

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Otsmane Elhaou Zahia

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN BIOLOGIE

Spécialité: EXPLOITATION DES ÉCOSYSTÈMES MICROBIENS LAITIERS

THÈME

**Identification et aptitudes technologiques des
bactéries lactiques du lait de chèvre**

Soutenue publiquement le : **04/06/2016**

DEVANT LE JURY

Président	M.Bekada A	Professeur	C.U. Tissemsilet
Encadreur	M. Nemiche S	M.C.A	U. Mostaganem
Co-Encadreur	Melle.Benkrizi N	Doctorante	U. Mostaganem
Examineur	M.Benbouziane B	M.C.B	U. Mostaganem

Thème réalisé au Laboratoire de Sciences et Techniques de Production Animale

Année universitaire: 2015-2016

Remerciements

Avant tous, nous remercier Allah (mon dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et dire «ya kayoum»

Et c'est avec un très grand plaisir que je présente mes sincères remerciements à

Mr Homrani ABK directeur de laboratoire LSTPA pour m'avoir accueilli au sein de son laboratoire

Je remercie vivement Mr Nemiche S maître de conférences A à université de Mostaganem qui a accepté d'être notre encadreur et orienté au bon chemin.

J'adresse mes plus vifs remerciements à M^{lle} Benkrizi N Doctorante à université de Mostaganem pour ses conseils scientifiques judicieux et son suivi durant la période de la réalisation de ce travail.

Je remercie vivement Mr Bekada A Professeur à centre universitaire tissemsilet qui a bien voulu nous faire l'honneur de présider le jury et de juger ce travail.

Je remercie aussi Mr Benbouziane B maître de conférences B à université de Mostaganem qui a bien voulu nous faire l'honneur d'examiner ce travail.

Ma plus sincère gratitude à Mr Benbouziane Djilali technicien supérieur du laboratoire de Microbiologie pour m'avoir accueilli et m'avoir fourni les moyens nécessaires pour mener à bien cette étude.

A toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à ce travail, trouvent ici l'expression de ma reconnaissance.

Dédicace

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

Je dédie ce modeste travaille à celle qui m'a donné la vie le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et réussite. A ma très chère mère.

A mon très cher père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et protéger.

A mes très chers frères Khattabe et Larbi et leurs femmes et enfants

A mes adorables sœurs et leur époux et enfants

A toute mes familles

A tous mes amis

*Un spéciale dédicace à : M^{elle} Meghoufel NL et M^{elle} Benkrizi N
Pour leur patience et leur gentillesse*

A mes camarades de notre promo universitaire EMLL

A tout ceux que me sont chère

A tous ceux qui m'aiment

الملخص

خلال عملنا، قمنا بتوصيف وتحديد العزلات اللبنية المعزولة من حليب الماعز من عدة مناطق من الجزائر. بعد هذا درسنا بعض القدرات التكنولوجية لبعض السلالات التي تم تحديدها.

تحديد 120 عزلة التي كشفت عن وجود نوع غالب ألا وهو *Leuconostoc* بحوالي 33%. بعد تحديد الهوية، اخترنا 12 سلالة لدراسة القدرات التكنولوجية (بما في ذلك *Leuconostoc*).

أشارت نتائج تقييم القدرات التكنولوجية أن جميع سلالات لها القدرة جيدة على رفع حموضة الوسط، هدم البروتينات، والقدرة على رفع اللزوجة، لكن لها قدرة ضعيفة على تحليل الدهون.

كلمات المفتاحية : العزلات، السلالات اللبنية، حليب الماعز، تحديد، القدرات التكنولوجية

Résumé

Au cours de notre travail, nous avons procédé à la caractérisation et l'identification des isolats lactiques à partir du lait de chèvre de plusieurs régions d'Algérie. Après, nous avons étudié quelques aptitudes technologiques de quelques souches identifiées.

L'identification des 120 isolats lactiques a révélé une dominance du genre *Leuconostoc* dans ce type de lait d'environ 33%. Après l'identification, nous avons choisi 12 souches pour l'évaluation des aptitudes technologiques (y compris pour *Leuconostoc*).

Les résultats obtenus indiquent que l'ensemble des souches présentent un bon pouvoir acidifiant, protéolytique, texturant mais un faible pouvoir lipolytique.

Mots clés : Isolats, souches lactique, lait de chèvre, identification, aptitudes technologiques.

Abstract

During our work, we proceeded to the characterization and identification of lactic acid isolates from goat milk from several regions of Algeria. After this, we studied some technology skills of some strains identified.

Identification of 120 isolates lactic revealed a dominance of *Leuconostoc's* kind in this milk, average 33%. After identification, we choose 12 strains for the technological capacities (including *Leuconostoc*).

The results of the assessment of technological capabilities indicate that all strains have a good acidify power, proteolytic, texturing but low lipolytic power.

Keywords: Isolates, lactic strains, goat milk, identification, technological capacities.

Liste des Abréviations

pH: potentiel d'hydrogène

°D : degré Dornic

DO : Densité optique

Ab : Absorbance

EPS : Exopolysaccharides

ADN : Acide désoxyribonucléique

ARN : Acide ribonucléique

G+C: Guanine + cytosine

Lb: Lactobacillus

St: Streptococcus

L: Lactococcus

Ln: Leuconostoc

P: Pediococcus

MRS: Man Rogosa Sharp

MSE: Mayeux Sandine Elliker

PCA: Plate Count Agar

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Production du lait de chèvre dans le monde.....	5
Tableau 2 : Composition nutritionnelle du lait de chèvre.....	10
Tableau 3 : Composition en acide aminé des protéines du lait de chèvre.....	11
Tableau 4 : Composition en lipides du lait de chèvre.....	12
Tableau 5 : Composition vitaminique du lait de chèvre.....	13
Tableau 6 : Flore originelle du lait cru.....	17
Tableau 7 : Principales caractéristiques des bactéries lactiques.....	21
Tableau 8 : Souches lactiques de la race Arabia.....	28
Tableau 9 : Souches lactiques de la race Kabyle.....	28
Tableau 10 : Critères de classification réalisée pour les isolats identifiés.....	43
Tableau 11 : Activité protéolytique des souches lactiques.....	48
Tableau 12 : Résultats enregistrés pour le pouvoir aromatisant.....	50
Tableau 13 : Résultats du pouvoir texturant des souches lactique.....	51

Liste des Figures

Figure 01 : Morphologie de la race Arabia.....	7
Figure 02 : Morphologie de la race Makatia.....	7
Figure 03 : Morphologie de la race Alpine.....	8
Figure 04 : Morphologie de la race Saanen.....	9
Figure 05 : Morphologie de la race Murciano-Granadina.....	9
Figure 06 :Différente forme microscopique de bactéries lactiques obtenues au laboratoire de microbiologie appliquée de l'université d'Oran.....	20
Figure 07 : Exemple du résultat du test nitrate réductase : nitrate réductase négative	41
Figure 08 : Exemples de résultat du type fermentaire : a: homofermentaire ; b: hétérofermentaire; c : homofermentaire facultatif.....	41
Figure 09 : Exemple des résultats du lait de Sherman : a : réduction du bleu de méthylène à 1%; b : réduction du bleu de méthylène à 3%.....	42
Figure 10 : Répartition des genres de la collection lactique (%)......	43
Figure 11 : Résultats de l'évolution du pH avec l'absorbance selon les souches	44
Figure 12 : Résultats de l'évolution du pH avec de l'acidité Dornic selon les souches	46
Figure13 : Exemples de résultats obtenus pour l'activité protéolytique : A : pour 1%de lait écrémé ; B : pour 2% de lait écrémé.....	49
Figure 14 : Exemple de résultat obtenus pour l'activité lipolytique.....	50
Figure 15 : Exemples des résultats du pouvoir aromatisant.....	51
Figure16 : Exemples des résultats du pouvoir texturant.....	52

Sommaire

Introduction	1
Partie bibliographique	
Chapitre I : Description, origine et caractéristiques du lait de chèvre	
1- Définition du lait de chèvre	5
2- Production laitière mondiale.....	5
3- Races Caprines en Algérie	6
3-1- Races Caprines Locale Algériennes.....	6
3-1-1- Chèvre arabe.....	6
a- Race Arabia.....	6
b- Race Makatia.....	7
3-1-2- Chèvre Kabyle.....	7
3-1-3- Chèvre M'zabit.....	8
3-2- Race caprines introduites.....	8
3-2-1- Chèvre Alpine.....	8
3-2-2- Chèvre Saanen.....	8
3-2-3- Chèvre Murciano-granadina.....	9
4- Composition nutritionnelle du lait de chèvre.....	10
4-1- Eau.....	10
4-2- Protéines.....	10
4-3- Lipides.....	12
4-4- Glucides.....	12
4-5- Minéraux.....	12
4-6- Vitamines.....	13
5- Caractéristiques du lait de chèvre.....	14
5-1- Caractéristiques organoleptiques.....	14
5-2- Caractéristiques physico-chimiques.....	14
5-2-1- pH.....	14
5-2-2- Acidité.....	14
5-2-3- Densité.....	14
5-3- Caractéristiques Microbiologiques du lait de chèvre.....	15
5-3-1- Flore contaminante.....	15
5-3-1-1- Flore d'altération.....	15

5-3-1-2- Flore pathogène.....	15
a- Bactéries infectieuses.....	16
b- Bactéries toxinogènes.....	16
5-3-2- Flore originelle.....	16

Chapitre II : Bactéries lactiques

1- Généralités et définitions sur les bactéries lactiques.....	19
2- Habitat et origine des bactéries lactiques.....	19
3- Caractéristiques générales des bactéries lactique.....	20
3-1- Caractères morphologiques.....	20
3-2- Caractères physiologiques et biochimiques.....	21
4- Classification des bactéries lactiques.....	22
4-1- Classification classique.....	22
4-2- Classification moderne.....	22
5- Caractéristiques des principaux genres des bactéries lactiques.....	23
5-1- Lactobacillus.....	23
5-2- Lactococcus.....	24
5-3- Streptococcus.....	25
5-4- Enterococcus.....	25
5-5- Leuconostoc.....	26
5-6- Weissella.....	26
5-7- Pediococcus et Tetragenococcus.....	27
6- Souches lactiques des différentes races de chèvre.....	27
7- Quelques Aptitudes technologiques.....	29
7-1- Aptitude acidifiante.....	29
7-2- Aptitude protéolytique.....	29
7-3- Aptitude lipolytique.....	30
7-4- Aptitude aromatisante.....	30
7-5- Aptitude texturante.....	30
7-6- Activité antimicrobienne.....	31
7-7- Performance.....	32

Partie expérimentale

Chapitre I : méthodologie

1-Objectif.....	35
2-Matériel et méthodes.....	35
2-1- Choix des isolats.....	35
2-2- Déroulement de l'expérimentation.....	35
2-2-1-Caractérisation physiologique et biochimique des isolats lactiques.....	35
a- Nitrate réductase.....	35
b- Type fermentaire.....	35
c- Croissance sur lait de Sherman.....	36
d- Croissance à 45°C.....	36
e- Croissance en présence de 6,5% de NaCl.....	36
2-2-2-Caractérisation technologique des souches lactiques.....	37
a- Cinétique de croissance.....	37
b- Pouvoir acidifiant.....	37
c- Pouvoir protéolytique.....	38
d- Pouvoir lipolytique.....	38
e- Pouvoir aromatisant.....	38
f- Pouvoir texturant.....	39

Chapitre II : Résultats et discussion

1- Résultats et discussion.....	41
1-1-Caractérisation physiologique et biochimique des isolats lactiques.....	41
a- Nitrate réductase.....	41
b- Type fermentaire.....	41
c- Croissance sur lait de Sherman.....	42
d- Croissance à 45°C.....	42
e- Croissance en présence de 6,5% de NaCl.....	42
1-2-Caractérisation technologique des souches lactiques.....	44
a- Cinétique de croissance.....	44
b- Pouvoir acidifiant.....	46
c- Pouvoir protéolytique.....	48
d- Pouvoir lipolytique.....	49
e- Pouvoir aromatisant.....	50
f- Pouvoir texturant.....	51

Conclusion.....54
Références bibliographiques.....56
Annexe.....69

Introduction

Introduction :

Le lait est un aliment de couleur généralement blanchâtre produit par les mammifères femelles (**Kebchaoui, 2013**). Il est l'aliment de choix du nourrisson non seulement parce qu'il apporte l'énergie et les éléments indispensables à sa croissance mais aussi il contient des probiotiques et des éléments aux propriétés immunostimulantes qui aident le jeune à s'adapter à son nouvel environnement (**Mahaut et al., 2000**).

Le lait, dont le lait de chèvre fournit une matrice facilement accessible, riche en une grande variété de nutriments essentiels : des minéraux, des vitamines et des protéines faciles à digérer. Il est par conséquent essentiel à l'ensemble des fonctions du corps (**Steijns, 2008**).

En Algérie, la filière d'élevage caprin reste peu développée. Malgré cela, l'effectif caprin a doublé en l'espace de dix ans (**Moustaria, 2008**). Le cheptel caprin a atteint, en 2008, un effectif de 3,8 millions de têtes dont 2,2 millions de chèvres et occupe la troisième place après l'ovin et le bovin (**Kadi et al., 2013**). Il se trouve concentré essentiellement dans les zones montagneuses, les hauts plateaux et les régions arides (**Mami, 2013**).

Le lait de chèvre est considéré comme étant l'un des plus complets et des mieux équilibrés parmi les laits (**Amroun-Laga et Zerrouki, 2011**). Il représente le lait le plus consommée par la communauté rurale, alors qu'il est très peu disponible sur le marché. Commercialement, le lait de chèvre est transformé en produits tels que Raïb, Lben, klila, la Crème, la Zebda ou beurre frais et le Jben (produits traditionnelles locale). La fermentation est spontanée obtenue par la flore lactique naturelle dans ces produits traditionnelles (**Badis et al., 2004**). Le lait de chèvre, par sa valeur nutritionnelle et son aptitude à la transformation notamment en fromage de qualité, reste très recherché (**Park, 2012**).

La recherche sur les bactéries lactiques, qui ont un rôle dominant dans la production de beaucoup de produits laitier fermentées, 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**).

Les bactéries lactiques appartiennent à un groupe de bactéries bénéfique, elle sont partout dans la nature (**El Soda et al., 2000 ; Chekroun et Bensoltane, 2007**). Ces dernières présentent un grand intérêt dans l'industrie (**Bekhouche et Boulahrouf, 2005**). Elles sont parmi les plus importants groupes de micro-organismes utilisés dans les fermentations alimentaires (**Hikmate et al., 2012**). L'industrie laitière est, sans doute, le plus grand consommateur de ferments lactiques commerciaux, pour la production de laits fermentés, fromages, crèmes et beurres (**Egon, 2002**).

Les bactéries lactiques peuvent produire plusieurs composés à partir de la fermentation des sucres et l'hydrolyse des protéines et des lipides. Ces composés peuvent être sous forme d'acides organiques, de peptides, de composés antimicrobiens, de composés aromatiques et d'exopolysaccharides. Ces produits rentrent notamment dans la composante de la qualité organoleptique, technologique et nutritionnelle des produits laitiers (**Mozzi et al., 2010**).

Dans la fabrication fromagère, elles jouent un rôle primordial dans les premières étapes de la transformation du lait, mais elles interviennent aussi, directement et indirectement, dans la phase d'affinage et dans la qualité sanitaire des produits. Leur action est liée principalement à deux aspects de leur métabolisme : la production d'acide lactique et l'activité protéolytique (**Desmazeaud, 1983**).

Ce travail vise à sélectionner des souches lactiques locales pouvant être utilisées comme ferments à l'échelle industrielle ; il cible notamment à rechercher de nouvelles souches plus performantes que les standardisées. Pour atteindre cet objectif, il se doit de caractériser des bactéries lactiques isolées d'un écosystème laitier caprin et d'évaluer leurs aptitudes technologiques par différents tests.

Partie Bibliographique

Chapitre I :

Description, origine et caractéristique du
lait de chèvre

1-Définition du lait de chèvre

Le lait est un liquide physiologique complexe sécrété par les mammifères et destiné à l'alimentation du jeune animal naissant (**Mahé, 1996**). L'origine de ses constituants est à la fois la synthèse réalisée au sein des cellules mammaires, à partir d'éléments sanguins tels que les acides gras et triglycérides, les protéines provenant d'acides aminés et le lactose provenant du glucose et de la filtration sélective de certains composants sanguins (sels minéraux) (**Mahé, 1996**). La composition du lait varie beaucoup d'une espèce à l'autre et reflète les besoins nutritionnels spécifiques de chaque espèce. Il existe, cependant ; des similitudes dans la composition des laits d'une même espèce (**Mahé, 1996**).

Le lait de chèvre est de couleur blanchâtre mate, due à l'absence de β -carotène, contrairement au lait de vache. Il a une odeur assez neutre (**Gourssaud, 1985**). Sa valeur vient de l'usage pour le nourrisson qui ne peut pas recevoir le lait maternel ainsi que de son utilisation comme aliment thérapeutique à condition qu'il soit produit dans des conditions d'hygiène parfaites (**Desjeux, 1993**).

Le lait de chèvre joue un rôle essentiel dans la vie des communautés rurales, que ce soit sous sa forme crue ou transformée (Raib, Lben «laits fermentés traditionnels locaux» et Jben «fromages frais traditionnels locaux»). Dans ces produits (Raib, Lben, Jben), la fermentation est spontanée obtenue par la flore lactique naturelle (**Badis et al., 2004**).

2-Production laitière mondiale

Selon le **FAO** en **2015** la production laitière mondiale du lait de chèvre est de 17957371 millions de tonnes, par ailleurs l'estimation de la production laitière est variable, et dépend essentiellement du système de production pratiqué par les pays (**Tableau 01**).

