est remplacé par l'asparagine) (MULDERS *et al.*, 1991) et la nisine Q diffère par quatre acides aminés (position 15, l'alanine est remplacée par la valine ; position 21, la méthionine par la leucine ; position 27, l'histidine par l'asparagine et position 30, l'isoleucine par la valine) (FUKAO *et al.*, 2008). La nisine est un peptide cationique constitué de 34 acides aminés et possède un caractère amphiphile : hydrophobe du côté N-terminal et hydrophile du côté C-terminal. Elle est aussi caractérisée par la présence de trois résidus inhabituels (2 déhydroalanine (Dha) et 1 déhydrobutyrine (Dhb)) et par la présence de cinq résidus thioethers, une lanthionine et quatre β -méthyllanthionine (KLAENHAMMER, 1993).

La nisine est sensible à l' α -chymotrypsine, pancréatine, pronase E et à la nisinase. Elle est par contre résistante à la trypsine, pepsine et à l'élastase. Son spectre d'action est très large, elle inhibe les *Actinomycète*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Lactococcus*,

Pediococcus, *Clostridium*, *Leucnostoc*, *Pneumococcus*, *Corynebacterium*, *Listeria* et *Staphylococcus* (SAHL et BIERBAUM, 1998 ; DACOSTA, 2000).

Les spores des bacilles et les *Clostridium* sont réellement plus sensibles à la nisine que leurs cellules végétatives, bien que l'effet antagoniste soit sporostatique et pas sporicidale, ceci, exige la présence continue de la nisine pour empêcher la germination des spores. Le dégât provoqué par la chaleur sur les spores substantiellement augmente leur sensibilité à la nisine, afin que la nisine soit efficace contre les spores dans les aliments à faible acidité et traités par un processus thermique, résultat de son usage comme un complément de traitement dans les légumes en conserve. Le mécanisme par lequel la nisine inhibe la germination des spores n'est pas clair, bien qu'il ait été déterminé que l'action sporostatique de la nisine est causée par son attachement aux groupes sulfhydrate des résidus de protéines (MORRIS *et al.*, 1984).

La nisine n'a habituellement aucun effet sur les bactéries gram négatives, les levures, et les moisissures, bien que les bactéries gram négatives puissent être sensibilisées à la nisine par la perméabilisation de couche membranaire externe similaire à celle causé par chauffage létale, la congélation, et les agents chélateurs (DELVES-BROUGHTON *et al.*, 1996).

La nisine est un peptide de 3488 Da constitué de 34 acides aminés dont la structure est représentée à la figure 6. Les molécules de nisine peuvent s'assembler en dimères ou oligomères de 7000 à 14000 Da via des réactions intermoléculaires entre les résidus Dha et Dhb. La conformation en anneaux des lanthionines assurerait la rigidité du peptide, diminuerait sa sensibilité à la protéolyse et augmenterait sa résistance à la chaleur (MC AULIFFE *et al.*, 2001).

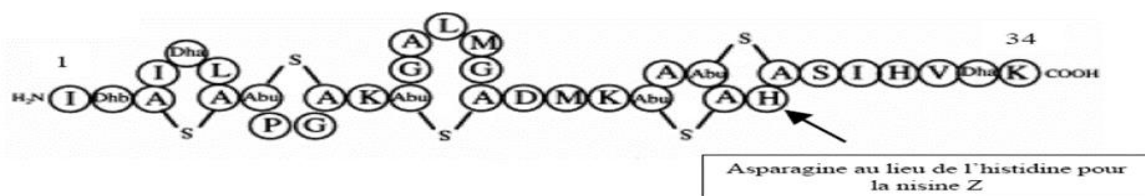


Fig.06 : Structure de la nisine A et de la nisine Z (MC AULIFFE *et al.*, 2001)

La nisine dans une solution à pH 5.0 et 6.8 perd respectivement 40 et plus de 90 % de son activité après un autoclavage à 115.6°C, alors qu'à pH 2 aucune diminution de l'activité n'est observée (HURST, 1981).

b /-Mode d'action :

Toutes les bactériocines des bactéries lactiques dont le mécanisme d'action a été étudié, paraissent agir de façon similaire en formant des pores dans la membrane plasmique des cellules cibles. Cependant, sans qu'une explication puisse être fournie, un effet bactériostatique a été décrit pour certaines bactériocines alors que pour d'autres, quelquefois très proches des précédentes, il est clairement bactéricide. D'autres différences résident dans la nécessité d'un potentiel membranaire et une action directe sur les structures phospholipidiques (le cas des lactococcines) ou à l'inverse un mécanisme dit voltage-indépendant, mais nécessitant une interaction initiale avec un récepteur de nature protéique (exemple, la lactococcine A). Dans tous les cas, la formation de pores membranaires a pour conséquence directe l'efflux d'ions ou encore de petites molécules comme des acides aminés (CENATIEMPO *et al.*, 1996).

2.8. Souche productrice de nisine : *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis*

a /- Généralités :

Le genre *Lactococcus* (streptocoque du groupe N) représente les streptocoques dits « lactiques », car ils sont associés à de nombreuses fermentations alimentaires et ne possèdent aucun caractère pathogène. Les produits végétaux constituent leur réservoir principal, mais ils sont largement présents dans le lait et les produits laitiers (PILET *et al.*, 2005).

Les lactocoques se présentent sous forme de coques en paire ou en chaînes de longueur variable. Ce sont des bactéries anaérobies facultatives homofermentaires ne produisant que de l'acide lactique L (+), seul *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* produit le diacétyl. Leur température optimale de croissance est proche de 30°C, capable de se développer à 10°C mais pas à 45°C. Quelques espèces produisent des exopolysaccharides et des bactériocines. Elles sont capables de se développer à 3% de bleu de méthylène et d'hydrolyser l'arginine. Elles ne poussent pas au pH 9,6 ou en présence de 6,5% de NaCl. Excepté l'espèce *Lactococcus garvieae*, elles ne sont pas hémolytiques (TAMIME, 2002).

b /- Transport et métabolisme des sucres :

Selon NEVES *et al.*, (2005), il existe des méthodes de transfert des sucres chez les lactocoques :

- Le système phosphoenolpyruvate- photransférase (PEP-PTS) qui participe à la fois au transport et à la phosphorylation des sucres au détriment de la PEP, ce qui entraîne l'accumulation du phosphate glucidique correspondant (transfert de groupe) ;
- Le transport du sucre lié aux ions : c'est un système de transport secondaire dans lequel le transport de sucre est entraîné par gradient d'ions ;
- Le transport des glucides par des ATPases : ce sont des systèmes de transport primaire couplant l'hydrolyse de l'ATP avec la translocation (système de transport ABC).