Tableau1 : Production du lait de chèvre dans le monde (**FAO, 2015**)

Année / Région	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Afriques	3748720	3972149	4099713	4151859	4211713	4184887
Asie	9270201	9422093	9839403	10195571	10493576	10653508
Europe	2656458	2593375	2638611	2602787	2532022	2526426
Amérique	560720	564676	586848	591632	589410	592500
Monde Total	16236143	16552335	17164618	17541894	17826869	17957371

Le **tableau 01** montre que, l'Asie se classe en premier rang avec un taux de 58,33% de la production mondiale, suivi par l'Afrique avec un taux de 24,12% et l'Europe à un taux de 14,21 %, et en fin l'Amérique par un taux de 3,31 % de la production mondial.

Selon la **FAO (2006)**, l'Algérie est classée en 15^{ème} place dans la production mondiale de lait de chèvre avec un chiffre de 160 000 tonnes pour l'année 2005. Il est réparti sur tout le territoire dans les zones difficiles, zones montagnardes, hauts plateaux et régions arides (**Badis et al., 2005**).

3-Races caprines en Algérie

3-1-Races caprines locale algériennes

La race locale est caractérisée par son corps anguleux, taille appréciable, mamelle développée, des poils longs et des robes de différentes couleurs (**Khelifi, 1997**). Les populations locales existantes sont de type traditionnel ; elles sont divisées en trois races: la chèvre Arabe, la chèvre Kabyle et la chèvre M'zabite (**Abdelguerfi, 2003 ; Feliachi, 2003**).

3-1-1-Chèvre arabe

C'est une population dite Sahélienne ; très répandue d'un effectif de 810000 têtes (**Feliachi, 2003 ; Madani et al., 2003; Bey et Laloui, 2005**) représentant environ 30 % du cheptel national. Appelée aussi Touareg, Fulani, Ariolée du Sahel, elle se rattache à la race Nubienne qui domine les hauts plateaux, les zones steppiques, les zones semi-steppiques et les régions septentrionales du Sahara (**Feliachi, 2003 ; Madani et al., 2003; Bey et Laloui, 2005**).

La taille de la chèvre arabe atteint 70 cm. Pourvue de longs poils et d'oreilles longues et pendantes, sa robe est polychrome et présente fréquemment du blanc associé à du roux, du noir et du gris. Cette dernière a une production laitière moyenne de 1.5 litre et comprend deux races : Arabia et Makatia (**Feliachi, 2003 ; Madani et al., 2003; Bey et Laloui, 2005**).

a-Race Arabia

Race domestique localisée dans la région de Laghouat. Elle se subdivise en deux sous-types : l'une sédentaire et l'autre transhumant. Comparativement au type transhumant, le type sédentaire a les poils plus longs 14-21 cm contre 10-17 cm pour le type transhumant (**Feliachi, 2003 ; Madani et al., 2003**).



Figure 01 : Morphologie de la race Arabia (Feliachi, 2003)

b- Race Makatia

La race Makatia ou Beldia, se localise dans les hauts plateaux et la région Nord de l'Algérie. C'est une race de grande taille qui se caractérise par un corps allongé, une robe polychrome (beige, grise, blanche, brune) à poils ras et fins, et des oreilles tombantes. Elle est utilisée principalement pour la production de lait et de viande et spécialement pour la peau et le cuir (Feliachi, 2003 ; Madani *et al.*, 2003).



Figure 02 : Morphologie de la race Makatia (Feliachi, 2003)

3-1-2-Chèvre Kabyle

La Kabyle est une chèvre naine, de petite taille et prolifique. Elle peuple abondamment les massifs montagneux de la Kabylie, des Aurès et du Dahra. Son poil est long de couleur généralement brun foncé, parfois noire et la tête de profil courbée surmontée de cornes (Feliachi, 2003 ; Madani *et al.*, 2003).

3-1-3-Chèvre M'zabit

C'est une chèvre principalement laitière, appelée également Touggourt. Elle est originaire de Metlili dans la région de Ghardaïa mais peut se trouver dans toute la partie septentrionale du Sahara (Abdelguerfi, 2003 ; Feliachi, 2003).

L'animal est de taille moyenne (65cm), son corps est allongé, droit et rectiligne, sa tête est fine et cornée, alors que sa robe présente trois couleurs : le chamois dominant, le blanc et le noir. Elle réalise en moyenne deux mises-bas par an (**Abdelguerfi, 2003 ; Feliachi, 2003**).

3-2- Race caprines introduites

3-2-1-Chèvre Alpine

Cette race est bien évidemment originaire du massif alpin, plus particulièrement des parties suisse et française de la chaîne des Alpes. La chèvre Alpine est une très bonne et excellente laitière qui supporte bien les différentes formes d'élevages, en stabulation, en semi-plein air ou carrément en plein air et les pâturages. Les chevrettes sont si précoces qu'on peut les faire saillir dès qu'elles atteignent l'âge de sept mois (**Babo, 2000**).

La tête peut avoir ou non des pampilles et une barbiche, les oreilles dressées vers l'avant sont assez longues, entre 13 et 14cm, et en cornet relativement fermé. Le cou est fin et les yeux sont saillants (**Babo, 2000**). Le dos est droit, la croupe est large un peu inclinée. La mamelle est grosse, un peu inclinée. La robe est à poil ras et de couleur très variée, allant du rouge clair au rouge foncé et même au noir (**Babo, 2000**).



Figure 03: Morphologie de la race Alpine (Babo, 2000)

3-2-2- Chèvre Saanen

Cette race est d'origine suisse, appelée aussi la Blanche de Gessenay; c'est une race de grand format puisqu'un bouc pèse de 80 à 120 kg pour une hauteur au garrot comprise entre 90 et 100 cm. La chèvre est plus légère puisque son poids varie de 50 à 90 kg pour une hauteur au garrot de 70 à 90 cm (**Ricordeau et Lauvergne, 1971 ; Babo, 2000**).

La Saanen est une race rustique et précoce, elle a la réputation d'être paisible, très docile et solide, pouvant supporter sans problème tous les différents modes d'élevage possibles, intensifs si nécessaires. Elle se comporte en remarquable laitière, même en vivant totalement en stabulation (**Babo, 2000**).

C'est une chèvre à poil court blanc uniforme, danse et soyeux et une tête avec ou sans cornes. Elle a le profil droit ; la poitrine est large et longue. La mamelle globuleuse est souple et plus développée en largeur qu'en longueur (**Ricordeau et Lauvergne, 1971 ; Babo, 2000**).



Figure 04 : Morphologie de la race Saanen (Babo, 2000)

3-2-3-Chèvre Murciano-granadina

Cette chèvre espagnole est une excellente laitière avec une robe de couleur uniforme soit noire soit marron (acajou) (**FEAGS, 2010**). Elle est généralement sans cornes. Ses mamelles sont amples, volumineuses et symétriques. La production moyenne en 210 jours est d'environ 500 kg ; avec 5,5 % de matière grasse et 3,7 % de protéines (**FEAGS, 2010**).



Figure 05: Morphologie de la race Murciano-Granadina (FEAGS, 2010)

4- Composition nutritionnelle du lait de chèvre

Très digeste, le lait de chèvre est une source importante de protéines 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 (**Soustre, 2007**). Le **tableau 02** donne les compositions nutritionnelles du lait de chèvre.

Tableau 2 : Composition nutritionnelle du lait de chèvre (**Alais, 1984 ; Amiot *et al.*, 2002**)

Eléments	g/l
Eau	900
Extrait sec total(EST)	140
Matière Grasse	45-50
Matière protéique	35-40
Caséines	30-35
Protéines solubles	6-8
Matière minérales	8-10
lactose	40-45

4-1-Eau

Cet élément essentiel est le composé majoritaire du lait (**Dahlborn *et al.*, 1997**). L'établissement d'un comparatif entre le lait de chèvre et de vache montre peu de différence. Le lait de chèvre est constitué de 87 % d'eau (**Amiot *et al.*, 2002**).

4-2-Protéines

Les protéines du lait de chèvre sont composées de fractions ; l'une majoritaire dénommée caséines (représentant environ 80 %) (**Mahe *et al.*, 1993**) et l'autre minoritaire (représentant 20 %) est dénommée protéines sériques (**Collin *et al.*, 1991 ; Trujillo *et al.*, 2000 ; Chanokpht, 2005**).

Les principaux types des caséines sont identiques, mais, généralement le lait de chèvre est plus pauvre en α -caséine et plus riche en β -caséine (**Martin, 1996**).

Les principales protéines du sérum sont identiques avec celles du lait de vache. Par contre, la β -lactoglobulines est la protéine majeure du lactosérum du lait de chèvre (**Fox, 2003**) ; elle représente environ 55 % (**Meza-Nieto *et al.*, 2006**). La teneur en α -lactoglobulines est inférieure aux β -lactoglobulines représentant environ 20 à 25 % des protéines du lactosérum (**Marshall, 2004**). L'analyse de la composition en acide aminé des protéines du lait de chèvre, faite par le chercheur **Mahé** en **1996** a révélé que la concentration d'acide glutamique est la plus élevée (209 mg/g) et celle de la cystéine est la plus faible (9mg/g).

Tableau 3 : Composition en acide aminé des protéines du lait de chèvre (Mahé, 1996)

Acide aminés	Quantités (mg/g)
Histidine	26
Isoleucine	48
Leucine	96
Lysine	80
Méthionine	25
Cystéine	9
Phényle alanine	47
tyrosine	38
Thréonine	49
Tryptophane	49
Valine	61
Glycine	18
Arginine	29
proline	106
Acide aspartique	75
Acide glutamique	209
Alanine	34
Sérine	49

4-3-Lipides

Les lipides du lait se composent principalement de triglycérides de phospholipides et forment une émulsion (Ftlq, 2002). Le lait de chèvre est plus riche en acides gras à 10 atomes de carbone et présente un pourcentage plus élevé de petits globules gras que le lait de vache. Ainsi, il présente une activité lipolytique plus faible (Chilliard, 1987).

La digestibilité des lipides du lait de chèvre est élevée (90 à 95 %). Ces lipides sont caractérisés par la présence d'acide gras à chaîne relativement courte qui peuvent être absorbé par un mécanisme plus simple que celui des acides gras a chaîne longue (Desjeux, 1993).

Tableau 4 : Composition en lipides du lait de chèvre (**Chilliard, 1987**)

Composants	%
Triglycérides	95
Glycéride partielle	3
Cholestérol	0,4
Phospholipides	1
Acides gras libres	0,6

4-4-Glucides

Le lactose est le glucide le plus important du lait. D'autres glucides peuvent provenir de l'hydrolyse du lactose (glucose, galactose). Certains glucides peuvent se combiner et d'autres peuvent rester libre (**Amiot *et al.*, 2002**). Comparativement au lait de vache (50 g/l), le lait de chèvre est moins riche en lactose, avec une variation allant de 44 à 47 g/l (**vienoglou *et al.*, 1982b ; Roudj *et al.*, 2005**). C'est le constituant le plus stable du lait de chèvre au cours de la lactation (**Lopez *et al.*, 1999**). En plus du rôle énergétique en tant que substrat de la flore lactique endogène (**Gnanda *et al.*, 2006**), les glucides sont également présents sous forme de glycoprotéines et de glycolipides (**Desjeux, 1993**).

4-5-Minéraux

Le lait de chèvre est faible en élément minéraux de (5 à 8 mg/100 ml) (**Le Mens, 1985**). Certains des éléments sont importants sur le plan technologique (calcium et phosphate de calcium) en particulier dans les phénomènes de coagulation, dans la stabilité du lait à la chaleur et dans l'aptitude à l'ultrafiltration (**Le Mens, 1985**).

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

4-6- Vitamines

Elles sont réparties en deux classes : les vitamines hydrosolubles et les vitamines liposolubles (**Amiot *et al.*, 2002**). Le lait de chèvre est riche en vitamines A et B3, mais il particulièrement plus pauvre en vitamines C, D, B6, B9 et B12. Le manque de ces deux

dernières vitamines peut entraîner l'anémie chez les nourrissons alimentés par le lait de chèvre (Amiot *et al.*, 2002).

Tableau 5 : Composition vitaminique du lait de chèvre (Jaubert, 1996)

Composants	pour 100g
Vitamines liposolubles	mg/μg
A rétinal	0,04
Carotène	0
Vit D	0,06
E tocophérol	0,04
Vitamines hydrosolubles	mg/μg
B1thiamine	0,05
B2 riboflavine	0,14
B 3 niacine	0,27
B5 acide pantothénique	0,31
B6 pyridoxine	0,05
B8 biotine	2
B9 acide folique	1
B12 cobalamine	0,06
Acide ascorbique	1,3

5- Caractéristiques du lait de chèvre

5-1- Caractéristiques organoleptiques

Le lait de chèvre est une émulsion de matière grasse avec des éléments dissous tels que le lactose, les protéines du lactosérum ainsi que les caséines (Doyon, 2005). En raison de l'absence de β -carotène, le lait de chèvre est plus blanc que le lait de vache (Zeller, 2005 ; Jouyandah et Abroumand, 2010). Le lait de chèvre a un goût légèrement sucré ; caractérisé par une saveur particulière et un goût plus relevé que le lait de vache (Zeller, 2005 ; Jouyandah et Abroumand, 2010). Cette saveur, en grande partie est due à certains acides gras libres (Jaubert, 1997 ; Morgan *et al.*, 2001) et elle est accentuée par la lipolyse (Jaubert, 1997).

5-2-Caractéristiques physico-chimiques

5-2-1-pH

Le pH du lait de chèvre, se caractérise par des valeurs allant de 6,45 à 6,90. (**Remeuf *et al.*, 1989**) avec une moyenne de 6,7 différant peu du pH moyen du lait bovin qui est de 6,6 (**Remeuf *et al.*, 1989 ; Le Jaouen *et al.*, 1990**). Cette légère acidité est due aux anions phosphoriques et citriques ainsi qu'aux caséines (**Sina, 1992**).

5-2-2-Acidité

L'acidité du lait est une notion importante pour l'industrie laitière. Elle permet de juger l'état de conservation du lait. Elle résulte d'une titration qui consiste à ajouter au lait un volume nécessaire de solution alcaline titrée pour atteindre le point de virage d'un indicateur, en générale la phénophtaléine. Elle est exprimée en "degré Dornic" (°D). Ce dernier exprime la teneur en acide lactique: 1°D = 0,1 g d'acide lactique. L'acidité titrable du lait de chèvre est comprise entre 14 °D et 18 °D (**Ansart, 1995**).

L'acidité de titration indique le taux d'acide lactique formé à partir du lactose. L'acidité du lait de chèvre reste assez stable; elle oscille entre 0,16 et 0,18% d'acide lactique (**Veinoglou *et al.*, 1982b**).

5-2-3-Densité

La densité du lait d'une espèce donnée n'est pas une valeur constante. La densité du lait à 15 °C varie de 1,028 à 1,035 (**Amiot *et al.*, 2002**).

La densité du lait de chèvre est relativement stable (**Veinoglou *et al.*, 1982b**). À 15 °C, elle est de l'ordre de 1,027 à 1,035 (**Ansart, 1995**).

5-3-Caractéristiques Microbiologiques du lait de chèvre

Une grande majorité des articles médicaux sur le lait de chèvre est consacré à des infections, parfois graves, provoquées par l'utilisation du lait contaminé (**Bernnan *et al.*, 2002**). Les infections peuvent être parasitaires ou plus souvent microbiennes ; la raison la plus fréquente de cette contamination est liée au lait cru (**Champagne et Moineau, 2003**). Les microorganismes du lait sont répartis en deux grandes classes : la flore originelle et la flore contaminante.

5-3-1-Flore contaminante

Ensemble des microorganismes ajoutés au 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, capable de provoquer des malaises chez les personnes qui consomment ces produits laitiers (**Lamontagne et al., 2002 ; Vignola, 2002**).

5-3-1-1-Flore d'altération

Les germes de l'environnement trouvent dans le lait un excellent milieu de culture (**Novel, 1993**). La flore d'altération est responsable de diverses dégradations du produit au niveau du goût, de l'arôme, de l'apparence ou de la texture. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont *Pseudomonas sp.*, *Proteus sp.*, les coliformes principalement le genre *Escherichia* et *Enterobacter*, les sporulés tel que *Bacillus sp.*, et certaines levures et moisissures (**ST-Gelais et al., 1999**). Parfois certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogène ; l'un n'exclut pas l'autre (**Vignola et al., 2002**).

5-3-1-2-Flore pathogène

La présence des microorganismes pathogènes dans le lait peut avoir trois sources : l'animal, l'environnement et l'homme (**Guiraud, 1998**). Les études réalisées sur la flore microbienne du lait de chèvre ont mis en évidence la présence de *Staphylococcus aureus* dans 3 % de mammites (**Contreras et al., 1993**).

Le conditionnement du lait et la fabrication des produits laitiers nécessite une bonne maîtrise des sources microbiennes à l'origine des dégradations et des défauts (**Vignola et al., 2002**). Il existe deux genres :

a-Bactéries infectieuses

Les bactéries infectieuses qui doivent être vivantes dans l'aliment, lors de sa consommation, pour agir. Une fois ingérées, elles dérèglent le système digestif. Apparaissent alors divers symptômes connus, tels que la diarrhée, les vomissements, les maux de tête et même la mort, dans certains cas extrêmes. Il s'agit de *Salmonella sp.*, *E. coli 0157 :H7*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Brucella* et *Campylobacter sp* (**Lamontagne et al., 2002**).

b-Bactéries toxigènes

Les bactéries toxigènes qui produisent une toxine dans l'aliment et c'est cette toxine qui rend le consommateur malade (**Lamontagne et al., 2002**). Il n'est donc pas suffisant de détruire la bactérie pour éviter l'incidence de la maladie. De plus certaines toxines sont très résistantes aux traitements thermiques, tels que la pasteurisation et même la stérilisation, dans certains cas. Il s'agit de *Staphylococcus sp.* et *Clostridium botulinum* (**Lamontagne et al., 2002**).