Conclusion

Conclusion :

Les laits de camelin et de caprin sont de couleur blanchâtre mat, en raison de l'absence de B-carotène. Les deux sont considérés comme un élément le plus complet et équilibré, sur la base de leur contenu nutritionnel. Ils ont possédé une variété des composés nutritifs (eau, glucides, lipides, protéine, matières azotées, minéraux, les vitamines surtout le groupe B, etc.).

Les bactéries lactiques sont utilisées depuis des siècles pour la production de nombreux aliments fermentés. Grâce à leurs propriétés fermentaires, ainsi qu'à leur capacité de survivre et de se développer dans diverses conditions environnementales, elles prolongent la durée de conservation des produits, augmentent la valeur nutritive et améliorent la qualité organoleptique des aliments et ce grâce à leur métabolisme et aussi de leur propriété de produire des substances antimicrobiennes comme le peroxyde d'hydrogène, le dioxyde de carbone, le diacétyle et les bactériocines; une prévention contre les organismes pathogènes et ceux responsables de la détérioration des aliments. Les bactéries lactiques sont considérées comme non pathogènes et se voient attribuer le qualificatif anglo-saxon d'organismes **GRAS**.

Les peptides antimicrobiens « bactériocines », produits par les bactéries lactiques et doués d'activités inhibitrices dirigées notamment contre plusieurs pathogènes des aliments renforcent cette propriété de bio-conservation. Ces bactériocines permettent en effet de lutter efficacement contre les différentes bactéries indésirables, pathogènes, d'altération ou résistantes aux antibiotiques.

Les bactériocines se distinguent des antibiotiques par leur production ribosomique et leurs spectres relativement étroits. Elles possèdent des propriétés qui les placent comme substances sans danger pour l'homme de par leur sensibilité aux protéases du tube digestif et l'absence de toxicité. La résistance aux traitements thermiques et aux variations de pH (pour quelques-unes), l'activité bactéricide et l'absence de résistance croisée avec les antibiotiques font des bactériocines des candidats potentiels pour des applications alimentaires.

Seule la nisine est autorisée comme conservateur alimentaire : est une l'antibiotique produit par les souches de *Lactococcus lactis ssp lactis*. Plus de 50 pays utilisent la nisine comme un additif alimentaire en Europe (E234) et est approuvée par la FDA.

Références bibliographiques

- ABDELHAK M., 2014** - *Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait collecté à partir de chamelles (Camelus dromedarius) conduites selon deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif)*, Mémoire de Magister, Univ. MOHAMED KHIDER – BISKRA. 126 p.
- ABDEL-RAHIM A.G., 1987** - The chemical composition and nutritional value of camel (*Camelus dromedarius*) and goat (*Capra hircus*) milk. *World Rev. Anim. Prod.*, 23, 9-11.
- ABDOUN K., AMIN A. and ABDELATIF A., 2007** - Milk composition of dromedary camels (*Camelus dromedarius*): nutritional effects and correlation to corresponding blood parameters. *Pak J Biol Sci*, 10 (16):2724-7.
- ABU-TARBOUSH H. M., AL-DAGAL M. M. ET AL-ROYLI M. A., 1998** - Growth, viability and proteolytic activity of Bifidobacteria in whole camel milk. *J. Dairy Sci*, 81, 354-361.
- AGENCE PASS'RELLE., 2016** - guide pratique de l'accueil des scolaires chez les professionnels de la filière caprine. Rue des Mathurins, Paris, 57 p.
- AL-AWADI FM. et STRIKUMAR TS., 2001** - Traces elements and thier distribution in protien fractions of camel milk in comparison to other commonly consumed milks. *Journal of Dairy Research*, 68(3) 463-469.
- AL HAJ O.A., AL KANHAL H.A., 2010** - Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk – review. *International Dairy Journal* 3x, 1-11.
- AL MAJALI A. M., ISMAIL Z. B., EL-HAMI Y. and NOUR A. A., 2007** – Lactoferrine concentration in milk from camels (*Camelus dromedarius*) with and without subclinical mastitis. *International Journal of Applied Research and Medicine*, 5 (3), 120-124.
- AMARIGLIO S., 1986** - *Contrôle de la qualité des produits laitiers : analyses physiques et chimiques*. -3^{ème} éd-Paris : ITSV. 1030 p.
- AMIOT J., FOURNIER S., LEBŒUF Y., PAQUIN P., SIMPSON R. et TURGEON H., 2002** - Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait. In : VIGNOLA CL Fondation de technologie laitière du Québec Inc. Science et technologie du lait, Transformation du lait. 600 p.
- AMROUN TT., ZERROUKI N., 2014** - Caractérisation de la composition biochimique du lait de chèvres kabyles élevées en région montagneuse en Algérie. *Reencounters Recherche Ruminant*, 21: 293.

ATTIA H., KHEROUATOU N. et NASRI M., 2003 - A study of the dromedary milk casein micelle and its changes during acidification. *Brazilian Journal of Food Technology*, 6. 237-244.

AXELSSON L., 2004 - *chapter lactic acid bacteria microbiological and functional aspects*. 3rd Edition., Marcel Dekker, New York.1-67.

BADIS A., LAOUABDIA-SELLAMI N., GUETARNI D., KIHAL M. et OUZROUT R., 2005 - Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait cru de chèvre de Deux populations caprines locales Arrabia et Kabyle. *Sci Technol*, 23 : 30 -37.

BARIZ K., 2011 - *Etude de la microflore du lait fermenté traditionnel (Ighi), recherche de souches de bactéries lactiques productrices de bactériocines*. Mémoire de Magister, Univ. Mouloud mammeri., TIZI OUZOU.126 p.

BENGOUMI M., 1994 - Dromadaires et chameaux, animaux laitiers. *Actes du colloque, Nouakchott, Mauritanie, Montpellier, FRANCE* : Cirad.

BENMOUNA Z., 2019 - *Etude de bactériocines de bactéries lactiques et leurs effets sur les bactéries pathogènes et/ou d'altération*. Thèse de Doctorat, Univ. Ahmed Ben Bella., ORAN. 183 p.