5-3-2- Flore originelle

Le lait contient peu de microorganismes. Cette population originaire de la mamelle saine est, en général peu nombreuse. Elle dépasse rarement 1.000 germes par ml. Elle peut n'être composée que de quelques dizaines de germes (**Anne, 1991**). À sa sortie du pis, le lait est pratiquement stérile et protégé par des substances inhibitrices appelées lacténines à activité limitée dans le temps (une heure environ après la traite) (**Cuq, 2007**).

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles (**Vignola, 2002**). Il s'agit de microcoques, mais aussi de streptocoques lactiques et lactobacilles. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation (**Guiraud, 2003**) et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (**Varnam et Sutherland, 2001**).

Le **tableau 06** regroupe les principaux microorganismes originels du lait avec leurs proportions relatives.

Tableau 6 : Flore originelle du lait cru (Vignola et al., 2002)

Microorganismes	%
Micrococcus	20-60
lactobacillus	20-40
Streptococcus et lactococcus	<20
Gram négatif	<5

Chapitre II :
Bactéries lactiques

1-Généralités et définition sur les bactéries lactiques

Décrite pour la première fois par **Orla-Jensen** au début du XX siècle. Les bactéries lactiques constituent un groupe hétérogène, qui n'est pas clairement défini du point de vue taxonomique (**Leveau et bouix, 1993 ; Pilet et al., 2005**). Elles rassemblent en effet un certain nombre de genres qui se caractérisent par la production, liée à un métabolisme exclusivement fermentaire, des quantités importantes d'acide lactique à partir des sucres.

Les bactéries lactiques sont des cellules vivantes, procaryotes, hétérotrophes (**Deroissart, 1986**), utiles à l'homme lui permettant de fabriquer et de conserver un grand nombre de ses aliments (**Metchnikoff, 1908 et Carr et al., 2002**).

Elles sont associées aux habitats riches en nutriments, comme divers produits alimentaires (lait, viande, boissons végétaux), mais d'autres sont aussi présents dans la flore normale de la bouche, l'intestin et le vagin des mammifères (**Salminen et al., 2004 ; Carina Audisio et Maria, 2010**).

Elles sont à Gram positif, généralement immobiles, asporulées, catalase négatives, oxydase négatives généralement nitrate réductase négative, et des bactéries anaérobies facultatives. Elles ont des exigences nutritionnelles complexes pour les acides aminés, les peptides, les vitamines, les sels, les acides gras et les glucides fermentescibles (**Dellaglio et al., 1994 ; Hogg, 2005**).

Les bactéries lactiques jouent un rôle essentiel dans la fermentation des matières premières animales et végétales. Elles occupent des niches écologiques extrêmement variées (**Mozzi et al., 2010**). Leur capacité à fermenter les hydrates de carbone et à un moindre degré, de dégrader les protéines et les lipides mène à la synthèse d'une large gamme de composés, tels que les acides organiques, les peptides, les composés antimicrobiens et aromatiques et les exopolysaccharides (**Mozzi et al., 2010**). Ces métabolites peuvent contribuer aux caractéristiques organoleptiques, technologiques et nutritionnelles des aliments fermentés (**Mozzi et al., 2010**).

Les bactéries lactiques regroupent 12 genres dont *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Oenococcus*, *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* et *Weissella* (**Stiles et Holzappel, 1997**).

2-Habitat et origine des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques sont très fréquentes dans la nature. Elles se trouvent généralement associées à des aliments riches en sucres simples. Elles peuvent être isolées du lait, du fromage, de la viande, des végétaux ou des aliments ensemencés par les végétaux. Quelques espèces colonisent le tube digestif de l'homme et des animaux (**Leveau et Bouix, 1993 ; Hassan et Frank, 2001**).

Les espèces du genre *Lactobacillus* sont encore plus répandues dans la nature, par exemples, on les trouve sur les végétaux ou elles assurent l'acidification de l'ensilage. On les trouve aussi dans l'intestin de animaux et l'homme (De Roissard *et al.*, 1994). Dans le domaine laitier, elles existent en quantité considérables (De Roissard *et al.*, 1994).

3-Caractéristiques générales des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques sont des microorganismes relativement hétérogènes d'un point de vue morphologique et physiologique (Desmazeaud, 1983; Vandamme *et al.*, 1996).

3-1-Caractères morphologiques :

L'étude de la morphologie bactérienne permet une orientation préliminaire dans l'identification des bactéries. La détermination de la morphologie comporte deux aspects : macroscopique et microscopique.

- Aspect macroscopique : Il concerne essentiellement les caractéristiques des colonies après cultures sur milieux solides. Ces colonies ont une forme circulaire, à contour régulier, à surface lisse, généralement de couleur blanche avec un aspect laiteux. Leur diamètre est compris entre 0,5 et 1,5mm (Dellaglio *et al.*, 1994).
- Aspect microscopique : L'observation microscopique des bactéries lactiques après coloration simple ou différentielle révèle deux formes majeures : coque (0,5 à 2 μm de diamètre) ou bâtonnet (0,5 à 2 μm de diamètre ; 1 à plus 10 μm de long) (Dellaglio *et al.*, 1994).



Figure 06: Différentes formes microscopique de bactéries lactiques obtenues au laboratoire de microbiologie appliquée de l'université d'Oran par Saidi (2005).

De gauche à droite, Diplocoques (*Leuconostoc sp.*), (*Lactobacillus sp.*), *Streptocoques* et diplocoques (*Lactococcus lactis sp.*) (Mami, 2013)

3-2-Caractères physiologiques et biochimiques

La différenciation taxonomique des bactéries lactique s'est appuyée très tôt sur un ensemble de caractères physiologiques et biochimiques facilement mesurables et qui se sont avérés très important en application industrielle. Parmi les caractères, il existe **(De Roissard et Luquet, 1994) :**

- La quantité et la configuration de l'acide lactique produit ;
- La température de croissance minimale, optimale et maximale ;
- La tolérance à l'oxygène et au chlorure de sodium ;
- Production de gaz et d'arôme ; production d'ammoniaque à partir de l'arginine ;
- La capacité d'hydrolyser l'esculine ;
- Résistance aux sels biliaries et à différentes valeurs de pH.

Tableau 07: Principales caractéristiques des bactéries lactiques
(Axelsson, 2004 ; Bergy's Manual, 2009)

Caractéristiques	A	B	C	D	E	F
Morphologie	Cocci, ovoïde (paires)	Cocci, ovoïde (paires ou chaines)	Bacille	Cocci, ovoïdes, coccobacille (paires ou chaines)	Cocci arrondi (tétrades et paires)	Cocci, ovoïde (paire)
CO₂ à partir de glucose^a	-	-	-/+	+	-	-
Hydrolyse de l'Arginine	-/+	-/+	-/+	-	-/+	-/+
Croissance à 10 °C	+	+	-/+	+	-/+	-
Croissance à 45 °C	+	-	-/+	-	-/+	-/+
Croissance dans 6,5 % de NaCl	+	-	-/+	-/+	-/+	-
Croissance à pH 4,4	+	-/+	-/+	-/+	+	-
Croissance à pH 9.6	+	-	-	-	-	-

A : *Enterococcus* ; B : *Lactococcus* ; C : *Lactobacillus* ; D : *Leuconostoc* ; E : *Pediococcus* ; F : *Streptococcus* ; + : réaction positive ; - : réaction négative ; a : type fermentaire (- : homofermentaire, + : hétérofermentaire)

4-Classification des bactéries lactiques

Les recherches scientifiques tendent à établir les différences et les interrelations entre les organismes dans le but de les caractériser et de les classer d'une manière rationnelle. Ces études qui incluent la taxonomie, nécessitent des observations écologiques, morphologiques, génétiques et moléculaires.

4-1- Classification classique

La taxonomie bactérienne classique s'appuie sur des caractères phénotypiques distinctifs de l'espèce et du genre. Elle est encore utilisée pour les isolats bactériens.

En **1919**, **Orla-Jensen** a établi la première classification des bactéries lactiques en se basant sur des critères morphologiques et physiologiques (la forme, type de fermentation, température optimal de croissance, activité catalase). Les critères phénotypiques qui permettent la classification des bactéries se sont ensuite étendus à la composition de la paroi et le type d'acide gras cellulaire (**Stiles et Holzapfel, 1997**).

4-2-Classification moderne

La taxonomie des bactéries lactiques révolutionnée par **Woese et Fox** en **1977** a introduit la phylogénie moléculaire basée sur la séquence des ARN ribosomiques, qui, a conduit à une reclassification importante des certaines espèces (**Penaud, 2006**). Plusieurs méthodes génotypiques (basée sur les acides nucléique) sont aussi utilisées en classification tel que le pourcentage en GC ; qui est retenu comme élément de répartition des bactéries lactiques (**Holzapfel et al., 2001 ; Penaud, 2006**).

En **1997**, **Stiles et Holzapfel** ont distingué quatre groupes phylogénétiques principaux au sein des bactéries lactiques:

- ❖ **Premier groupe** : constitué des genres *Streptococcus* et *Lactococcus*. Dans le genre *Streptococcus* une seule espèce (*St. thermophilus*) est utilisée comme ferment dans l'industrie alimentaire (**Stiles et Holzapfel, 1997**).
- ❖ **Deuxième groupe** : composé des genres *Oenococcus*, *Leuconostoc* et *Weissella* (**Collins et al., 1993**). Ces bactéries sont très utilisées dans l'industrie agroalimentaire pour la production de vin (*Oenococcus oeni*), la fermentation de certains légumes (*Leuconostoc citreum*) et la production de choucroute et de dextrane (*Leuconostoc mesenteroides* sp. *mesenteroides*) (**Collins et al., 1993**).

- ❖ **Troisième groupe :** celui des *Enterococcus*. Il comporte les genres *Enterococcus*, *Tetragenococcus*, *Melissococcus*, *Carnobacterium*, *Vagococcus*, *Aerococcus* et *Lactosphaera*. Certains de ces genres sont utilisés dans l'industrie agro-alimentaire, par exemple *Carnobacterium piscicola* pour ses éventuelles capacités à inhiber la flore d'altération lors de la fabrication du saumon fumé (**Stiles et Holzapfel, 1997**).
- ❖ **Quatrième groupe :** comporte deux genres, *Lactobacillus* et *Pediococcus*. Selon des études phylogénétiques basées sur les ARN 16S, 5 sous-groupes ont été identifiés au sein du genre *Lactobacillus* : *Lb. acidophilus*, *Lb. salivarius*, *Lb. reuteri*, *Lb. buchneri* et *Lb. plantarum* (**Schleifer et al., 1995**). De plus, la classification basée sur les profils fermentaires ne se croise pas systématiquement avec ces différents sous-groupes. Ainsi, ce type de classification ne distingue pas entre les deux genres *Pediococcus* et *Lactobacillus*, donc le genre *Pediococcus* est compris dans le genre *Lactobacillus* (**Collins et al., 1991**).

5-Caractéristiques des principaux genres des bactéries lactiques

5-1-*Lactobacillus*

Le genre *Lactobacillus* est le genre principal et plus large de la famille des *Lactobacteriaceae* ; il contient plus de 100 espèces (**Coulibaly, 2010**).

Le genre *Lactobacillus* a été décrit par **Beijerinck** dès **1901** ; ce sont des bactéries en formes de bâtonnet ou coccobacilles, souvent organisée en chaînes, sont strictement fermentatives, et préférant relativement des conditions acides (pH 5,5 à 6,5). Le grand nombre d'espèces appartenant à ce genre résulte d'un ADN contenant de 32 à 54 de G+C, sa diversité est notamment observée dans les variations phénotypiques et génotypiques (**Corrieu et Luquet, 2008**).

Le genre *Lactobacillus* se développe à un optimum de température situé entre 30 et 40 °C. Les *Lactobacilles* ont des exigences nutritionnelles très complexes en acides aminés, en vitamines, en acides gras, en nucléotides, en glucides et en minéraux (**Khalid et Marth, 1990**; **Leclerc et al., 1994**). Les *Lactobacillus* ont été subdivisés par Orla-Jensen en trois groupes (**Tamime, 2002** ; **Guiraud et Rosec, 2004**) :

- **Thermobacterium :** Ce sont des *Lactobacilles* homofermentaires strictes, thermophiles qui se développent à 45 °C mais pas à 15 °C. Il comporte les espèces *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus jensenii* et *Lactobacillus salivarius* (**Corrieu et Luquet, 2008**).
- **Streptobacterium:** Ce sont des *Lactobacilles* homofermentaires mésophiles et peuvent être occasionnellement hétérofermentaires facultatives en fonction du substrat. Il comporte les

espèces *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus sake* et *Lactobacillus plantarum* (Corrieu et Luquet, 2008).

- **Betabacterium:** Ce sont des *Lactobacilles* hétérofermentaires strictes. Il comporte les espèces *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus brevis* et *Lactobacillus sanfransisco* (Corrieu et Luquet, 2008).

D'après Kandler et Weissen (1986), les *Lactobacilles* se répartissent en trois groupes selon leur profil fermentaire :

- **Groupe I :** Homofermentaires strictes, ne fermentant que les hexoses. La proportion de G+C allant de 33 à 35 % ; exemple : *Lb. helveticus*, *Lb. delbrueckii*, *Lb. acidophilus* (Coulibaly, 2010).
- **Groupe II :** Hétérofermentaires facultatifs, produisant presque exclusivement de l'acide lactique à partir de la fermentation des hexoses ; ils peuvent également fermenter les pentoses après une induction d'une phosphocétolase et produire de l'acide lactique et de l'acide acétique. Le contenu en G+C est entre 35 à 47 % ; exemple : *Lb. plantarum*, *Lb. casei*, *Lb. rhamnous*, *Lb. paracasiae*, *Lb. pentosus* (Coulibaly, 2010).
- **Groupe III :** Hétérofermentaires strictes. Suivent la voie des pentoses phosphates pour la fermentation des sucres et donnent du lactate, de l'acétate ou de l'éthanol et du CO₂. Le pourcentage en G+C va de 33 à 53 % (Coulibaly, 2010).

5-2-Lactococcus

Le genre *Lactococcus* (*Streptocoque* du groupe N) représente les *Streptocoques* dits «lactique», 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 *Lactococcus* comprennent cinq espèces mésophiles homofermentaires : *Lactococcus garvieae*, *L. piscium*, *L. plantarum*, *L. raffinolactis* et *L. lactis*, lui-même divisé en trois sous-espèces : *lactis*, *cremoris* et *hordniae* (Corrieu et Luquet, 2008). La forme de ces deniers est une forme de cocci, en paires, parfois en chainettes, contenant un pourcentage en G+C allant de 34 à 43% (Tormos, 2010).

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 (Tamime, 2002).

Les *Lactocoques* sont fréquemment retrouvés dans le lait cru, plus dans celui de chèvre et de brebis que celui de vache. Cette différence peut aller de 10 à 100 UFC/ml (Serna et Rodriguez, 2006).

5-3-*Streptococcus*

Ce sont des bactéries non sporulées conoïdes ou cocobacillaires chimio-organotrophes, disposées en chaînes et généralement aéro-tolérantes (**Corrieu et Luquet, 2008**). Ce genre est généralement divisé en trois groupes : pyogène (la plus part des espèces pathogènes et hémolytiques), oral (tel que *St. salivarius*, *St. bovis*) et les autres *Streptocoques* (**Scheilfer, 1987**). Ce genre comprend essentiellement des espèces d'origine humaine ou animale dont certaines sont pathogènes comme *S. pyogenes* et *S. agalactiae*, d'autres sont impliquées dans la formation de la plaque dentaire (*S. mutans*). L'espèce thermophile *Streptococcus thermophilus* se différencie par son habitat (lait et produits laitiers), et son caractère non pathogène. Du fait de ses propriétés technologiques, c'est la seule espèce considérée comme un *Streptocoque* lactique (**Laurent et al., 1998**).

Streptococcus thermophilus se différencie par la résistance à la température, la capacité de croître à 52 °C et le nombre limité des hydrates de carbonés (**Haddie, 1986 ; Pilet et al., 2005**).

5-4-*Entérocooccus*

Ce genre regroupe les *Streptocoques* fécaux qui représentent une hémolyse de type λ et β et qui appartiennent au groupe D. Ce sont des bactéries ubiquistes présentes dans l'intestin de l'homme et des animaux, dans les eaux usées, dans l'eau douce, dans l'eau de mer, dans le sol et sur les végétaux ; ils atteignent au maximum des niveaux de 10^7 cellules par gramme (**Foulquié-Moreno et al., 2006**). La plupart des espèces du genre *Entérocooccus* participent à la composition des microflores intestinales (**Devriese et al., 2002**).

Les *Entérocoques* sont des coques qui peuvent être mobiles, homofermentaires, généralement différenciés par la fermentation de l'arabinose et le sorbitol et croissent entre 10 °C et 45 °C (**Tamime, 2002 ; Ho et al., 2007**). Leur température optimale de croissance est de 35 °C, sont capables de résister à des conditions hostiles : culture à pH 9,6, culture en présence de 40 % de bile, cultures en présence de 6,5 % de NaCl, et résistent à un chauffage de 60 °C durant 30 minutes (**Foulquié-Moreno et al., 2006**).

5-5-*Leuconostoc*

Le genre *Leuconostoc* est physiologiquement assez similaire aux *Lactobacilles* hétérofermentaires et producteurs de CO₂. La classification et l'identification des *Leuconostoc* restent difficiles ; une approche génotypique et phénotypique est nécessaire. Le genre *Leuconostoc* comprend 14 espèces, le plus ancien étant *Leuconostoc mesenteroides* décrit par **Tsenkovskii** en 1878 (**Corrieu et Luquet, 2008**).

Les *Leuconostoc* appartiennent à l'embranchement des Firmicutes, classe Bacilli, de l'ordre *Lactobacillales*. Ce sont des coques à Gram positif, mésophiles, hétérofermentaire, aérobies anaérobies facultatives (**Kumar et al., 2012**).

Ce genre a une importance économique due à sa capacité à produire du gaz (CO₂) à partir des carbohydrates, ainsi que des composés aromatisants et du dextrane en présence de saccharose. Quelques espèces sont très importantes dans l'industrie fermentative des dérivés laitiers, car ce genre métabolise le lait et les citrates et produit l'acide lactique, l'acétate, le CO₂, l'éthanol, l'acétaldéhyde, le diacetyl, l'acétoïne et le 2-3butanedoïl qui contribuent à la formation des caractéristiques organoleptiques (flaveur et texture) du beurre, de la crème ainsi que des ouvertures dans certains fromages (Edam et Gouda) (**Cardamone et al., 2011**).

Les *Leuconostoc* sont fréquemment retrouvés dans de nombreux habitats naturels, tels les végétaux frais comme les choux, les concombres et les olives ; ainsi que dans le lait, les levains et laits fermentés (**Säde, 2001**). Ils sont fréquemment impliqués dans la fabrication d'aliments composés de végétaux fermentés (**Tormos, 2010**).

5-6- *Weissella*

Les espèces du genre *Weissella* sont constituées de courts bacilles ou de coccobacilles ou des coques ovoïdes, à Gram positif, se présentant de manière isolée ou groupée par deux ou en courtes chaînes. Ce sont des hétérofermentaires, non sporulés, immobiles, possédant un peptidoglycane du type A3 alpha, catalase négative. La température optimale de croissance est de 15°C, mais quelques espèces peuvent croître entre 42 °C et 45 °C (**Walter et al., 2001**).

5-7-*Pediococcus* et *Tetragenococcus*

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

Les *Pediococcus* sont retrouvés principalement dans la nourriture (produits laitiers, viande fermentée, bière, légumes fermentés) mais aussi dans les plantes et dans les zones respiratoires et intestinales de l'homme et des animaux (**Bekhouche, 2006**).

Les espèces de *Tetragenococcus* ont un rôle crucial dans la fabrication des produits alimentaires à concentration élevée en sel comme les sauces de soja, alors que les *Pediocoques* sont parfois utilisés comme levains lactiques pour les charcuteries (**Guiraud et Rosec, 2004 ; Tosukhowong et al., 2005**).

6-Souches lactiques des différentes races de chèvre

Les premiers travaux sur les bactéries lactiques ont été réalisés par **Badis et ses collaborateurs** en 2004. Ils ont montrés que le lait cru de chèvre présente un écosystème favorable au développement de 6 genres de bactéries lactiques (**Tableau 7 et 8**). Les espèces de *Lactobacillus* et de *Lactococcus* dominent cette microflore lactique (**Badis et al., 2004a ; Badis et al., 2004b ; Badis et al., 2005 ; Badis et al., 2006**).

Tableau 8 : Souches lactiques de la race Arabia (Badis et al., 2005)

<i>Lactobacillus</i>	<i>Streptococcus</i>	<i>Lactococcus</i>	<i>Leuconostoc</i>	<i>Weissella</i>	<i>Pediococcus</i>
<i>Lb. helveticus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lc. Lactis</i> Biovar. <i>diacetylactis</i>	<i>Ln. Lactis</i>	<i>Weissella para-mesenteroïdes</i>	<i>P. damnosus</i>
<i>Lb. plantarum</i>		<i>Lc. Lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	<i>Ln. Pseudo-mesenteroïdes</i>		<i>P. acidilactici</i>
<i>Lb. casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i>		<i>Lc. Lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	<i>Ln. mesenteroïdes</i> subsp. <i>dextranicum</i>		<i>P. parvulus</i>
<i>Lb. delbreukii</i> subsp. <i>lactis</i>		<i>Lc. plantarum</i>	<i>Ln. amylibiosum</i>		
<i>Lb. brevis</i>					
<i>Lb. casei</i> subsp. <i>casei</i>					
<i>Lb. acidophilus</i>					
<i>Lb. animalis</i>					
<i>Lb. amylophilus</i>					

Tableau 9 : Souches lactiques de la race Kabyle (Badiset *et al.*, 2005)

<i>Lactobacillus</i>	<i>Streptococcus</i>	<i>Lactococcus</i>	<i>Leuconostoc</i>	<i>Weissella</i>	<i>Pediococcus</i>
<i>Lb. delbreukii</i> subsp <i>bulgaricus</i>	<i>Streptococcus</i> <i>thermophilus</i>	<i>Lc. Lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	<i>Ln. Lactis</i>	<i>Weissella</i> <i>para-</i> <i>mesenteroides</i>	P. damnosus
<i>Lb. helveticus</i>		<i>Lc. Subsp</i> <i>hordniae</i>	<i>Ln.</i> <i>mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>		
<i>Lb. casei</i> subsp. <i>rhamno</i> <i>sus</i>		<i>Lc. Lactis</i> subsp. <i>Cremoris</i>			
<i>Lb. brevis</i>		<i>Lc.</i> <i>plantarum</i>			
<i>Lb. casei</i> subsp. <i>casei</i>		<i>Lc. Graviae</i>			
		<i>Lc.</i> <i>Raffinolactic</i>			

7-Quelques Aptitudes technologiques

7-1-Aptitude acidifiante

La fonction acidifiante constitue la propriété métabolique la plus recherchée des bactéries lactiques. Utilisées dans les industries alimentaires, elle se manifestent par la production de l'acide lactique à partir de la fermentation des hydrates de carbone au cours de la croissance bactérienne (Mäyrä-Mäkinen et Bigret, 2004 ; Monnet *et al.*, 2008).

Les conséquences, d'ordre physico-chimique et microbiologique, peuvent se résumer ainsi par (Béal *et al.*, 2008) :

- Accumulation d'acide lactique participant à la saveur des aliments fermentés.
- Abaissement progressif du pH.
- Limitation des risques de développement de flore pathogène et d'altération dans les produits finaux ;
- Déstabilisation des micelles de caséines, coagulation des laits et participation à la synérèse.

Pour un ferment donné, il s'agit de permettre une vitesse d'acidification élevée et/ou d'atteindre un niveau d'acidité finale prédéfinie. Le niveau d'acidité dépend des spécifications du produit, lesquelles vont conditionner le choix des souches (Monnet *et al.*, 2008).

7-2- Aptitude protéolytique

Les bactéries lactiques possèdent des protéinases et des peptidases nécessaires à la dégradation des protéines du lait en peptides et en acides aminés ; ceux-ci peuvent alors être transformés en alcools et en acides. L'activité protéolytique intervient de ce fait sur le rendement fromager, la texture et la saveur typique du fromage, et par conséquent sur les caractéristiques du produit final (**Buist et al., 1998**).

Dans les fromages, l'activité des enzymes protéolytiques des bactéries lactiques est fondamentale car elle va participer à la formation du goût ou des arômes, la protéolyse due aux bactéries lactiques va surtout conduire à des peptides courts et à des acides aminés libres. Ces derniers sont des précurseurs pour de nombreux produits d'arômes. En effet, la méthionine peut conduire à des composés soufrés caractéristiques, ceci, après leur dégradation par la flore d'affinage (**Schirch et al., 1985 ; Ottet et al., 1997**).

La croissance jusqu'à des densités cellulaires permettant aux bactéries lactiques d'assurer les fonctions de fermentation repose sur un système protéolytique capable de satisfaire tous les besoins en acides aminés en hydrolysant les protéines. Les bactéries lactiques démontrent des potentialités différentes, liées à leur équipement enzymatique, pour l'utilisation de la fraction azotée. Les *Lactobacilles* présentent généralement une activité protéolytique plus prononcée que les *Lactocoques* (**Donkor et al., 2007; Monnet et al., 2008; Roudj et al., 2009**).

7-3- Aptitude lipolytique

Les activités lipolytiques jouent un rôle important dans la formation des substances aromatiques des produits transformés, bien que parfois, elles soient à l'origine d'altérations (**Franz et al., 2003**). Ces propriétés lipolytiques sont généralement faibles chez les bactéries lactiques, les *Lactocoques* sont considérés comme plus lipolytiques que *Streptococcus thermophilus* et les lactobacilles. Elles peuvent cependant présenter un intérêt pour certaines applications fromagères (**Béal et al., 2008**).

D'une manière générale on distingue les estérases qui hydrolysent de façon préférentielle les esters formés avec les acides gras à chaîne courte (C2-C8) et les lipases qui sont actives sur des substrats émulsifiés contenant des acides gras à chaîne longue (>C8). Ces enzymes sont impliquées dans l'hydrolyse de mono, di, et triglycérides (**Béal et al., 2008 ; Serhan et al., 2009**).

7-4- Aptitude aromatisante

Les bactéries lactiques sont capables de produire de nombreux composés aromatiques (tels que : l' α -acétolactate, l'acétaldéhyde, le diacétyl, l'acétoïne et 2,3-butanediol, l'éthanol, l'acétate, le formiate, etc.) principalement à partir du lactose, du citrate, des acides aminés et des matières grasses. Cette fonctionnalité est particulièrement importante lors de l'élaboration des laits fermentés, des fromages frais, crèmes et beurre dont l'arôme principal est lié à cette activité microbienne (**Bourgeois et Larpent, 1996 ; Gerrit *et al.*, 2005 ; Cholet, 2006**).

L'acétaldéhyde est un composant important de l'arôme des produits fermentés. Des exemples de bactéries productrices d'acétaldéhyde ; *Lactococcus lactis* ssp. *biovar lactis diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus*, et *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* (**Walstra *et al.*, 1999**).

7-5- Aptitude texturante

La capacité des bactéries lactiques à synthétiser des exopolysaccharides (EPS) joue un rôle important pour la consistance et la rhéologie des produits transformés (**Leroy et De Vuyst, 2004 ; Ho *et al.*, 2007**). La plupart des bactéries lactiques synthétisent les polysaccharides. Certains se trouvent à l'intérieur de la cellule, d'autres sont des composants de la paroi. Un troisième groupe de polysaccharides est excrété à l'extérieur de la cellule d'où vient le terme "exopolysaccharide" (EPS) (**Topisirovic *et al.*, 2006**). Les EPS ont l'avantage d'être «naturels», requis en faible concentration et ne peuvent être remplacés par les agents stabilisants par leurs propriétés de modifier positivement la texture, la viscosité et la sensation en bouche des laits fermentés (**Marshall et Rawson, 1999**). Ils peuvent alors servir d'émulsifiants ou d'agents gélifiants (**Welman *et al.*, 2003**).

Dans le cas des deux bactéries du yogourt : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* sub sp. *bulgaricus*. La production d'EPS est régulée par plusieurs gènes au niveau chromosomique (**Cerning, 1995**). Généralement, pour les bactéries thermophiles, la production d'EPS est associée à la croissance bactérienne (**Petry *et al.*, 2003**).

7-6- Activité antimicrobienne

Les bactéries lactiques produisent une variété de composés antimicrobiens qui sont utilisés dans la fermentation et la bioconservation des aliments (**Labioui *et al.*, 2005**). Les acides organiques, comme l'acide lactique, l'acide acétique ou l'acide propionique, élaborés lors de la fermentation des glucides, peuvent inhiber des levures, des moisissures et des bactéries. Le peroxyde d'hydrogène produit par les bactéries lactiques s'accumule dans l'environnement et peut inhiber certains microorganismes.

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

Les bactériocines produites par les bactéries lactiques sont des substances antimicrobiennes de poids moléculaire variable. Elles ont une activité inhibitrice dirigée contre les bactéries proches de la souche productrice et leur spectre d'action est généralement étroit. Les plus connues sont : la nisine, la diplococcine, l'acidophiline et la bulgaricane (**Ogunbanwo *et al.*, 2003 ; Dortu et Thonart, 2009**). La plupart des bactériocines produites par les bactéries lactiques partagent le même mode d'action, basé sur la formation de pores dans la membrane de la bactérie cible (**De Vuyst et Leroy, 2007 ; Kumari *et al.*, 2009**).

7-7- Performance

La sélection d'un ferment lactique doit prendre en compte des critères de performance des bactéries. Les bactéries devront répondre à certaines des spécificités suivantes (**Béal *et al.*, 2008**) :

- Résistance aux bactériophages et aux traitements mécaniques ;
- Tolérance aux inhibiteurs de croissance (antibiotiques, chlorure de sodium, saccharose, l'acidité, l'éthanol et la température élevée) ;
- Aptitude à la congélation ou à la lyophilisation et à la conservation ;
- Comportement en présence d'oxygène ;
- Croissance à des températures non optimales ;
- Compatibilité avec d'autres souches ;
- Facilité d'emploi.

Partie Expérimentale

Chapitre I :
Méthodologie

1-Objectifs

Cette recherche vise à caractériser les bactéries lactiques du lait de chèvre et d'étudier les aptitudes technologiques de ces souches car ce sont des bactéries très utilisées dans les industries agroalimentaires surtout dans les industries laitières.

2-Matériel et méthodes

2-1- Choix des isolats

Cette étude a concerné plusieurs isolats lactiques. Ces derniers ont tous été isolés à partir du lait de chèvre de plusieurs régions d'Algérie.

2-2- Déroulement de l'expérimentation

Le travail expérimental a été réalisé au niveau du laboratoire de recherche des Sciences et Techniques de Production Animale (LSTPA), ainsi qu'au laboratoire pédagogique de Microbiologie n° 3 de l'université de Mostaganem. Les isolats à étudier sont des bactéries issus du lait chèvre qui ont été purifiées et pré-identifiées au préalable (Catalase négative, Gram +).

Ces bactéries ont subi plusieurs analyses dont :

2-2-1-Caractérisation physiologique et biochimique des isolats lactiques

Nous avons étudié 120 isolats à Gram positif (Cocci ou Bacille) et catalase négative. Leur identification a été faite conformément au protocole de **Carr *et al.* (2002)** et l'usage des caractères biochimiques et physiologiques différentiels suivant **Von Wright et Axelsson (2012)**. Cette caractérisation s'est limitée à l'identification du genre avec deux répétitions par test pour chaque isolat.

a- Nitrate réductase

Nous avons ensemencé les isolats dans du bouillon nitraté à raison de 1 %. Après incubation à 30 °C pendant 24 à 48 heures, nous avons ajouté quelque goutte de NR1 et de NR2. Après 10 min si une couleur rouge apparaît, ceci signifie une nitrate réductase positive. Si le contraire ; une couleur rouge persistante est observée après ajout de la poudre de zinc.

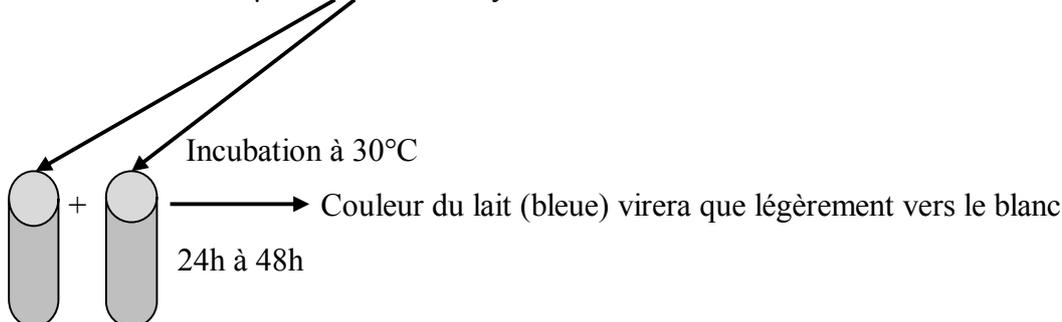
b- Type fermentaire

Ce test permet de discriminer les isolats lactiques homofermentaires des hétérofermentaires. Il consiste à mettre en évidence la production de gaz (CO₂) à partir du glucose. La culture des isolats est faite sur bouillon MRS modifié par suppression de citrate d'ammonium et d'extrait de viande et supplémenté de glucose et de la cloche de Durham. Après incubation à 30 °C pendant 24 à 48 heures, la production de CO₂ se traduit par une présence de gaz dans la cloche (**Holzappel et Gerber, 1983 ; Müller, 1990 ; Carr *et al.*, 2002**).

c- Croissance sur lait de Sherman

Nous avons ensemencé les isolats dans deux séries de tubes contenant 10 ml de lait écrémé à 10% additionné à 100 µl de bleu de méthylène à 1 % pour la première série, et à 3 % pour la deuxième. Le bleu de méthylène tire sa couleur grâce à l'oxygène, ce test porte toujours sur le système respiratoire des *Lactocoques*, car vu que ce sont des micro-aérophiles, ils ne vont utiliser qu'une faible partie de l'oxygène présent dans le bleu de méthylène (3 %) et de ce fait la couleur du lait (bleue) ne virera que légèrement vers le blanc et ce contrairement aux entérocoques (aérobies) qui utilisent tout l'oxygène du bleu de méthylène (Larpen *et al.*, 1990).

Lait écrémé + 100 µl de bleu de méthylène 1 % et 3 % + Ensemencement des isolats



d- Croissance à 45 °C :

Il a été effectué par ensemencement sur bouillon MRS d'une culture pure et jeune à 45 °C pendant 24 à 48 heures. Ce test permet de distinguer les bactéries lactiques mésophiles des thermophiles (Carr *et al.*, 2002 ; Badis *et al.*, 2004).

e- Croissance en présence de 6,5 % de NaCl

Ce test se traduit par un ensemencement des isolats sur milieu hypersalé (bouillon Naylor et Sharpe) contenant une concentration de 6,5 % de NaCl. L'incubation s'effectue à 30 °C pendant 24 à 48 h. Les *Lactocoques* ne poussent pas en présence de 6,5 % de NaCl ; et donc ce test permet de séparer les *Lactocoques* (*streptocoques lactiques*), des *Entérocoques* (Devriese *et al.*, 1995 ; Carr *et al.*, 2002).

2-2-2-Caractérisation technologique des souches lactiques

Les principales fonctions d'une souche dite «performante» étant son pouvoir acidifiant, son activité protéolytique et sa stabilité en culture mixte (Cogan *et al.*, 1997).

À partir des isolats identifiés, nous avons sélectionné 12 souches (suivant leur vitesse d'acidification) pour effectuer l'étude technologique. Ces souches ayant subi à nouveau plusieurs purifications, ainsi, qu'une coloration de Gram. Les souches étudiées sont représentées dans le **tableau** (voir l'annexe 2).

a- Cinétique de croissance

La cinétique de croissance permet de calculer le taux de croissance d'une souche à un moment donné. Elle consiste à suivre l'évolution du pH avec mesure d'absorbance à une longueur d'onde de 600nm.