BENSADEK I., 2019 - *Etude physico-chimique et microbiologique du lait de la chamelle « Camelus dromedarius » collecté localement à la commune Adrar*. Mémoire de Master, Univ. Ahmed draya., ADRAR.90 p.

BERGUIGA N., KHEMIS I., 2014 - L'utilisation des bactéries lactiques dans la fermentation industrielle, Microbiologie fondamentale et appliquée, 132p.

Bergy's manual., 2009- Systematic of bacteriology. Second Edition. Volume three the firmicutes. Edition springer.26 p.

BHAVBHUTI M., JAYDEEP YOGANANDI., MEHTA, WADHWANI K.N., DARJI V.B. et APARNATHI K.D., 2014 - comparison of physico-chemical properties of camel milk with cow milk and buffalo milk. *Journal of Camel Practice and Research*. 21 (2), p 253-258.

BOUDJELLOULIF F et BOUZABOUN K., 2018 - *Etude physicochimique et microbiologique du lait de chèvre et la détermination de la valeur nutritionnelle*. Thèse Magister. Univ. Djilali Bounaâma , KHEMIS MILIANA ,84 p.

BOUMEDIENE K., 2013 - *Recherche des bactéries lactiques productrices des bactériocines et l'étude de leur effet sur des bactéries néfastes*. Mémoire de Magister, Univ. Abou Bekr Belkaïd-TLEMCEN.80 p.

BOUMENDJEL M, FEKNOUN N, MEKIDECHE F, DALICHAOUCHE N, FEKNOUS I, TOUAFCHIA L, METLAOUI N, ZENKI R., 2017 - Caractérisation du lait de chèvre produit dans la région du nord est Algérien. Essai de fabrication du fromage frais. *Algerian Journal of Natural Products*, 5 (2) : 492-506.

BOUSSOUAR N., 2017 - *caractérisation technologique et sanitaire des entérocoques isolés à partir de lait de chamelle du sud-ouest algérien*. Thèse de doctorat, Univ. Aboubekr belkaid TLEMCEM. 238 p.

BOYAVAL P., DEBORDE C., CORRE C., BLANCO C. et BEGUE E., 1999 - Stress and osmoprotection in propionibacteria: *Le Lait, INRA Editions*, 79 (1). 59-69.

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

CALVEZ S., BELGUESMIA Y., KERGOURLEY G., 2009 - *in bactériocines : de la synthèse aux applications in bactéries lactiques : physiologique, métabolisme, génomique et applications industrielles*. Édition: Economica. p 100-122.

CAPLICE E. et FITZGERALD G.F., 1999 - Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. *Int. J. Food Microbiol.* 50 : 131-149.

CARINE D et TONART. P., 2009 - *Les bactériocines des bactéries lactiques caractéristiques et intérêts pour la bioconservation des produits alimentaires*. BASE. VOLUME 13.

CHEKROUNE A., AIT HAMMAOUCHE N., KIHAL M., BENSOLTANE A., SAIDI D., MAZMASE F ETKHEROUA O., 1998 - Hydrolytic activity of lactic acid bacteria on bovine lactoglobulin. Effect on its immunological reactivity. *Microbiol. Aliment. Nutr.* 16 : 211-220.

CETHOUNA F., 2011 - *Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologique du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru*. Thèse de Magister. Univ Kasdi Merbah., OUARGLA.

CIPC Lait Commission Interprofessionnelle des Pratiques Contractuelles., 2011 - Avis relatif à la définition et aux méthodes d'analyse de l'acidité du lait n°2011-02.

CLAEYS L.W., VERRAES C., CARDOEN S., DE BLOCK J., HUYGHEBAERT A., RAES K., DEWETTINCK K., HERMAN L., 2014 - Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. *Food Control*, 42: 188-201.

CLEVELAND J., MONTVILLE T.J., NES I.F., and CHIKINDAS M.L., 2001 -Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation. *J. Food. Microbiol.*, 71 :1-20.

CORCY J C., 1991 - *La chèvre*. Ed. La maison rustique (paris). Pp : 177-185.

CORRIEU G et LUQUET., 2008 - Bactéries lactiques, de la génétique aux ferments. *Revue Francophone des Laboratoires* .17 p.

COTTER P.D., HILL C. and ROSS R.P., 2005a –Bacterial lantibiotics: strategies to improve therapeutic potential.*Curr. Protein Pept. Sci.* 6: 61-75.

COTTER P. D., HILL C., and ROSS R. P., 2005b - Bacteriocins: developing innate immunity for food. *Nat Rev Microbiol.*3: 777-788.

COTTE P., P ROSS, and HILL C., 2013 - «Bacteriocin - a viable alternative to antibiotics » *Nature Reviews Microbiology*, 11: 95- 105.

COZMA A., MIERE D., FILIP L., BANC R., STANCIU O., ANDREI S., LOGHIN F., 2014 - Factors Influencing the Concentration of Certain Liposoluble Components in Cow and Goat Milk: A Review. *Not Sci Biol*, 6 (3) : 267272.

DACOSTA Y., 2000 - *La bioprotection des aliments : l'antagonisme microbien au service de la sécurité et de la qualité microbiologique des aliments*. Ed. YVES DACOSTA. Paris.

DAOUDI H et KHELEF C., 2018 - Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne des bactéries lactiques isolées à partir du lait cru. Mémoire de Master, Univ. Echahid Hamma Lakhdar- El Oued.

DEBRY G., 2006 - *Lait, nutrition et santé*. Edition Lavoisier, Paris. 566 p.

DEEGAN L. H; COTTER P. D; HILL C; ROSS P., 2006 - Bacteriocins: biological tools for bio preservation and shelf-life extension. *International. Dairy. Journal*.

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

DELVES-BROUGHTON J., BLACKBURN P., EVANS RJ., HUGENHOLTZ J., 1996 - Applications of the bacteriocin, nisin. *Antonie van Leeuwenhoek*, 69:193-202.

DESALEGN D., 2017 - Bacteriocin as an advanced technology in food industry. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 4(12), 178-190.

DESMYTER A., DECANNIERE K., MUYLDERMANS S. and WYNS L., 2001 - Antigen specificity and high affinity binding provided by one single domain antibody.

Journal of Biological Chemistry, 276 (28), 26285-26290.