Les mesures sont réalisées à intervalle de temps déterminé ; de 0 à 24h. Le calcul du taux de croissance est effectué par la formule suivante (Thirabunyanon *et al.*, 2009) :

$$\% \text{ de croissance} = (\text{D.O. échantillon} / \text{D.O. témoin}) \times 100$$

b- Pouvoir acidifiant

L'un des critères technologiques les plus importants chez les bactéries lactiques, est leur cinétique de production d'acide lactique (Hassain, 2013).

La mesure de l'activité acidifiante consiste à suivre d'une part l'évolution du pH des différentes cultures en fonction du temps et d'autre part à doser simultanément l'acide lactique par la soude.

Chaque souche a étéensemencée d'abord sur milieu MRS liquide et incubée à 30 °C pendant 18 h, ensuite 100 µl de la culture précédente a été inoculé dans une série de tubes de 10 ml chacun de lait écrémé à 10%. La série est utilisée pour étudier la cinétique d'acidification (Kihal, 1996). En retirant les deux tubes de t_0 , les tubes restant vont être incubés à 30 °C. Chaque deux heures, deux tubes vont être sortis pour suivre l'évolution de l'acidité et du pH (Kihal *et al.*, 2007).

- **Mesure du pH**

La mesure du pH est faite directement par le pH-mètre, en plongeant l'électrode dans le volume de lait. Le pH a été déterminé à chaque fois que nous procédions au dosage de l'acide lactique (Guiraud, 2003).

- **Acidité titrable**

L'évolution de l'acidité dans le milieu en fonction du temps a été effectuée en dosant la quantité d'acide lactique produite dans le lait par titrimétrie. 2 à 5 gouttes d'un indicateur coloré (phénophtaléine) ont été ajoutées à 10 ml d'échantillon du lait à analyser. Le titrage est réalisé avec une solution de soude (N/9) jusqu'au virage de la couleur blanche au rose pâle. A ce moment, le volume de la soude écoulé est noté et les résultats sont exprimés en degré Dornic (°D).

L'acidité est déterminée par la formule:

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

Où:

V_{NaOH} : Volume de NaOH utilisé pour titrer l'acide lactique contenu dans les 10 ml de lait.

c- **Pouvoir protéolytique**

L'évaluation qualitative de l'activité protéolytique des souches testées a été réalisée sur gélose Plate Count Agar (PCA) additionnée de lait écrémé à 1 % et 2 % selon la méthode de **Van den berg *et al* (1996)**.

Les souches à tester sont ensemencées simultanément en touche à la surface du milieu de culture à l'aide d'une anse. Après incubation à 30 °C pendant 24 à 48 heures, l'activité protéolytique est reconnue stable par la présence d'un halo clair autour des colonies, puis les diamètres des zones translucides de protéolyse sont mesurés (**Thapa *et al.*, 2006**).

d- **Pouvoir lipolytique**

La lipolyse est mise en évidence sur gélose aux triglycérides. Cette dernière a été coulée et solidifiée, les souches à tester sont ensemencées simultanément en touche à la surface du milieu de culture à l'aide d'une anse. Après une incubation à 30 °C pendant 48 heures, la lipolyse est révélée par une zone d'éclaircissement autour des touches (**Guiraud, 2003**).

e- **Pouvoir aromatisant**

La capacité des souches lactiques à produire des composés aromatisants (l'acétoïne) au cours du processus de fermentation peut être mise en évidence sur lait écrémé. Pour ce faire, chaque tube contenant du lait écrémé stérile a été ensemencé par une souche lactique (**Hadef, 2012**).

Après incubation pendant 24 h et coagulation du lait, les réactifs de Vogues-Proskauer VPI et VPII ont été ajoutés et laissés reposer. La présence de l'acétoïne est révélée par l'apparition d'un anneau rouge (**Hadef, 2012**).

f- Pouvoir texturant

La production de dextrane à partir du saccharose est mise en évidence sur milieu MSE gélosé. Les souches productrices de dextrane sont caractérisées par la formation de colonies larges, visqueuses et gluantes. Ce test est aussi considéré comme clé d'indentification permettant aussi de différencier entre les *Leuconostocs* productrices et non productrices de dextrane (**Mayeux et al.,1962**).

Chapitre II :
Résultats et discussion

1- Résultats et discussion

1-1- Identification physiologique et biochimique des isolats lactique

En plus de ces tests basés sur la morphologie des bactéries nous avons utilisé des tests physiologiques et biochimiques pour déterminer le genre de nos isolats.

a- Nitrate réductase

Les isolats ont subi le test de nitrate réductase à partir d'un bouillon nitraté. Une nitrate réductase négative est un signe probable d'être en présence d'une bactérie lactique. Après la lecture du test, il s'est avéré qu'il y a 26 isolats à nitrate réductase positive « isolats contaminants » et 94 isolats à nitrate réductase négative « isolats lactiques » (**Figure 07**).



Figure 07 : Exemple du résultat du test nitrate réductase : nitrate réductase négative

b- Type fermentaire

Les isolats à nitrate réductase négative ont subi le test de dégagement de CO₂ (**Figure 08**) à partir d'un milieu glucosé sans citrate (bouillon MRS), ce qui nous a permis de différencier entre les souches homofermentaires et hétérofermentaires (**Carr et al., 2002 ; Badis et al., 2004**). Parmi les 94 isolats lactiques, 59 se sont avérés homofermentaires et 31 hétérofermentaires contre 4 homofermentaires facultatifs.

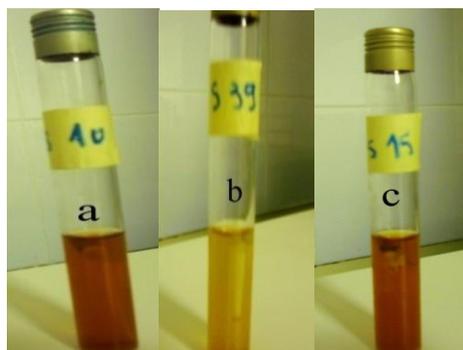


Figure08 : Exemples de résultat du type fermentaire.

a) homofermentaire ; b) hétérofermentaire; c) homofermentaire facultatif

c- Lait de Sherman

Tous les isolats ont coagulé le lait et ont réduit le bleu de méthylène pour les deux concentrations (**Figure 9**), sauf deux isolats ont réduit seulement le bleu de méthylène à 1 %.



Figure 9 : Exemple des résultats du lait de Sherman.

a) réduction du bleu de méthylène à 1 %; b) réduction du bleu de méthylène à 3 %

d- Croissance à 45°C

Parmi les 94 isolats lactiques, 62 isolats ont eu une croissance à 45°C (résultat positif) contre 32 isolats qui n'ont pas eu de croissance à cette température (résultat négatif).

e- Croissance à 6,5 % de NaCl

Parmi les 94 isolats lactiques, 66 isolats supportent une concentration de 6,5 % de NaCl (résultat positif) contre 28 isolats qui ne supportent pas cette concentration (résultat négatif).

A partir des résultats obtenus, nous avons pu apparenter nos isolats en genres « *Leuconostoc*, *Weissella*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Pedococcus*, genre non déterminé » et chaque genre en plusieurs catégories. Cette classification est traduite dans le **tableau 11** Par la suite, nous avons pu estimer le pourcentage de chaque genre lactique issu de ce lait (**Figure 10**).

Il existe plusieurs travaux ayant porté sur le lait de chèvre. Les travaux de **Badis et al. (2005)** effectués sur le lait cru de chèvre de deux populations caprines Algériennes (Arabia et Kabyle), ont montré une prédominance du genre *Lactobacillus* (61.48 %) dans la population Kabyle, alors que les genres *Leuconostoc* (32.64 %) et *Lactococcus* (31.02 %) dominent la population Arabia.

Tableau10: Critères de classification réalisés pour les isolats identifiés

Groupes des souches	catégorie	Type Fermentaire	croissance à 45 °C	croissance à 6,5 % de Nacl
G01	C1	hétéro	-	-
	C2	hétéro	-	±
	C3	hétéro	±	-
	C4	hétéro	±	±
G02	C1	Homo facultatif	-	-
	C2	Homo facultatif	±	±
G03		homo	-	±
G04	C1	homo	+	+
	C2	homo	+	±
	C3	homo	±	±
G05		homo	+	+
G06	C1	homo	+	±
	C2	homo	+	+

G01: *Leuconostoc*, G02: *Weissella*, G03: *Lactococcus*, G04: *Entérocooccus*, G05: *Pediococcus*, G06 : genre non déterminé

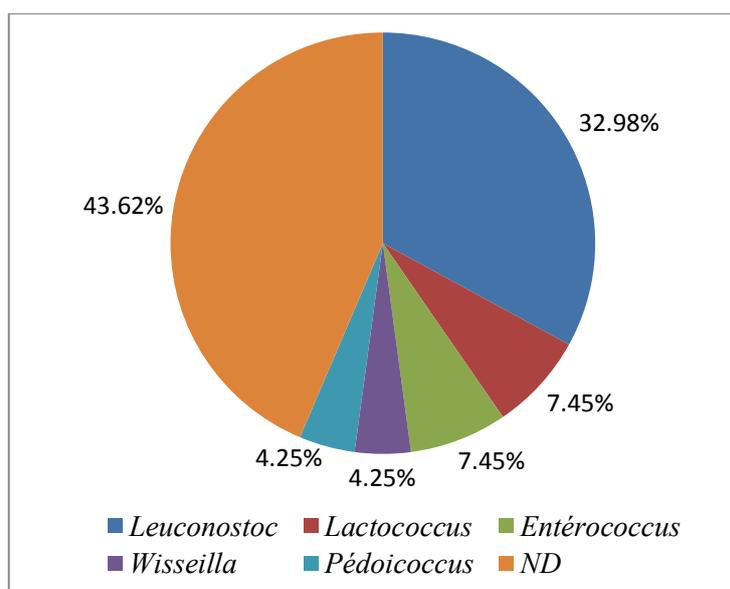


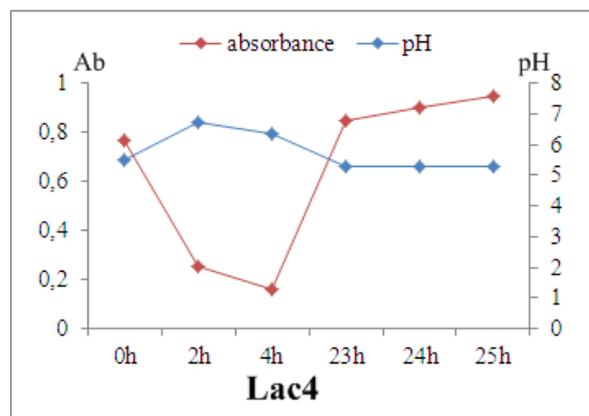
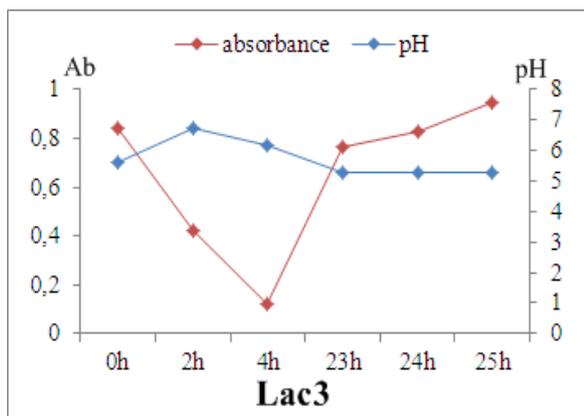
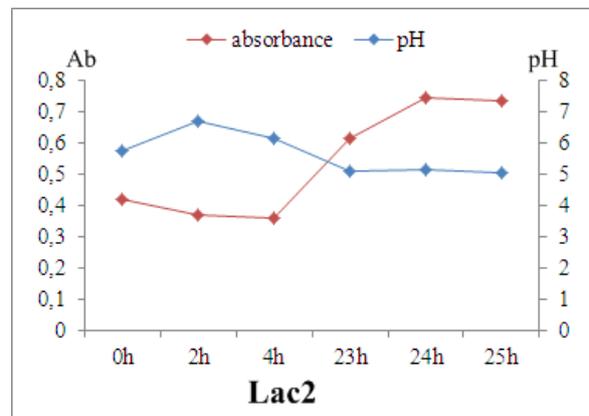
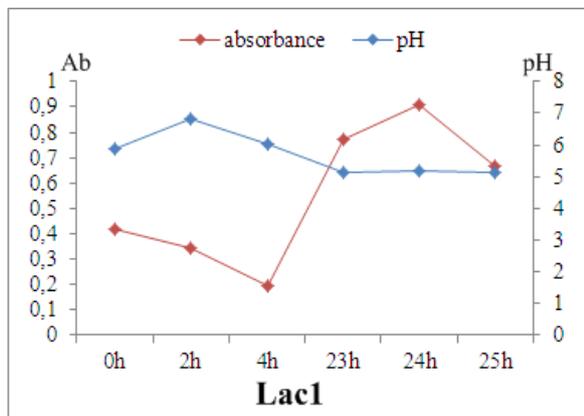
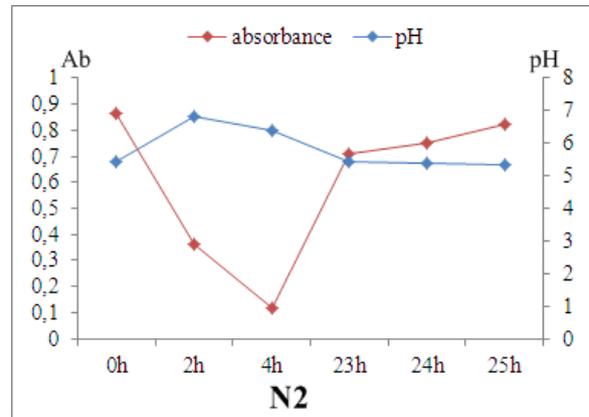
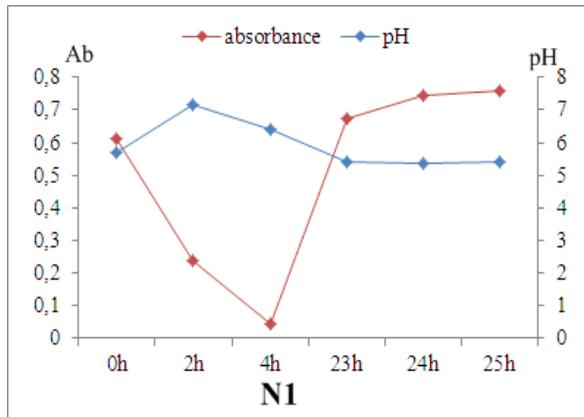
Figure 10: Répartition des genres de la collection lactique (%)

Par ailleurs, **Guessas et Kihal (2004)** ont identifié les bactéries lactiques du lait de chèvre des zones arides et ont constaté une prédominance des coques par rapport aux bacilles où *Lactococcus sp.* avec un pourcentage élevé de 76.16 %, suivi de *Streptococcus* (14.78 %) et de *Leuconostoc* (8.6 %).

1-2- Caractérisation technologique des souches lactiques

g- Cinétique de croissance

Les résultats de la cinétique de croissance sont représentés dans la **figure 11**.



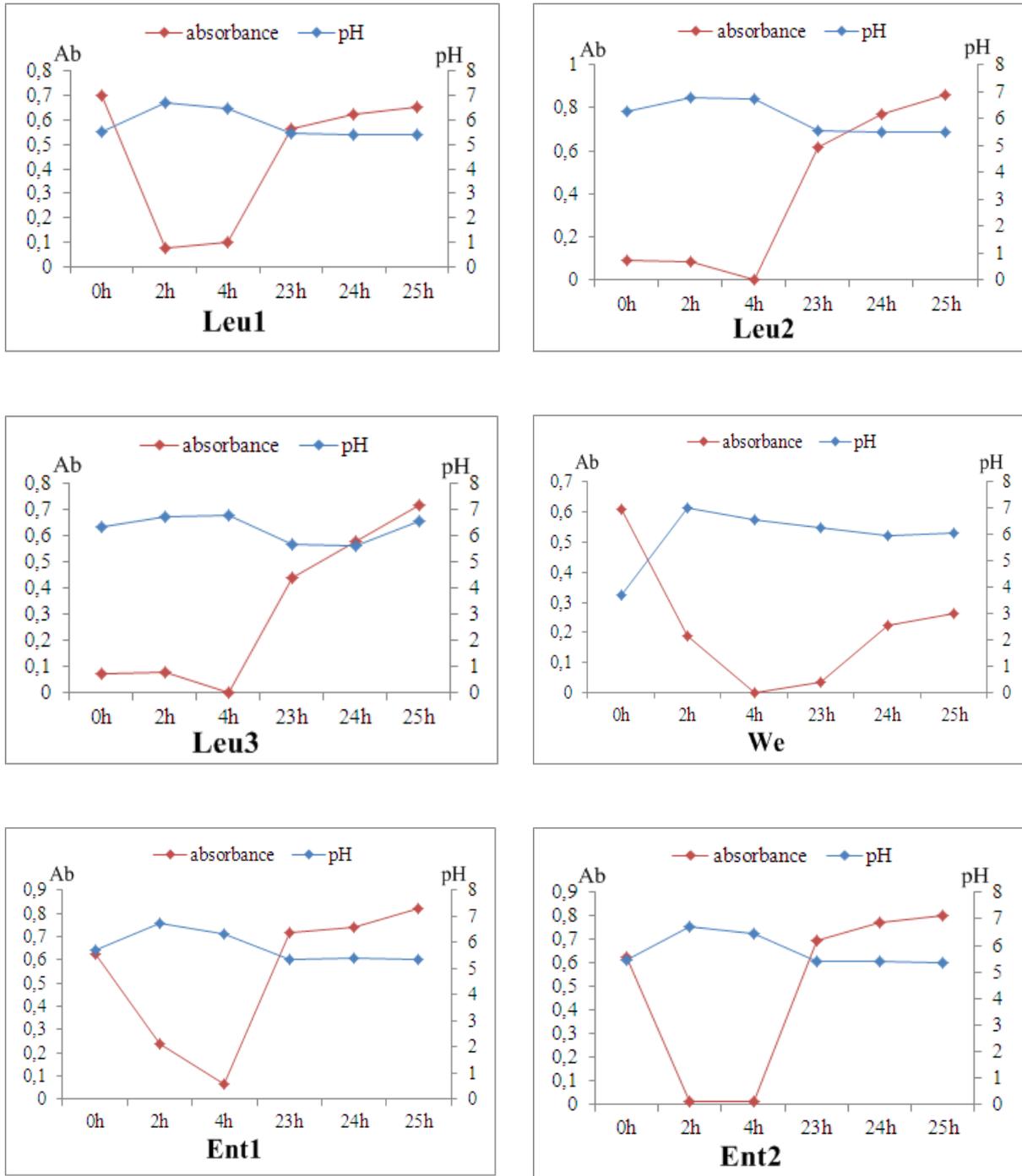
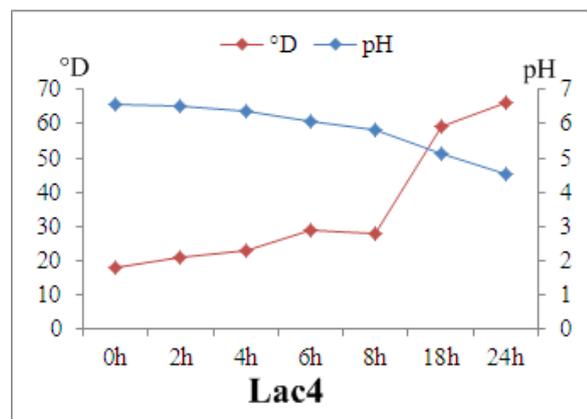
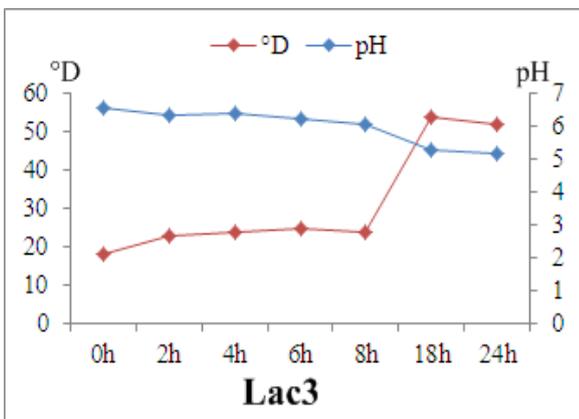
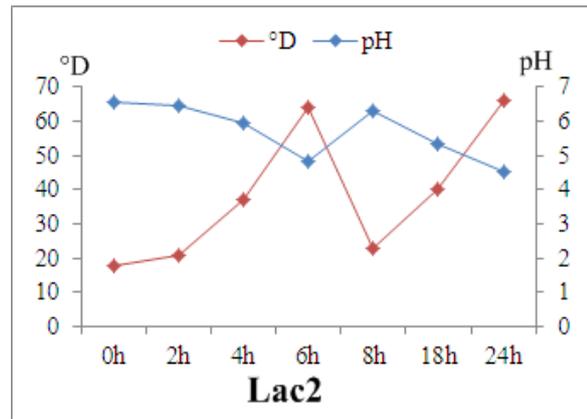
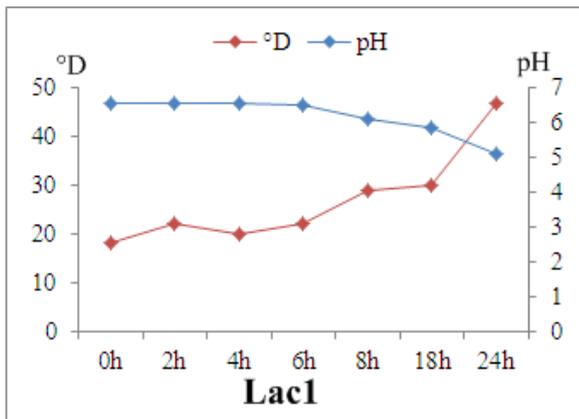
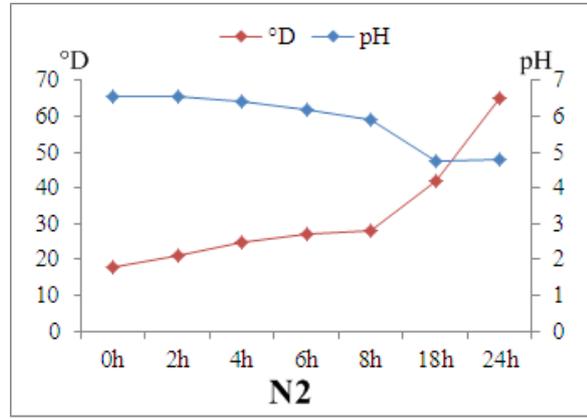
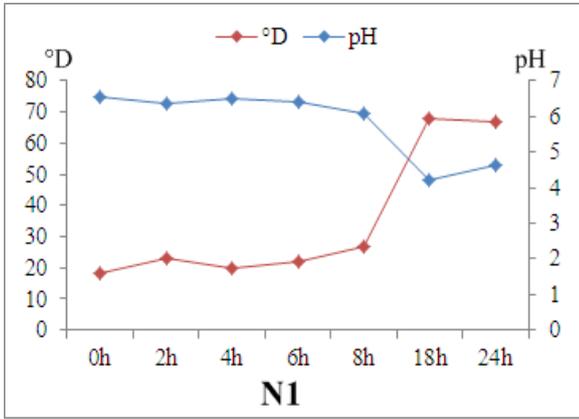


Figure 11 : Résultats de l'évolution du pH avec l'absorbance selon les souches

Seule la souche Lac2 a reflété des résultats cohérents avec ce test où l'abaissement du pH (environ 5) est suivi par une croissance (environ 0,7) de cette dernière. Ces valeurs sont dues probablement à des erreurs de manipulation.

b- Pouvoir acidifiant

L'activité acidifiante est l'une des principales fonctions des bactéries lactiques, elle demeure l'une de leurs propriétés métaboliques les plus recherchées vu son intérêt en technologie laitière. Le suivi de l'évolution du pH et de l'acidité sur du lait écrémé pendant 24 heures de fermentation à 30 °C par les souches lactiques est représenté par la **figure 12**.



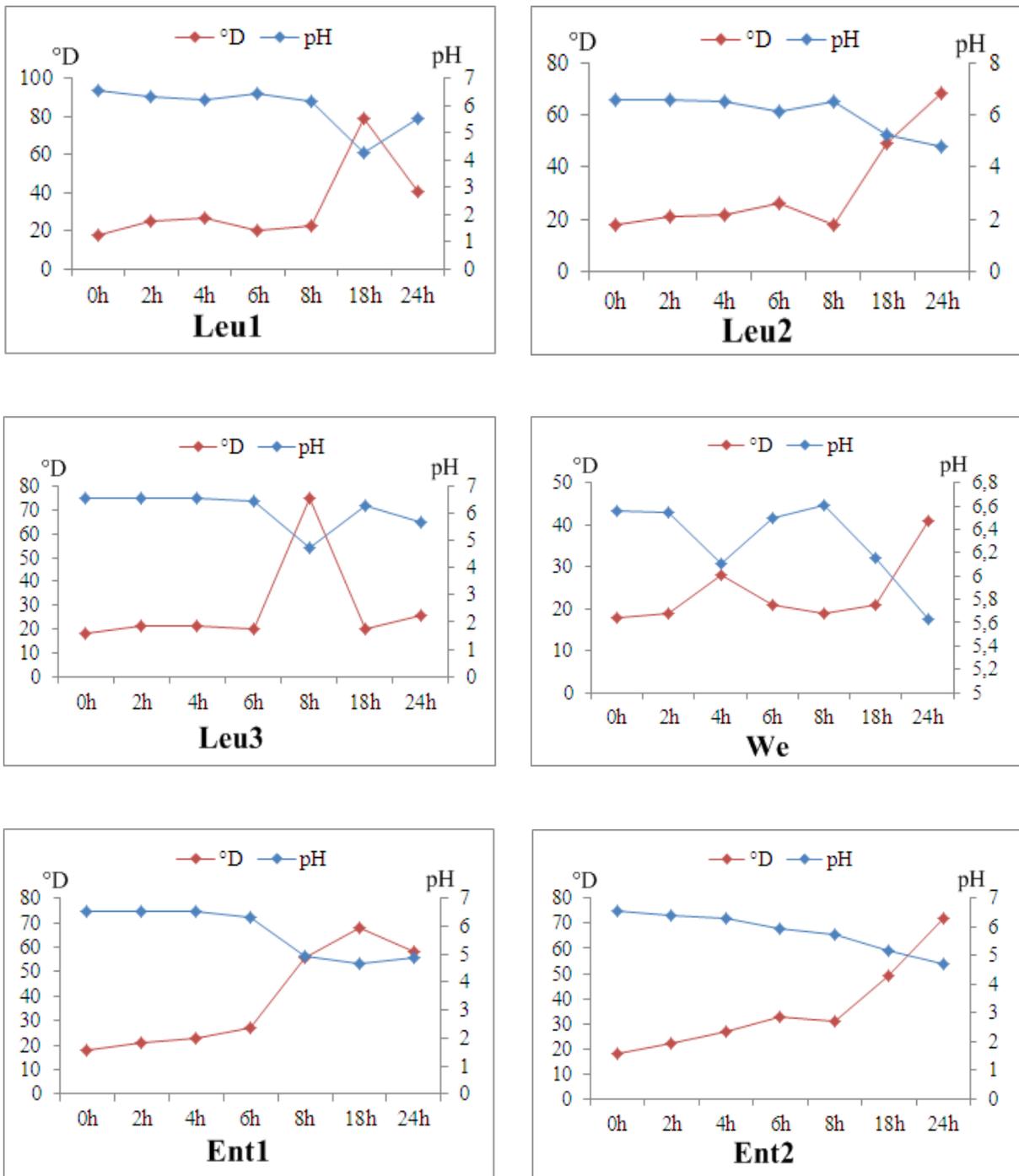


Figure12 : Résultats de l'évolution du pH avec l'acidité Dornic selon les souches

D'après ces résultats, nous remarquons que la totalité des bactéries lactiques identifiées présentent une production progressive en acide lactique. Cette dernière est accompagnée d'un abaissement du pH du milieu. Après 24h d'incubation la quantité d'acide lactique produite se situe au voisinage de 66 °D chez les Lactocoques. Les Entérocoques et encore plus, les leuconostocs donnent des valeurs d'acidification moyennes comprises entre 58 et 72 °D.

Ces résultats sont en accord avec de nombreuses études et rejoignent ceux des auteurs (**Zadi-Karam, 1998; Mannu et al.,2000; Alonso-Calleja et al.,2002; Idoui et al.,2009**). Ces résultats sont en concordance avec les résultats trouvés par (**Sancher et al., 2006 ; Cheriguene et al., 2006**).

c- Pouvoir protéolytique

La protéolyse catalysée par les enzymes bactériennes est un des événements biochimiques essentiels de la maturation du fromage (**Muyncka et al., 2004**). Le système protéolytique des bactéries lactiques est composé de protéases associées à la paroi cellulaire. Les peptides issus de la protéolyse sont ensuite dégradés par des endopeptidases ou exopeptidases en acides aminés et en courts peptides (**Yvon, 2006**). Les résultats de l'activité protéolytique des souches sont résumés dans le **tableau 12**.

Tableau 11: Activité protéolytique des souches lactiques

Souches	PCA additionnée de 1% de lait écrémé (mm)	PCA additionnée de 2%de lait écrémé (mm)
N1	9	8,5
N2	13	10
Lac1	12	8,5
Lac2	14	10
Lac3	13	10
Lac4	17	10
Leu1	18	9
Leu2	13	13
Leu3	12	8
We	12	10
Ent1	9	8
Ent2	13	15

Les souches ont montré une capacité importante à dégrader les caséines trouvées dans le milieu de culture utilisé. Suivant ces souches, le diamètre de la protéolyse varie de 9,0 à 18 mm à 1% et de 8,0 à 15mm à 2 % (**Figure14**). Selon **Vuillemard (1986)**, la souche est dite protéolytique si elle présente une zone de lyse comprise entre 5 et 15 mm.

D’après les résultats obtenus, il apparaît que la souche I est jugée la plus protéolytique à 1 % de lait écrémé avec un diamètre de 18 mm. Alors que les souches N1 et Ent1 sont jugées les moins protéolytiques à 1 % de lait écrémé avec un diamètre de 9 mm. Il apparaît aussi que la souche Ent2

soit la plus protéolytique à 2 % de lait écrémé avec un diamètre de 15 mm. Alors que la souche Ent1 et la souche Leu3 soient les moins protéolytiques à 2 % de lait écrémé avec un diamètre de 8 mm.

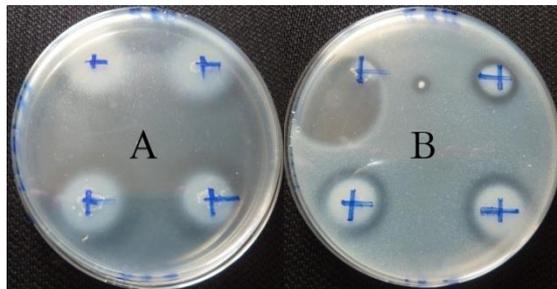


Figure13 : Exemples de résultats obtenus pour l'activité protéolytique.

A) pour 1 % de lait écrémé ; B) pour 2 % de lait écrémé

Ces résultats nous permettent de confirmer le caractère protéolytique des bactéries lactiques comme il a été rapporté par les travaux de **Shirai *et al* (2001)** et de **François *et al* (2007)**. Ces auteurs ont montré que les bactéries lactiques sont incapables de synthétiser plusieurs acides aminés, mais sont pourtant bien adaptées à un environnement riche en protéines et pauvre en acides aminés libres, comme le lait, grâce à un système protéolytique bactérien complexe.

L'activité protéolytique des bactéries lactiques est essentielle pour leur croissance dans le lait ainsi que pour le développement des propriétés organoleptiques des différents produits laitiers (**Savoyet, 2001 ; Hassaine *et al.*, 2007**).

d- Pouvoir lipolytique

Il apparaît à travers des publications scientifiques que les connaissances sur l'activité lipolytique des bactéries lactiques soient encore fragmentaire (**Lui *et al.*, 2001**). Les résultats montrent que l'activité lipasique est généralement faible chez les bactéries lactiques testées sur gélose aux triglycérides (**Figure14**) ; il est bien clair qu'il n'y a aucune activité lipolytique.

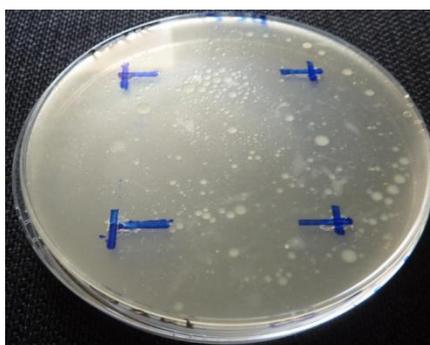


Figure 14 : Exemple de résultat obtenu pour l'activité lipolytique

e- Pouvoir aromatisant

Les bactéries lactiques sont capables de produire de nombreux composés aromatiques à partir de différents substrats qui participent aux qualités organoleptiques des produits fermentés (Cholet, 2006). Seulement 2 souches ont eu la capacité de produire des composés aromatisants mis en évidence sur le lait écrémé (Tableau 13, Figure 15).

Tableau 12 : Résultats enregistrés pour le pouvoir aromatisant

souches	Résultats
N1	-
N2	-
Lac1	±
Lac2	±
Lac3	-
Lac4	±
Leu1	-
Leu2	-
Leu3	±
We	+
Ent1	+
Ent2	-

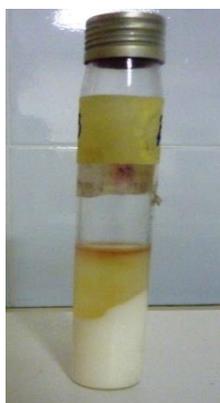


Figure 15 : Exemple de résultats du pouvoir aromatisant

f- Pouvoir texturant

Le milieu hyper-saccharosé est utilisé pour détecter la production des exopolysaccharides (la formation de colonies gluantes).

La production d'exopolysaccharides sur ce milieu est un critère important pour différencier entre les espèces de bactéries lactiques (Kheddid *et al*, 2006).

Ainsi, seulement 9 souches sur 12 ont eu la capacité de produire du dextrane (Tableau 14, Figure16).

Tableau 13 : Résultats du pouvoir texturant des souches lactiques

Souche	Dextrane
N1	+
N2	-
Lac1	+
Lac2	+
Lac3	+
Lac4	±
Leu1	+
Leu2	+
Leu3	+
We	+
Ent1	-
Ent2	+

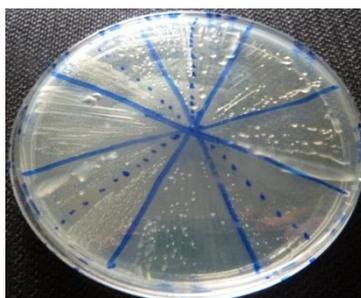


Figure 16 : Exemples de résultats du pouvoir texturant

Conclusion

Conclusion et perspectives

Depuis l'antiquité, les bactéries lactiques ont été utilisées pour la fabrication et la conservation d'aliments. La découverte de leur action sur le lait fut probablement accidentelle mais leur utilisation fut perpétuée sous forme de ferments et elle est en développement continu (**Hadef, 2012**).