DEVOS P., GARRITY G.M., JONES D., KRIEG N.R., LUDWIG W., RAINEY F.A., SCHLEIFER K.H. et WHITMANET W.B., 2009 - *Genus Lactobacillus, Bacillus and Listeria*. In: « *Bergey's manual of systematic bacteriology - The Firmicutes* » Vol 3. Springer éd., New York. Pp 19-511.

DIARRA M.S., PETITCLERC D. et LACASSE P., 2002 - Effect of lactoferrin in combination with Penicillin on the Morphology and the Physiology of *Staphylococcus Aureus* Isolated from Bovine Mastitis. *J. of Dairy Sci*, 85, 1141-1149.

DJOUHRI 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, Univ. D'Ourgla, Algérie, 05 p.

DORTU C., 2008 - *Isolement d'une bactérie lactique produisant de la sakacin G et utilisation sur des matrices alimentaires*. Wallonie-Europe. Doctorat. P 155.

DORTU C et THONART P., 2009 - Les bactériocines des bactéries lactiques : caractéristiques et intérêt pour la biopreservation des produits alimentaires. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 13 (1), 143-154.

DRIBINE A et KHELLAL Y., 2018 - *Evaluation de l'activité antibactérienne de quelques souches de bactéries lactiques*. Mémoire master. Univ akli mohand oulhadj – BOUIRA.75 P.

DRIDER D et PREVOST H., 2009 - *Bactéries lactiques : physiologie, métabolisme, génomique et applications industrielles*. Edition : Economica- Paris.

ELAACHI M et KELOUCHE H., 2018 - *Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des différents laits (chamelle, chèvre, brebis, vache)*. Mémoire de Master, Univ. Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.80 p.

ELAGAMY E.I., RUPPANNER R., ISMAIL A., CHAMPAGNE C.P. and ASSAF R., 1992 - Antibacterial and antiviral activity of camel milk protective proteins. *Journal of Dairy Research*, 59, 169-175.

ELAGAMY E. I., RUPPANNER R., ISMAIL A., CHAMPAGNE C. P. and ASSAF R., 1996 - Purification and characterization of lactoferrine, lactoperoxydase, lysozyme and immunoglobulin from camel's milk. *International Dairy Journal*, 6, 129-145.

ELAGAMY E. I., 2000 - Effect of heat treatment on camel milk proteins with respect to antimicrobial factors: a comparison with cow's and buffalo milk proteins. *Food Chemistry*,

68, 227-232.

EL-HATMI H., LEVIEUX A. and LEVIEUX D. 2006 - Camel (*Camelus dromedarius*) immunoglobulin G, α -lactalbumin, serum albumin and lactoferrin in colostrum and milk during the early post partum period. *J. Dairy Res.*, 73, 1-6.

EL-HATMI H., LEVIEUX A. and LEVIEUX D., 2006b - Camel (*Camelus dromedarius*) immunoglobulin G, α -lactalbumine, serum albumin and lactoferrine in colostrums and milk during the early post partum period. *J. Dairy Res.*, 73, 288-293.

EL-HATMI H., GIRARDET J. M., GAILLARD J. L., YAHYAOUI M. H. and ATTIA H., 2007 - Characterization of whey proteins of camel (*Camelus dromedarius*) milk and colostrums. *Small Ruminant Research*, 70, 267-271.

ENGELKE G., GUTWESKI-ECHEL Z., HAMMELMANN M. et ENTIAN K.D., 1992 - Biosynthese of the lantibiotic nisin : genomic organisation and membrane localisation of the Nis B protein. *Appl. Environ. Microbiol.* 58: 3730-7342.

FARAH Z., STREIFF T. and BACHMAN M.R., 1990 - Preparation and consumer acceptability tests of fermented camel milk in Kenya. *J. Dairy Res*, 57, 281-283.

FARAH Z., 1993 - Composition and characteristics of camel milk. *J. Dairy Res*, 60 : 603-626.

FAYE B., TRESOL J.C., 1998 - Composition minérale du lait de chamelle du sud marocain. In Bonnet P, éd. Dromadaires et chameaux, animaux laitiers : *actes du colloque, 24-26 octobre 1994*, Nouakchott (Mauritanie). Montpellier : CIRAD, 145-149.

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

FGUIRI I., ZIADI M., ABASSI M., ARROUM S. et KHORCHANI T., 2012 - Suitability of camel milk to transformation in Leben by lactic starter. *African Journal of Microbiology Research*, 6, 7185- 7192.

FIELD., KOJIC., MILAN., LOZO., JELENA., JOVCIC., BRANKO., STRAHINIC., IVANA., FIRA., DJORDJE., TOPISIROVIC., LJUBISA., LJUBISA., 2007 - in construction of a new shuttle vector and its use for cloning AND expression of two plasmide encoded bacteriocins from *Lactobacillus paracasei* subsp *paracasei* BGSJ2-8. *Int. J. Food Microbiologie*, 117-124.

FILIPOVITCH DJ., 1954 - Etude sur les variations de la densité du lait de mélange. *Le lait*, 34 (333-334) : 129-132.

FOTOU K., TZORA A., VOIDAROU Ch., ALEXOPOULOSIA., PLESSAS S., AVGERIS I., BEZIRTZOGLU E., AKRIDA-DEMERTZIK. Et DEMERTZIP.G., 2011 - Isolation of Microbio-pathogens subclinical mastitis from raw sheep's milk of Epirus (Greece) and their role in its hygiene. *Anaerobe*, 17(6):315-9.

FUKAO M., T. OBITA; F. YONEYAMA; D. KOHDA; T. ZENDO; J. NAKAYAMA. and K. SONOMOTO., 2008 - Complete covalent structure of nisin Q, new natural nisin variant, containing post-translationally modified amino acids. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 72(7): p. 1750-1755.

GAUCHER I; BOUBELLOUTA T; BEAUCHER E; PIOT M; GAUCHERON F; DUFOURET E., 2008 - Investigation of the effects of season, milking region, sterilization process and storage conditions on milk and UHT milk physicochemical characteristics: a multidimensional statistical approach. *Dairy Sci. Technol.* 88 (3): 291312.

GAUTAM N et SHARMA N., 2009 - Bacteriocin: safest approach to preserve food products. *Indian J Microbiol*, 49 :204-211.

GHALEM RANA., 2016 - Etude des caractéristiques physico-chimiques, Biochimiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Mémoire de Master. Univ. Abou Baker Belkaid-TLEMEN.

GLASS R.L., TROOLIN H.A. and JENNESS R., 1967 - Comparative biochemical studies of milks; IV: constituent fatty acids of milk fats. *Comp. Biochem. Physiol.*, 22, 415-425.

Goetsch A; Detweiler G; Sahlu T; Puchala R; Dawson L., 2001 - Dairy goat performance with different dietary concentrate levels in late lactation. *Small Ruminant Research*, 41 (2):117-125.

GOETSCH AL; ZENG SS; GIPSON TA., 2011 - Factors affecting goat milk production and quality. *Small Ruminant Research*, 101 : 5563.

GOURSAUD J., 1985 - *Composition et propriétés physico-chimiques. Dans Laites et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laites de la mamelle à la laitière.* Luquet F.M. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.

GUINANE C.M; COTTER P. D; HILL C; ROSS P., 2005 - Microbial solutions to microbial problems; lactococcal bacteriocins for the control of undesirable biota in food. *J Appl Microbiol*. 98 : 1316-1325.

GUIRAUD J.P., 2003 - *Microbiologie Alimentaire.* Edition DUNOD. Paris. Pp: 136-139.

GÜLLÜCE M., KARADAYI M. et BARIS Ö., 2013 - Bacteriocins: promising natural antimicrobials. In: Méndez-Vilas, A. (Ed.). Microbial pathogens and strategies for combating them. *Science, Technology and Education. Formatex, Badajoz*. P. 1016-1027.

HAMMI, I., 2016 - *Isolement et caractérisation de bactériocines produites par des souches de bactéries lactiques isolées à partir de produits fermentés marocaines et de différentes variétés de fromage français*. Thèse doctorat chimie analytique non publiée, Université de Strasbourg, Strasbourg. 150 p.

HANOU S., 2019 - *Aptitude du lait de chamelle au développement des bactéries lactiques et mise au point de laits fermentés*. Thèse de Doctorat, Univ. Badji Mokhtar – ANNABA.

HASSAN A., HAGRASS A.E., SORYAL K.A. and EL-SHABRAWY S.A., 1987 - Physico-chemical properties of camel milk during lactation period. *Egyptian J. Food Sci*, 15, 1-14.

HENG N.C.K., WESCOMBE P.A., BURTON J. P., JACK R.W. and TAGG J.R., 2007 - *The diversity of bacteriocins in Gram positive bacteria; in: "Bacteriocins: ecology and evolution"*. Ed Springer, Verlag, Berlin, Heidelberg. P 150.

HERMIER J., LENOIR J., WEBER F., 1992 - *Les groupes microbiens d'intérêt laitier*. Edition CEPIU, paris. 62-88.

HURST A., 1981 - Nisin. *Adv. App. Microbiol*, 21, 85-123.

HUYGHEBAERT., 2006 - *Stratégies des produits à base de lait cru*, Bruxelles.

JACK R W., BIERBAUM C., HIEDRICH C. and SAHL H.G., 1995 - The genetic of lantibiotic biosynthesis. *Bioassays*, 17, 193-802.

JAQUETJ, THEVENOTR., 1961 - *Le lait et le froid : les produits laitiers et leur traitement frigorifique*. Édition J-B Baillièrre et fils, Paris, France. 464p.

JEANTET R., CROGUENNEC T., MAHAUT M., SCHUCK P. et BRULE G., 2008 - *Les produits laitiers*, 2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier, Paris. 185 p.

JENOT F., BOSSIS N., CHERBONNIER J., FOUILLAND C., GUILLON M.P., LAURET A., LETOURNEAU P., POUPIN B., REVEAU A., 2000 - *Les taux de lait de chèvre et leur variation*. Ed. L'Éleveur de chèvres, n° 7. 10p.

JOERGER RD., HOOVER DG., BAREFOOT SF., HARMON KM., GRINSTEAD DA., NETTLES-CUTTER CG., 2000 - *Bacteriocins*. In: Lederberg, editor. *Encyclopedia of microbiology*, vol. 1, 2nd edition. San Diego: Academic Press, Inc. p 383-97.

JOOYANDEH H et ABROUMAND A., 2010 - Physico-chemical, nutritional, heat treatment effects and Dairy product aspects of goat and sheep milks. *World Applied Science Journal*. 11 (11), 1316-1322.

JUILLARD U., FOUCAUD C., DESMAZEAUD M. et RICHARD J., 1996 - Le lait, 79 :13-24

KAMOUN M., 1995 - 'Le lait de dromadaire : production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation' ; *Option Médit.*, 13, 81-103.

KAPPELER S., FRAH Z., PUHAN Z., 1998 - Sequence analysis of Camelus dromedaries milk caseins. *Journal of Dairy Research*, 65, 206-222.

KHASKHELI M., ARAIN M. A., CHAUDHRY S., SOOMRO A. H. and QURESHI T. A., 2005 - Physic chemical quality of camel milk. *Journal of Agriculture and Social Sciences*, 01 (2), 164-166.

KLAENHAMMER., 1988 - les bacteriocines des bacteries lactiques, caracteristiques et interets pour la conservation des produits alimentaires. BASE.VOLUME 13.

KLAENHAMMER T.R., 1988 - Bacterocins of lactic acid bacteria. *Biochimie*, 70, 337-349.

KLAENHAMMER T.R., 1993 - Genetic of bacterocins produced by lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Rev*, 12 (1-3), 39-85.

KLEEREBEZEM M. and OUADRI L. E., 2001 - Peptide pheromone-dependent regulation of antimicrobial peptide production in Gram positive bacteria: a case of multicellular behavior. *Peptide.*, 22: 1579-1596.

KÖNIG H. et J FRÖHLICH., 2009 - Biology of microorganisms on grapes, in must and in wine. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. Lactobacillus pentosus B231 Isolated from a Portuguese PDO Cheese: Production and Partial Characterization of Its Bacteriocin. » Probiotics Antimicrob Proteins. 6 : 95-104.

KONUSPAYEVA G., LOISEAU G., FAYE B., 2004 - La plus-value santé du lait de chamelle cru et fermenté : l'expérience du Kazakhstan, *Renc. Rech. Ruminants*, 47.

KONUSPAYEVA G., LOISEAU G., FAYE B., 2007 - La plus-value "santé" du lait de chamelle cru et fermenté : l'expérience du Kazakhstan. *Renc. Rech. Ruminants*, 11- 48.