Le but de cette étude était la caractérisation des isolats de bactéries lactiques et l'étude des aptitudes technologiques des souches finales. A l'issue de ce qui a été réalisé, 120 souches ont été isolées, purifiées et identifiées à partir du lait de chèvre de plusieurs régions d'Algérie.

L'identification des isolats a été réalisée par la détermination des caractéristiques morphologiques, physiologiques et biochimiques. La totalité était des coques appartenant à 5 genres dont : *Leuconostoc* (32,98 %), *Weissella* (4,25 %), *Lactococcus* (7,45 %), *Entérocooccus* (7,45 %), *Pediococcus* (4,25 %) et un genre non déterminé (43,62 %).

D'après les résultats de l'étude des aptitudes technologiques, nous avons pu déduire que, même au sein d'une même espèce, il existe des variations entre les souches autant au niveau de la cinétique de croissance et l'activité acidifiante que l'activité protéolytique et texturante. Cependant, les souches avaient de bonnes fonctionnalités technologiques.

Les résultats de notre recherche permettent d'ouvrir de nouvelles perspectives. Pour compléter ce travail sur la flore lactique du lait de chèvre, nous proposons :

-Sur le plan technique, l'utilisation des techniques moléculaires pour une meilleure précision et signification de la microflore présente.

-Sur le plan technologique, les souches de bactéries lactiques isolées peuvent faire l'objet :

- D'une mesure de leur résistance aux bactériophages, car cette caractéristique est directement reliée à la réussite ou non de la production fromagère ;
- Etude de la production de bactériocines ;
- Essai de fabrication de fromage, yaourt, ou autre produits à base de lait de chèvre avec ces souches.

Enfin, ces résultats peuvent être très intéressants pour combiner un bon ferment lactique, ceci, pour fabriquer un bon produit laitier.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Abdelguerfi A, 2003.** Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture, Rapport de synthèse, Tome IX. Projet ALG/97/G31 FEM/PNUD, Plan d'action et stratégie nationale sur la biodiversité, M.A.T.E, R.A.D.P.
- **Alais C, 1984.** Science du lait, principe des techniques laitières. 4^{ème} Ed. *SEPAIC*, Paris. 814p.
- **Alakomi H.L., Skytta E., Saarela M., Mattila-Sandholm T., Latva-Kala K. et Helander I.M., 2000.** Lactic acid permeabilizes gram-negative bacteria by disrupting the outer membrane. *App. Env. Microbiol.* 66(5): 2001-2005.
- **Alonso-Calleja C., Carballo J., Capita R., Bernardo A., Garcia-Lopez M.L. 2002.** Changes in the microflora of Valdeleja raw goats milk cheese throughout manufacturing and ripening. *Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie*, vol. 35, p. 222- 232.
- **Ammor S., Tauveron G., Dufor E. et Chevalier I., 2006.** Antibacterial activity of lactic acid bacteria against spoilage and pathogenic bacteria isolated from the same meat small-scale facility 1-Screening and characterization of antibacterial compound. *Food Control.* 17: 454-461.
- **Amoït.J et Lapointe- vignola C., 2002.** Science et technologie du lait : transformation du lait. *Presses Intl, polytechnique*, Quebec, 600.
- **Amroun-Laga T.T et Zerrouki N., 2011.** Influence des saisons et de l'alimentation sur la composition du lait de chèvres bédouines (*caprahircus*). *Le 22ème Forum des Sciences Biologiques de L'Association Tunisienne des Sciences Biologiques.* 4 p.
- **Anne P, 1991.** Etude bactériologique en vue de fixation du prix du lait de brebis dans le bassin de Roquefort. *Thèse de doc vet. Eco vet alfort, paris.*
- **Ansart M, 1995.** Les industries agricoles et alimentaires, progrès des sciences et techniques, p, 46 in Andria Tsidikana D. (2010). Projet de création d'une unité de fabrication semi – industrielle de fromage à partir de lait de chèvre dans la région d'ambatolampy. Mémoire du diplôme d'ingénieur. Université d'Antananarivo, 135p.
- **Axelsson L, 2004.** Classification and physiology. In: Lactic acid bacteria: Microbiological and functional aspects ((Salminen S., Wright A.V. et Ouwehand A.). 3e Ed., Marcel Dekker, Inc. New York. 1-66.
- **Babo D, 2000.** Races ovines et caprines françaises. *Édition France agricole*, Paris, France.
- **Badis A., Guetarni D., Moussa- Boudjema B., Henni D.E., Tornadijo M.E., et Kihal M., 2004.** Identification of cultivable of lactic acid bacteria isolated from Algerian raw goat's milk and evaluation of their technological properties. *Food Microbiol.* 3:72-78.
- **Badis A., Guetarni D., Moussa- Boudjema B., Henni D.E et Kihal M., 2004b.** Identification and technological properties of lactic acid bacteria isolated from raw goat milk of four Algerian races. *Food Microbiol.* 21: 579-588.
- **Badis A., Laouabdia-Selami N., Geutarni D., Kihal M et Ouzrout R., 2005.** Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait de chèvre de deux populations caprines locales "Arabia et kabyle". *Sci et technol.* 23 : 30-37.

- **Badis A., laouabdia-Selami N., Geutarni D., Kihal M et Ouzrout R., 2006.**Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait de chèvre de deux populations caprines locales“Arabia et kabyle”.*Sci ettechnol.* 23 :30-37.
- **Bakhouche F, 2006.** Bactéries lactiques du lait cru de vache et microorganismes pectinolytiques des olives noires et vertes : 1. Isolement et identification biochimiques. Thèse présentée pour obtenir le grade de docteur en microbiologie et enzymologie, option : génie alimentaire. Université Mentouri Constantine. P 21-24.
- **Bekhouché et Boulahrouf, 2005.** Etudes quantitative et qualitative des bactéries lactiques de lait cru produits par des vaches locales appartenant à six stations d'élevage de Constantine. *Sciences & Technologie C* – N°23,38-45.
- **Bernnan N M., Brown R., Goodfellow M., Ward A C., Bersford T P., Simpson P j., Fox P F et Logan T M., 2002.** Les bactéries lactiques. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 51: 843-852.
- **Bey D et Laloui S, 2005.** Les teneurs en cuivre dans les piols et l'alimentation des chèvres dans la région d'El-Kantra (W. Biskra). Thèse Doc. Vét. Batna., p 60.
- **Béal C., Marin M., Fontaine E., Fonseca F. et Obert J.P., 2008.** Production et conservation des ferments lactiques et probiotiques. In : Bactéries lactiques, de la génétique aux ferments (Corrieu G. et Luquet F.M.). *Tec & Doc, Lavoisier*. Paris. 661-765.
- **Bourgeois C.M. et Larpent J.P., 1996.** Microbiologie alimentaire : Aliments fermentés et fermentations alimentaires. *Tec & Doc, Lavoisier*. Paris. 432-704.
- **Buist G., Venema G et Kok J., 1998.** Autolysis of *lactococcus lactis* influenced by proteolysis, *Journal of Biotechnology*. N°22: 5953-5974.
- **Caplice E et fitzgerald G.F., 1999.** Food fermentations, role of microorganisms in food production and preservation. *Int .J. Food Microbiol* .50:313-149.
- **Cardamone L., Quiberoni A., Mercanti D.J., Fornasari M.E., Reinheimer J.A et Guglielmotti D.M., 2011.** Adventitious *leuconostoc* strains with interesting technological properties useful for adjunct starters. *Dairy Science & technology*. 91(4):457-470.
- **Carina Audisio M., et Maria C.A ., 2010.** Bactériocin-like substances. Producing by *Lactobacillus selivariussubsp.salivarius* CRL 1384 with anti-Listeria and anti-salmonella effect. *Res. J. Microbio*. 5(7): 667-675.
- **Carr F J ., Chill D et Maida N., 2002.** The lactic Acid bacteria: A Literature Survey. *Critical Rev. Microbiol*, 28(4): 281-370.
- **Cerning J., 1995.** Production of exopolysaccharides by lactic acid bacteria and dairy propionibacteria. *Lait*, 75, 463-472.
- **Champagne C P et Moineau S., 2003.** Production des ferments lactiques dans l'industrie laitière : bactériophages. Ed. *Fondation de gouverneurs*. PP 89-116.
- **Chanokphat Phadungath, 2005.** Casein micelle structure: a concise review. *Journal of Science and technology*, 1(27), 201-212.
- **Chekroun A., and Bensoltane A. 2007.** Nutritional characterization of fermented cow's milk at 45°C by *lactobacillus acidophilus* and bifidobacteria. *Egypt. J. APP .Sc* 22 : (12A),188-202.
- **Chilliard Y et Sauvant D, 1987.** La sécrétion des constituants du lait. In : *INRA-CEPIL*. Le lait, Matière première de l'industrie laitière. Paris. P13-26.

- **Cholet O, 2006.** Etude de l'écosystème fromager par une approche biochimique et moléculaire. *Institut National Agronomique Paris-Grignon. Ecole Doctorale ABIES. UMR de Génie et Microbiologie des Procédés Alimentaires INRA, INA.*16.
- **Cogan T. M., Barbosa M., Beuvier E., Bianchi-Salvadori B., Cocconcelli P. S., Fernandes I. 1997.** Characterization of lactic acid bacteria in artisanal dairy products. *Journal of Dairy Research*, vol. 64, p. 409–421.
- **Collins JC.,Kokelaar A., Rollet-repecaud O et Delacoix-buchet A ., 1991.** Dosage des caséines du lait de vache par électrophorèse et chromatographie liquide rapide d'échange d'ions (FPLC) : comparais des résultats. *Lait*, 71,339-350.
- **Collins M D., Rodrigues U., Ash C., Aguirre M., Farrow J A E., Martinez-Murcia A., Phillips B A., Williams A M and Wallbanks S., 1991.** Phylogenetic analysis of the genus *Lactobacillus* and related lactic acid bacteria as determined by reverse transcriptase sequencing of 16S rRNA. *FEMS Microbiology Letters*. 77(1), 5-12.
- **Collins M D., Samelis J., Metaxopoulos J and Wallbanks S., 1993.** Taxonomic studies on 189 some *leuconostoc*-like organisms from fermented sausages: description of a new genus *Weissella* for the *Leuconostocparamesenteroides* group of species. *J. Appl.Bacteriol.* 75(6), 595-603.
- **Contreras A., Corrales J C et Siera D., 1993.**Caprin eintramamry infection: quality of milk. *Lait*, 73(5-6): 485-488.
- **Corrieu G et Luquet F-M., 2008.** Bactéries lactiques : de la génétique aux ferments. Paris : *TECH & DOC.* P 41-108.
- **Coulibaly I., 2010.** Contribution à l'étude de la résistance au séchage des bactéries lactiques Dissertation originale. Présentée en vue de l'obtention du grade de docteur en science agronomiques et ingénierie biologie. Université de Liège – Gembloux. *Agro-bio Tech.* P49
- **Cuq J.L. 2007.** Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. pp: 20-25.
- **Dahlborn K., Nielson M O etHossaini-Hilali J., 1997.** Mechanisms causing decreased milk production in water deprived goats. *CIHEAM, options Méditerranéennes*, 74,199-202.
- **Deguchi Y et Morishita T., 1992.**Nutritional Requirements in Multiple Auxotrophic Lactic Acid Bacteria: Genetic Lesions Affecting Amino Acid Biosynthetic Pathways in *LactococcusLactis*, *Enterococcus faecium*, and *Pediococcusacidilactici*. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*. 56(6), 913-918.
- **Dellaglio F., de Roissard H., Torriani S., Curk M C et Janssens D., 1994.** Caractéristiques générales des bactéries lactiques. In : Bactérie lactiques (De Roissard H. et Luquet F.M.). *Lorica, Uriage.* 1 : 25-116.
- **De Roissart H, 1986,** les bactéries lactiques : lait et produit laitier vache, brebis, chèvre. Vol : III. Ed :*APRIA*.
- **De Roissart H et luquet F M., 1994.** les bactéries lactiques. *Uriage, Lorica, France*, vol. pp.1-286.
- **Desjeux J F, 1993.** valeur nutritionnelle du lait de chèvre. *Lait.* 73 :573-58.

- **Desmazeaud M.1983.** L'état des connaissances en matière de nutrition des bactéries Lactiques. Current state of research on lactic acid bacteria nutrition. *Le Lait*. 63(629-630), 50.
- **Devriese L. A. et Pot , B. 1995.** The genus *Enterococcus*. In *The Genera of lactic Acid Bacteria*, Edited by wood B.j.B et Holzappel W.H. London: Blackie academic et Professional.pp.327-367.
- **Devriese P., Cole R., Dankert J., Frosch MandVanputen P.M., 2002.** *Molecular Microbiology*. 27(6): 1203-1212.
- **De Vuyst L et Leroy F., 2007.** Bacteriocins from lactic acid bacteria: production, purification, and food applications. *Mol. Microbiol. Biotechnol*. 13: 194-199.
- **Donkor O.N., Henriksson A., Vasiljevic T et Shaha N.P., 2007.** Proteolytic activity of dairy lactic acid bacteria and probiotics as determinant of growth and in vitro angiotensin converting enzyme inhibitory activity in fermented milk. *INRA, EDP Sciences*. 86: 21-38.
- **Dortu C et Thonart P., 2009.** Les bactériocines des bactéries lactiques : caractéristiques et intérêts pour la bioconservation des produits alimentaires. *Biotechnol. Agron. Soc. Env*. 13(1) : 143-154.
- **Doyon A, 2005.** Influence de l'alimentation sur la composition du lait de chèvre : revue des travaux récents ; Colloque sur la chèvre, *CRAAQ*, 7 Octobre, Québec, Canada.
- **Egon B.H, 2002.** Commercial bacterial starter cultures for fermenting foods of the future. *International Journal of Food Microbiology*, 78, pp.119–131.
- **El soda M., Madkor S.A et Tong P.S. 2000.** Adjunct culturing recent developments lactic strain and enrichment procedure enhances the performance of bacteriocinogenic *Lactococcus lactis* meat fermented. *Food Microbiol. Res*. 154 :321-331.
- **FEAGAS, 2010.** Federación Española de asociaciones de ganado selecto.
- **Feliachi K, 2003.** Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales: Algérie. *Commission générale AnGR, Point focal algérien pour les ressources génétiques*. Octobre 2003, 29-30p.
- **Francois Z.N. N., Florance F.A., Paul M.F., Felicitet M., EL Soda M., 2007.** Biochemical properties of some thermophilic lactic acid bacteria strains from traditional fermented milk relevant to their technological performance as starters cultures. *Biotechnol*, vol.6, n°1, p. 14-21.
- **Franz C.M.A.P and Stiles M.E, 2003.** Enterococci in foods - a conundrum for food safety. *International Journal of Food Microbiology*. Functional and Safety Aspects, vol. 88, p. 105 122.
- **Fox Patrick F. (2003).** *Advanced dairy chemistry*. Applied Science. 1(1), 141-190.
- **Foulquié-Moreno MR., Sarantinopoulos P Tsakalidou E et De Vuyst L., 2006.** The role and application of enterococci in food and health. *International journal of food Microbiology*. 106:1-24
- **Ftlq, 2002.** *Science et Technologie du lait*. Fondation de Technologie Laitière du Québec Inc. Ed, Presses Internationales Polytechnique, Québec, Canada, pp. 28-44.
- **Gerrit S., Bart A.S. et Wim J.M.E., 2005.** Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavor profiling of cheese products. *FEMS. Microbiol. Rev*. 29 : 591-610.
- **Gnanda IB., Zoundi JS., Nianogo AJ., Le Masson A et Meyer C., 2006.** Performances laitiers et pondérales de la chèvre du sahel Burkinabé en régime complémenté basé sur

- l'utilisation des ressources alimentaires locales. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaires*, 58(3), 175-182.
- **Goursaud J, 1985.** Le lait de vache, composition et priorité physico-chimiques. In : lait et produits laitiers vache- brebis- chèvre. (tome 1) .*Ed. Masson*, Paris, p : 25-36.
 - **Guessas B et Kihal M., 2004.** Characterization of lactic acid bacteria isolated from Algerian arid zone raw goats' milk. *Africain J.Biotechnol.* 3(6) :339-342
 - **Guiraud J P,1998.** Microbiologie alimentaire. *Ed. Dunod*, Paris.
 - **Guiraud J.P, 2003.** Microbiologie Alimentaire. *Tec & Doc, Dunod*. Paris. 90-292.
 - **Guiraud J.P et Rosec J.P., 2004.** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. AFNOR. 237-251.
 - **Haddie J.M., 1986.** Other streptococci. In :Bergey's manual of systematic bacteriology (Sneath P.H.A., Mair N.S., Sharpe M.E., Holt J.G.W. et Baltimore W.). 1 : 1070.
 - **Hadef. S, 2012 .** Evaluation des aptitudes technologiques et probiotiques des bactéries lactiques locales, *Mémoire en vue de l'Obtention du Diplôme de Magister*, Université Kasdi Merbah-Ouargla.32p.
 - **Hassaine O, 2013.** Caractéristiques d'intérêts technologiques de souches de bactéries lactiques isolées de lait camelin du sud algérien. Thèse de doctorat en biotechnologie : l'université d'Oran-Essenia, p. 57-102.
 - **Hassaine O., Zadi-Karam H. et Karam N.E., 2007.** Technologically important properties of lactic acid bacteria isolated from raw milk of three breeds of Algerian dromedary (Camelus dromedarius). *Afr. J. Biotechnol.* 6 (14) : 1720-1727.
 - **Hassan A N et Frank J F., 2001.** Starter cultures and their use. In: *Applied Dairy Microbiology* (Marth E.H. et Steele J.L.) 2^{ème} Ed. Marcel Dekker, Inc. New York. 151-205.
 - **Ho T.N.T., N. Tuan N., Deschamps A. et Caubet R., 2007.** Isolation and identification of lactic acid bacteria (LAB) of the Nem Chua fermented meat product of Vietnam. *Int. Workshop on Food Safety and Processing Technology*. 134-142.
 - **Hogg T, 2005.** Essential microbiology. John wiley&sons. *Ltd*. 188-190.
 - **Holzappel W.H et Gerber E.S. 1983.** Lactobacillus heterofermentative species producing l(+) lactate. *Syst. Appl. Microbiol*, vol. 4, p. 522-534.
 - **Holzappel W H., Haberer P., Geisen R., Björkroth J et Schillinger U., 2001.** Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition. *Am. J. Clin. Nutr.* 73(2 Suppl), 365S-373S.
 - **Hikmate, A., Benomar, N., Antonio, C., Caballero, N., Miguel, Á. F.F., Pérez-Pulido, R. Gálvez, A. (2012).** Characterization of lactic acid bacteria from naturally-fermented Manzanilla Aloreña green table olives. *Food Microbiology*, 32:308-316 .
 - **Idoui T., Boudjerda J., Leghouchi E. et Karam N.E., 2009.** Lactic acid bacteria from "Sheep's Dhan", a traditional butter from sheep's milk: Isolation, identification and major technological traits. *Gr. Y. Aceites*. 60(2) : 177-183.
 - **Jaubert G, 1997.** Biochemical characteristics and quality of goat milk. *CIHEAM, options Méditerranéennes*, 25, 71-74.