KONUSPAYEVA G., LOISEAU G., FAYE B., 2009 - The composition of camel milk: a meta-analysis of the literature data. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 95-101.

LABIOUI H., ELMOUALDI L., EL YACHIOUI M. et OUHSSINE M., 2005 - Sélection de souches de bactéries lactiques antibactériennes. *Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux*. 144 : 237-250.

LAMONTAGNE M., CHAMPAGNE C.P. et AUSSEUR L., 2002 - *Chapitre 2 : microbiologie du lait dans : Science et technologie du lait*. Edition : Canada. Pp : 75-151.

LARPENT J. P. 1989 - *Les bactéries lactiques. Microbiologie alimentaire*. Ed. Cdiupa. Techniques et documentation. Lavoisier. Paris. 2 : 3-15.

LARPENT J.P., COPIN M.P., GERMONVILLE A., JACQUET M. ET THETAS J.L., 1997 - *Microbiologie du lait et des produits laitiers ; in : « Microbiologie alimentaire »*. ed. Larpent, Tec. Doc., 1ère Ed., Lavoisier, Paris

LATYR FALL D., 1997 - *Etude des fraudes du lait cru : Mouillage et écrémage*. Thèse de doctorat. Université Cheikh Anta Diop, DAKAR

LEAROUSSY H, DARTIGE A, KANKOU A., 2020 - Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de chamelle. *J. Soc. Chem of Mauritanie*, 02 : 37- 42.

LARPENT, 1997 - *Microbiologie alimentaire, technique de laboratoire*. ED. Tec et Doc. Lavoisier, Paris.

LEONARD, L.2013- *Evaluation du potentiel bioprotecteur des bactéries lactiques confinées dans une matrice polymérique*. Thèse de doctorat en sciences d'alimentation Université de Bourgogne.

LINDGREN, S. E., DOBROGOSZ, W. J., 1990-Antagonistic activities of lactic acid bacteria in food and feed fermentations. *FEMS Microbiology Reviews*, 7, 149–163.

MAHAUT M., JEANTET R., SCHUCK P., BRULE G., 2000 - *Les produits industriels laitiers*. Ed, TEC & DOC, Lavoisier, paris, pp. 2-14.

MAJDI A., 2008 - *Maitrise de la technologie fromagère et contrôle qualité des fromages AOC. Stage au centre professionnel d'agroalimentaire de cite EL KHADRA*. Institut National Agronomique, TUNISIE.

MAKHLOUFI K., 2011 - *Caractérisation d'une bactériocine produite par une bactérie lactique *Leuconostoc pseudomesenteroides* isolée du boza*. Thèse doctorat microbiologie, biochimie non publiée, Université pierre et marie curie paris, Paris.229 p.

MAMI ANAS., 2007 - *Le biocontrôle de *Staphylococcus aureus* par les Bacteries lactiques du genre *Lactobacillus* isolées du lait cru de chèvre*, Mémoire de Magister, Univ. ES-Séina -ORAN.

MAMI ANAS., 2016 - *Recherche des bactéries lactiques productrices de bactériocines à large spectre d'action vis-à-vis des germes impliqués dans les toxi-infections alimentaires en Algérie.* Thèse de Doctorat, Univ. ORAN.

MARGARET A.R et JOHN E.W., 2002 - « BACTERIOCINS: Evolution, Ecology, and Application. » *Annu Rev Microbiol*, 56: 117–137.

MARTH E. H. et Steele J. L., 2001 - *Applied dairy microbiology.* 2ème éd. Marcel Dekker, Inc., New York. 744 p.

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

MCAULIFFE O., Ross RP., Hill C., 2001 - Lantibiotics : structure, biosynthesis and mode of action. *FEMS Microbial Rev*, 25:285-308.

MCLEOD A., NYQUIST O. L., SNIPEN L., NATERSTAD K. and AXELSSON L., 2008 - Diversity of *Lactobacillus sakei* strains investigated by phenotypic and genotypic methods. *Syst Appl Microbiol.*31: 393-403.

MEHAIA M. A., 1994 - Vitamin C and riboflavin content in camels milk: effects of heat treatments. *Food chemistry.* 50 : 153-155.

MECHAI A.B., 2009 - *Isolement, caractérisation et purification de bactériocines produites par des bactéries lactiques autochtones : études physiologiques et biochimiques.* Thèse doctorat Biochimie. Université Badji-Mokhtar- ANNABA.

MESSALTI M et BOULAKHRAS I., 2018 - *L'étude de l'activité antifongique des bactéries lactique vis-à-vis des champignons phytopathogènes d'Alternaria alternata.* Mémoire de Master, Univ. Abdelhamid Ibn Badis-MOSTAGANEM.

MORISSET D., BERJEAUD J.M., FRERE J. et HECHARD Y., 2005 - *Bactériocines des bactéries lactiques et probiotiques.* Éditions TEC & DOC, Lavoisier, Paris. 306 p.

Morris SL., Walsh RC., Hansen JN., 1984 - Identification and characterization of some bacterial membrane sulfhydryl groups which are targets of bacteriostatic and antibiotic action. *J Biol Chem*, 201 :581-4

MOUALEK idir., 2011 - *Caractérisation du lait de chèvre collecté localement : Séparations chromatographiques et contrôles électrophorétiques des protéines.* Mémoire de magister, Univ. Mouloud Mammeri-TIZI OUZOU. 101 p.

MUKHEKAR A., DESALE DJ., NARUTE AB., 2017a - Effect of lactation order and stage of lactation on physicochemical properties of Sangamneri goat milk. *International journal of recent scientific research*, 8 (4): 16683-16686.

MUKHEKAR A., DESALE RJ., POTEY M., 2017b - Studies on physicochemical properties of Sangamneri Goat Milk in various seasons of milking. *EPH-International Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Science*, 2 (1): 13-18.

MULDERS J.W.M., I.J. BOERRIGTER., H.S. ROLLEMA., R.J. SIEZEN, and W.M. de Vos., 1991 - Identification and characterization of the lantibiotic nisin Z, a natural nisin variant. *European Journal of Biochemistry*, 201(3): p. 581-584.

NEVES A.R., WIETSKE A.P., KOK J., KUIPERS O.P., SANTOS H., 2005 - overview on sugar metabolism and its control in *lactococcus lactis*- the input from in vivo NMR Elsevier_ *FEMS microbiology reviews*, vol 29. Pp 531-554.

NIGUTOVA, K. et PAIK, D., 2007 - Production of enterolysin A by rumen *Enterococcus faecalis* strain and occurrence of enlA homologues among ruminal Gram⁺ cocci. *J. Appl. Microbiol.*, 102(2): 563-569.

NILSEN T., NES I.F. and HOLO, H., 2003 - Enterolysin A, a cell wall-degrading bacteriocin from *Enterococcus faecalis* LMG2333. *Appl. Environ. Microbiol.*, 69(5) : 2975-2984.

NOVEL G., 1993 - *Les bactéries lactiques*. In Leveau J-Y et Bouix M. *Microbiologie industrielle : les microorganismes d'intérêt industriel*. Edition : Tec & Doc, Lavoisier. Paris, pp.170-330.

OMAR A.A., et HAMAD A.A., 2010 - Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk. *International Dairy Journal*, 20. pp : 811-821.

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 V –Agdal. Maroc.

PACINOVSKI N., DIMITROVSKA G., KOČOSKI L., CILEV GM., PETROVSKA B., PACINOVSKI A., 2015 - Nutritive advantages of goat milk and possibilities of its production in Republic of Macedonia. *Macedonian Journal of Animal Science*, 5 (2): 8188.

PAPAGIANNI M., 2003 - Ribosomally synthesized peptides with antimicrobial properties: biosynthesis, structure, function and applications. *Biotechnol. Adv*, 21(6): 465-499.

PEREZ R.H., ZENDO T. et SONOMOTO K., 2014 - Novel bacteriocins from lactic acid bacteria (LAB): Various structures and applications. *Microb Cell Fact.* 13 :1-13.

PILET M. F., MAGRAS C. et PEDERIGHI M., 1998 - *Bactéries lactiques* ; in : « *Manuel de Bactériologie Alimentaire* ». Ed. POLYTECHNICA. Paris.219-242.

PILET M.F., MAGRAS C. et FEDERIGHI M., 2005 - *Bactéries lactiques*. In : *bactériologie alimentaire (Federighi M.)*. 2e Ed., Economica. Paris. 219-240.

POINTURIER H., 2003 - *La gestion matière dans l'industrie laitière*, Tec et Doc, Lavoisier, France.388 p.

POT B., 2008 - *The taxonomy of lactic acid Bactéria* ; in : « *Bactéries lactiques, de la génétique aux ferments* ». Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.

POUGHEON S et GOURSAUD J., 2001 - *Le lait caractéristiques physicochimiques* In *DEBRY G., Lait, nutrition et santé*, Tec et Doc, Paris. 566 p.

PRESCOTT L.M., HARLEYJ., et KLEINL D.A., 2010 - *Microbiologie 2^{ème} édition*. De Boeck, paris. 979 p.

QUIBERONI A., REZAIKI L., EL KAROUI M., BISWAS I., TAILLIEZ P., & GRUSS A., 2001 - Distinctive features of homologous recombination in an 'old' microorganism, *Lactococcus lactis*. *Research Microbiology*.152 : 131-139.

RABAH N., 2010 - *Etude du potentiel des bactéries lactiques pour leur utilisation en industrie laitière*. Mém. Magister en microbiologie. Univ. Es-séna, Oran, 79p.

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

RICHARD J., 1987 - *La microbiologie et l'hygiène de lait : le lait matière première de l'industrie*. Edition: Paris codex.

SAHL H.G. and BIERBAUM G., 1998 - Lantibiotics Biosynthesis and biological activities of uniquely modified peptides from Gram positive bacteria. *Ann. Rev. Microbiol*, 52, 41-56.

SAIDI Yasmine., 2020 - *Biodiversité de la microflore lactique du lait cru de dromadaire et évaluation de ses caractères technologiques*. Thèse Doctorat, Univ. Ahmed Ben Bella, ORAN.

SALMINEN S., WRIGHT A. V., OUWEHAND A., 2004 - « *Lactic acid bacteria. microbiological and functional aspects* ». Marcel Dekker. Inc., U.S.A.

SAWAYA W.N., KALIL J.K., AL-SHALHAT A. et AL-MOHAMED H., 1984 - Chemical composition and nutritional quality of camel milk. *J. Food Sci*, 49, 744–747.

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

SCHILLINGER U., GEISEN R., HOLZAPFEL WH., 1996 - Potential of antagonistic microorganisms and bacteriocins for the biological preservation of foods. *Trends Food Sci Technol*, 7 :158-64.

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

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

SIBOUKEUR O.K., 2007 - *Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques aptitudes à la coagulation*. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques université INA EL Harrach-Alger. 135 p.

SMAIL R., RACHEK S., SIBOUKEUR O.K. et MATI A., 2002 – Comportement électrophorétique des protéines du lait camelin collecté dans deux régions du sud algérien Ouargla et Tamanrasset. *Actes du 26^{ème} Congrès Mondial de Laiterie*, 24-27 septembre, Paris.

SOUID W., 2011 - *Effet des bactériocines (type nisine) produites par une souche lactique isolée à partir du fromage camelin, sur une souche psychrotrophe*. Univ. Kasdi Merbah- OUARGLA, 4-6, 8, 5.

STAHL T., SALLMANN H. P., DUEHLMEIER R., WERNERY U., 2006 – Selected vitamins and fatty acid patterns in dromedary milk and colostrums. *Journal of Camel Practice and Research*. 13 : 53-57.

STREIT F., 2008 - *influence des conditions de recolte et de concentration sur l'état physiologique et la cryotolérance de lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus cfl1*. Thèse docteur. L'institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (agro paris tech). Spécialité : génie microbiologique. 226p.

STRUS, M, T GOSIEWSKI, P KOCHAN, AND P.B HECZKO., 2006 - "The in vitro effect of hydrogen peroxide on vaginal microbial communities." *FEMS Immuno. Medical Microbiol*, 56- 63.

TAGG J.R., DAJANI A.S. et WANNAMAKER L.W., 1976 - Bacteriocins of Gram-positive bacteria, *Bacteriol. Rev.* 40: 722-756.

TAMIME A.Y., 2002 - *Microbiology of starter cultures. In: Dairy microbiology handbook (Robinson R.K.).* 3rd Ed., John Wiley and Sons, Inc., New York.261-366.

TODOROV S.D., 2009 - Bacteriocins from *Lactobacillus plantarum*: production, genetic organization and mode of action. *Braz J Microbiol.* 40:209-221.

TOLDRÁ F., 2009 - *Safety of Meat and Processed Meat.* Ed. Springer Science et Business Media. Spain. 699p.

VANDAMME P., POT B., GILLIS M., DE VOS P., KERSTERS K., SWINGS J., 1996 - Polyphasic taxonomy, a consensus approach to bacterial systematics. *Microbiol Rev.*60: 407-438.

VEINOGLU B., BALTADJIEVA M., KALATZOPOULOS G., STAMENOVA V. et PAPADOPOULOU E., 1982 - La composition du lait de chèvre de la région de Plovidiv en Bulgarie et d'Ionnina en Grèce. *Lait*, 62, 155-165.

VERRAES C., VAN BOXSTAEEL S., VAN MEERVENNE E., VAN COILLIE E., BUTAYE P., CATRY B., DE SCHAEZTEN M.-A., VAN HUFFEL X., IMBERECHTS H. et DIERICK K., 2013 - Antimicrobial resistance in the food chain : à review. *International journal of environmental research and public health*, 10, 2643-2669.

VIGNOLA C.L., 2002 - *Science et technologie du lait : Transformation du lait*, École polytechnique de Montréal, Canada, 600 p.

VIGNOLAC L., AMIOTJ., ANGERSP., BAZINETL., BOUTONNIEZJ.-L., BRITTENM., CASTAIGNEF., CHAMPAGNEC., DUPUISC., FLISSI., FOURNIERS., GARDNERN., JEANJ., LAMONTAGNEM., LAMOUREUXM., LEBEUFY., MICHELJ.-C., MOINEAUS., PAQUINP., POULIOTM., POULIOTY., REITZ-AUSSEURJ., RICHARDJ., SIMPSONR., ST-GELAISD., TARDIFR., TIRARD-COLLETP., VERGEJ., 2002 - *Science et technologie du lait : transformation du lait.* 2èmeédition: Presses internationales polytechniques, Québec, Canada. 600p.

VOLLENWEIDER S., 2004 - "3-hydroxypropionaldehyde: applications and perspectives of biotechnological production." *Appl Microbiol Biotech*, 16-27.

WANGOH J., FARAH Z. and PUHAN Z., 1998 - Isoelectric focusing of camel milk proteins. *International Dairy Journal*, 8, 617-621.

YAGIL R., Camels and camel milk. In Animal production and health paper n° 26, *Publication FAO*. Rome, (1982), 1-69.

ZAGULKI T., LIPINSKI P., ZAGULSKA A., BRONIEK S. et JARZABEK Z., 1989 - Lactoferrin can protect mice against a lethal dose of *Escherichia coli* in experimental infection in vivo. *Br. J. Exp. Pathol*, 70, 697- 704.

ZALAN Z., A BARATH. and A HALASZ., 2005 -"Influence of growth medium on hydrogen peroxide and bacteriocin production of *Lactobacillus* strains." *Food Technol Biotech*, 219-225.

ZELLER B., 2005 - *Le fromage du chèvre : Spécificités technologiques et économiques*. Thèse de Doctorat de l'Université Paul-Sabatier, Toulouse, France. 78p.

Résumés

Résumé

Nous avons réalisé une recherche bibliographique sur les bactéries lactiques et leur effet dans les laits camelin et caprin. Le lait est considéré comme un aliment complet et équilibré du fait de sa richesse en plusieurs éléments nutritifs. Les laits camelin et caprin partagent la même propriété de couleur blanchâtre mate à raison de l'absence de B-carotène.

Les bactéries lactiques sont des microorganismes ubiquitaires et utiles car elles participent à l'élaboration de nombreux produits alimentaires fermentés. Elles jouent plusieurs rôles relatifs aux caractéristiques organoleptiques, nutritionnelles et sanitaires de l'aliment.

L'objectif de cette recherche bibliographique est de présenter l'effet de la bactérie lactique dans le lait caprin et camelin ; pour réaliser cette étude nous avons suivi un plan constitué de 2 chapitres, le premier chapitre a traité les caractéristiques physico-chimique et microbiologique des laits camelin et caprin et le deuxième chapitre a concerné les bactéries lactiques.

Mots clés : lait camelin, lait caprin, bactéries lactiques, caractéristiques physico-chimique et microbiologique.

Abstract

We did a bibliographic research on lactic acid bacteria and their effect in camel and goat milk. Milk is considered a complete and balanced food because it is rich with several nutrients. Camel and goat milks share the same matte whitish color property due to the absence of B-carotene.

Lactic acid bacteria are ubiquitous and useful microorganisms because they are involved in the development of many fermented food products. They play several roles related to the organoleptic, nutritional and health characteristics of the food.

The objective of this bibliographic research is to show the effect of lactic acid bacteria in goat and camel milk; to carry out this study we followed a plan of 2 chapters, the first chapter dealt with the physico-chemical and microbiological characteristics of camel and goat milk and the second chapter concerned lactic acid bacteria.

Key words: camel milk, goat milk, lactic acid bacteria, physio-chemical and microbiological characteristics.

الملخص

أجرينا بحثاً ببيولوجياً على بكتيريا حمض اللاكتيك وتأثيرها في حليب الإبل والماعز. يعتبر الحليب طعمًا كاملاً ومتوازنًا لأنه غني بالعديد من العناصر الغذائية. يشترك حليب الجمال والماعز في نفس خاصية اللون الأبيض غير اللامع بسبب عدم وجود B-carotène.

بكتيريا حمض اللاكتيك هي كائنات دقيقة منتشرة في كل مكان ومفيدة لأنها تشارك في تطوير العديد من المنتجات الغذائية المخمرة. تلعب عدة أدوار تتعلق بالخصائص العضوية والغذائية والصحية للغذاء.

الهدف من هذا البحث البيولوجي هو عرض تأثير بكتيريا حمض اللاكتيك في حليب الماعز والجمال؛ ولإجراء هذه الدراسة، اتبعنا خطة تتكون من فصلين، حيث تناول الفصل الأول الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لحليب الجمال والماعز، وتناول الفصل الثاني بكتيريا حمض اللاكتيك.

الكلمات الرئيسية: حليب الجمال، حليب الماعز، البكتيريا اللبنية، السمات الفيزيائية الكيميائية والميكروبيولوجية