- **Joyandeh H et Abroumand A., 2010.** Physico-chemical, nutritional, heat treatment effects and dairy product aspects of goat and sheep milks. *WordsApplied Science Journal*. 11(11), 1316- 1332.
- **Kebchaoui J. (2013).** Le lait compositions et propriétés. 37 p.
- **Kadi S. A., Hassini F., Lounas N. et Mouhous A. 2013.** Caractérisation de l'élevage caprin dans la région montagneuse de Kabylie en Algérie. R.
- **Khedid, K., Faid, M., Mokhtari, A., Soulaymani, A ET Zinedine, A.(2006).** Characterization of lactic acid bacteria isolated from the one humped camel milk produced in Morocco. *Microbiol. Res.* 10 : 10-16. bacteria and yeast .
- **Khalid N.M. et Marth E.H., 1990.** Lactobacilli, their enzymes and role. In: Ripening and spoilage of cheese. *Rev. Dairy Sci.* 73: 158-167.
- **Khelifi Y, 1997.** Les productions ovines et caprines dans les zones steppiques algériennes, *CIHEM options méditerranéennes*, 245-246 p.
- **Kihal . M, (1996).** Etude de la production du dioxyde de carbone par *Leuconostoc mesenteroides*, élément d'application en technologie fromagère type fromage bleu *thèse de Doctorat d'Etat*, Université d'Oran.
- **Kihal.M., Prevost., Henni D.E., Benmechernene. Z et Divies C. 2007.** Carbon dioxide production by *Leuconostoc mesenteroides* Grown in single and mixed culture with *Lactococcus lactis* in skimmed milk. *World Journal of dairy & food Science* 2(2): 62-68.
- **Kumar A., Augustine D., Mehta A., Dinash K.R., viswam D et Philip R. 2012.** *Leuconostoc garlicum* : an unusual pathogen in the Era of vancomycin therapy. *The Indian journal of Chest Diseases & Allied science.* 45: 127-130.
- **Kumari A., Makeen K., Garg A.P., Marotta F., Gupta C. et Divya., 2009.** Effet of the bacteriocin produced by *Lactococcus lactis subsp. lactis* CCSUB202, on mode of action of *Lactococcus lactis subsp. lactis* MTCC3038. *Int. J. Prob. Preb.* 4(3) : 1-6.
- **Labioui H., Elmoualdi L., El Yachioui M. et Ouhssine M., 2005.** Sélection de souches de bactéries lactiques antibactériennes. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux.* 144 : 237-250.
- **Lamontagne Michel Claud P., Champagne J., Reitz A., Sylvain M., Nancy G., Maryse L., Julie J. et Ismail F. 2002.** Microbiologie de lait. Science et technologie de lait. *Ecole polytechnique de Montréal.*
- **Leclerc H., Gaillard F L. et Simonet M., 1994.** Les grands groupes de bactéries. In : Microbiologie générale : la bactérie et le monde microbien. *DOIN.* Paris. 445.
- **Le Jaouen J C., Remeuf F et lenoir j. 1990.** Données récentes sur le lait de chèvre et les fabrications des produits laitiers caprins. *XXIII International Dairy Congress*, Octobre, 8-12, Montréal, Québec.
- **Le Mens P., 1985.** Le lait de chèvre : propriétés physico-chimique, nutritionnelles et chimique. In : lait et produits laitiers, vache, chèvre, brebis, de la mamelle à la laiterie. Tome 2. Paris : *technique et documentation Lavoisier.* pp: 354-367.
- **Laurent, S. 1998.** Manuel de bactériologie alimentaire. *Poly technica Paris.* 307 pages.
- **Larpent J.P et Larpent G.M., 1990.** Mémento technique de Microbiologie. *Tec et doc, Lavoisier, Paris.*
- **Leroy F. et De Vuyst L., 2004.** Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Tre. FoodSci. Technol.* 15 : 67-78.

- **Leveau J Y et Bouix, M., 1993.** Les levures. Dans : Microbiologie industrielle, les micro-organismes d'intérêt industriel. Eds. Tech. et Doc. *Lavoisier*. Paris, pp : 2-39.
- **Lopez Mb., Luna A., Laencina J et Falagan A., 1999.** Cheese-making capacity of goat's milk during lactation: influence of stage and number of lactations. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 1105-1111.
- **Liu S.Q., Holland R., Crow V L., 2001.** Purification and properties of intracellular esterases from *Streptococcus thermophilus*. *International Dairy Journal*, vol. 11, p. 27-35.
- **Madani T., Yakhlef H et Abbache N., 2003.** Les races bovines, ovines, caprines et camelines. Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture en Algérie, Alger 22-23/01/2003. *Recueil des Communications Atelier N°3 «Biodiversité Importante pour l'Agriculture» MATEGEF/PNUD Projet ALG/97/G31*, 2003, p : 44-51.
- **Madani T, 2000.** L'élevage caprin dans le Nord Est de l'Algérie. Gruner L et Chabert Y (Ed). *INRA et Institut de l'Elevage Pub, Tours 2000. Actes de la 7 ème Conférence Internationale sur les Caprins*, Tours (France) 15-21/05/2000, 351-353.
- **Mahe MF., Manfredi E., Ricordeau G., Piacere A et Grosclaude F., 1993.** Effets du polymorphisme de la caséine $\alpha S1$ caprine sur la performance laitiers : Analyse intradescendance de boucs de race Alpine. *Genetic Science and Evolution*, 26,151-157.
- **Mahé S, 1996.** Valeur nutritionnelle du lait en alimentation Humaine. *Colloques Inra*, 7 novembre, Paris, France.
- **Mahaut M., Jeantet R., Schuck P., Brule G. 2000.** Les produits industriels laitiers. Ed, TEC & DOC, Lavoisier, paris, pp. 2-14.
- **Mami A. 2013.** Recherche des bactéries lactiques productrices de bactériocines à large spectre d'action vis-à-vis des germes impliqués dans les toxi-infections alimentaires en Algérie. Thèse de doctorat. Université d'Oran.176p.
- **Mannu L., Comunian R., Scintu M. F. 2000.** Mesophilic lactobacilli in Fiore Sardo cheese: PCR-identification and evolution during cheese ripening. *International Dairy Journal*, vol.10, p. 383-389.
- **Marshall V.M., Rawson H.L. 1999.** Effects of exopolysaccharides-producing strains of thermophilic lactic acid bacteria on the texture of stirred yoghurt. *International journal of food science and technology* 34:137-143.
- **Marshall K, 2004.** Therapeutic applications of whey protein. *Alternative. Medicine Review*, 2, 136-156.
- **Martin P. 1996.** La composition protéique du lait de chèvre : ses particularités. Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Actes du colloque : Le lait de chèvre, un atout pour la santé. INRA, Niort, France, pp. 9-26.
- **Mayeux J.V., Sandine W.E et Elliker P.R., 1962.** A selective medium for detecting *Leuconostoc* in mixed-strain starter cultures. *J. Dairy Science*, 45:655-656.
- **Mäyrä-Mäkinen A. et Bigret M., 2004.** Industrial use and production of lactic acid bacteria. In: *Lactic acid bacteria: microbiology and functional aspects* (Salminen S., Wright A.V. et Ouwehand A.). 3e Ed., Marcel Dekker, Inc. New York. 73-102.
- **Metchnikoff E., 1908.** The prolongation of life. *G.P. Putnam's sans N.Y.*, 1st édition.

- **Meza-Nieto M A., Vallejo-Cordoba B., Gonzalez-Cordova A F., Felix L. and Goycoolea M. 2006.** Effect of β -lactoglobulin A and B whey protein variants on the rennet-induced gelation of skim milk gels in model reconstituted skim milk system. *Journal of Dairy Science*, 90, 582-593.
- **Monnet V., Latrille E., Béal C. et Corrieu G., 2008.** Croissance et propriétés fonctionnelles des bactéries lactiques. In : *Bactéries lactiques de la génétique aux ferments* (Corrieu G. et Luquet F.M.). Tec & Doc, Lavoisier. Paris. 512-592.
- **Morgnan F., Bodin J-P et Garborit P., 2001.** Lien entre le niveau de lipolyse du lait de chèvre et la qualité sensorielle des fromages au lait cru ou pasteurisé. *Lait*, 81,743-756.
- **Moustaria A. 2008.** Identification des races caprines des zones arides en Algérie. *Revue des régions arides* .21 : 1378-1382.
- **Mozzi F., Raya R R et Vignolo G M., 2010.** Biotechnology of lactic acid bacteria: novel Applications. *Blackwell. Publishing* .13.
- **Novel G, 1993.** Les bactéries lactiques in “Microbiologie industrielle” les microorganismes d’intérêt industriel. Ed. Leveau G.V., Bouix M. *technique et documentation Lavoisier*. Paris. pp 171-215.
- **Ogunbanwo S.T., Sanni A.I., et Onilude A.A., 2003.** Characterization of bacteriocin produced by *Lactobacillus plantarum* F1 and *Lactobacillus brevis* OG1. *African.J. Biotechnol.* 2(8) : 219-227.
- **Ott R., Vije T., Ten Brink B., Mont B. et Konings W.N. 1997.** Energy metabolism in *Streptococcus cremoris* during lactose starvation. *Archives of Microbiology*. 141:348-352;
- **Park Y.W. 2012.** Goat milk and human nutrition. Proceeding of the 1st Asia Dairy Goats conference, Kuala Lumpur, Malaysia, 9-12 April 2012.
- **Penaud, 2006.** Analyse de la séquence génomique et étude de l’adaptation à l’acidité de *Lb. delbrueckii* sp. *Bulgaricus* ATCC 11842. Thèse de Doctorat. *Institut National Agronomique de Paris-Grignon*.
- **Pilet M F., Magras C et Federighi M., 2005.** Bactéries lactique. In: bactériologie alimentaire (Federighi M) .2^{ème} Ed., *Economica*. 219-240. *Polysis. Agric.biol. chem.* 9(11):2115-2122.
- **Pilet M.F., Magras C., Federighi M., 1998.** Bactéries lactiques. In : Manuel de bactériologie alimentaire (Sutra L., Federighi M., Jouve J.L.). *Polytechnica*. Paris. 235-260.
- **Petry S., Furlana S., Waghornec E., Saulnier L., Cerning J., Maguin E. 2003.** Comparison of the thickening properties of four *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* strains and physicochemical characterization of their exopolysaccharides, *FEMS Microbiol Letter*, vol. 221, p. 285-291.
- **Remeuf F., Lenoir J et Duby C., 1989.** Etude des relations entre les caractéristiques Physico-chimiques des laits de chèvre et leur aptitude à la coagulation par la présure. *Lait*, 69, 499-518.
- **Roudj S., Bessadat A et Karam N.E. 2005.** Caractérisations physico-chimiques et analyse électrophorétique des protéines de lait de chèvre et de lait de vache de l’Ouest algérien. *Rencontres Recherches Ruminants*, 12,400.

- **Roudj S., Belkheir K., Zadi-Karam H. et Karam N.E., 2009.** Protéolyse et autolyse chez deux lactobacilles isolés de lait camelin du Sud-Ouest Algérien. *European. J. Sci. Res.* 34 (2) : 218-227.
- **Ricordeau G et Lauvergne J J.1971.** : Déterminisme héréditaire de la couleur blanche de la chèvre Saanen. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, 3 (4), 425-432.
- **Säde E., 2001.** *Leuconostoc* spoilage of refrigerated foods. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de docteur en médecine vétérinaire. Université d'Helsinki. P 15.
- **Salminen S., Wright A.V and Ouwehand A, 2004.** Lactic acid bacteria: Microbial and Functional Aspects, 3^e Ed., New York: Marcel Dekker, Inc. 515-530.
- **Savoy de Giori G. et Hébert M., 2001.** Methods to determine proteolytic activity of lactic acid bacteria. *Methods in biotechnology*, Vol. 14: *Food Microbiol. protocols. Humana Press.* Totowa. 197-202.
- **Schleifer K.H., 1987.** Recent changes in the taxonomy of lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Letters.* 46: 201-203.
- **Schleifer, K.-H., Ehrmann, M., Beimfohr, C., Brockmann, E., Ludwig, W., Amann, R., 1995.** Application of molecular methods for the classification and identification of lactic acid bacteria. *International Dairy Journal.* 5(8), 1081-1094.
- **Schirch V., Hopkins S., Villar E. and Angelaccio S. 1985.** Serine hydroxymethyltransferase from *Escherichia coli*: purification and properties; *J. Bacteriol.* 163: 1-7
- **Serhan M., Cailliez-Grimal C., Borges F., Revol-Junelles A.M., Hosri C. et Fanni J., 2009.** Bacterial diversity of Darfiyeh, a Lebanese artisanal raw goat's milk cheese. *Food Microbiol.* 26: 645-652.
- **Serna L et Rodriguez A ., 2006.** Lactic acid production by a strain of *Lactococcus lactis subsp. lactis* isolated from sugar cane plants. *Electronic of Biotechnology.* 9 (14): 4-45.
- **Shirai K., Guerrero I., Huerta S., Saucedo G., Castillo A.O., Gonzalez R., George M. 2001.** Effect of initial glucose concentration and inoculation level of lactic acid bacteria in shrimp waste ensilage. *Enzyme and Microbial Technology*, p. 446-452.
- **Sina L, 1992.** Contrôle de qualité du lait et des produits laitiers fabriqués par la SOCA. *Th. Méd. Vét. EISMV, Dakar,* 33, 223.
- **Soustre Y, 2007.** Les qualités nutritionnelles du lait et des fromages de chèvres. *Maison du lait. Questions sur n°23 Mai-Juin.*
- **ST-Gelais D D., Ould-baba A M et Turcot S M., 1999.** Composition du lait de chèvre et aptitude à la transformation. *Agriculture et Agro-alimentaire, Canada,* 1-33.
- **Steijns, J. N. 2008.** Dairy products and health: Focus on their constituents or on the matrix? *Int. Dairy,* 18:425-435.
- **Stiles M E et Holzapfel W H., 1997.** Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *Int. J. Food Microbiol.* 36: Acidification improves cryotolerance of *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*. *CFII. J Biotechnol.* 128: 659-667.
- **Tamime A.Y., 2002.** Microbiology of starter cultures. In: *Dairy microbiology handbook* (Robinson R.K.). 3^e Ed., John Wiley and Sons, Inc., New York. 261-366.

- **Thapa N., Pal J., Tamang J. P. 2006.** Phenotypic identification and technological properties of lactic acid bacteria isolated from traditionally fish products of the eastern himalayas. *International J Food Microbiol*, vol. 107, n°1, p. 8-33.
- **Thirabunyanon M., Boonprasom P. et Niamsup P., (2009).** Probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from fermented dairy milks on antiproliferation of colon cancer cells. *Biotechnol. Lett.*, 31:571–576.
- **Topisirovic L., Kojic M., Fira D., Golic N., Strahinic I., Lozo J. 2006.** Potential of lactic acid bacteria isolated from specific natural niches in food production and preservation. *Int J of Food Microbiol*, vol. 112, p. 230-235.
- **Tormos H., 2010.** Diversité des flores microbiennes des laits crus de chèvres et facteurs de variabilité. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de docteur en pathologie, toxicologie, génétique et nutrition. Université de Toulouse. p 28,31-34.
- **Tosukhowong A., Nakayama J., Mizunoe Y., Sugimoto S., Fukuda D. et Sonomoto K., 2005.** Reconstitution and function of *Tetragenococcus halophilachaperonin* 60 tetradecamer. *J. Biosci. Bioengin.* 99 : 30-37.
- **Trujillo AJ., Casals I et Guamis B., 2000.** Analysis of major Caprine milk proteins by reverse-phase high-performance liquid chromatography and electrospray ionization-mass spectrometry. *Journal of Dairy Science*, 83, 11-19.
- **Vandamme P., Pot B., Gillis M., de Vos P., Kersters K et Swings J., 1996.** Polyphasic taxonomy, a consensus approach to bacterial systematics. *Microbiol. Rev.* 60(2), 407-438.
- **Varnam A.H. et Sutherland P. 2001.** Milk and Milk Products: Technology, Chemistry, and Microbiology. *Volume 1 Food products series. An Aspen Publication.* New York. pp: 35-37.
- **Veinoglou B., Baltadjieva M., Kalatzopoulos G., Stamenova V et Papadopoulou E., 1982b.** la composition du lait de chèvre de la Plovidiv en Bulgarie et d'Ionnina en Grèce. *Lait*, 62,155-165.
- **Vignola C L., Michel J C., Laquin P., Moineau M., Poulion M et Simpson R., 2002.** Science et technologie du lait : transformation du lait. *technique et documentation Lavoisier.* 600p.
- **Von Wright A et Axelsson L. 2012.** Lactic Acid Bacteria: An Introduction. Dans : LAHTINEN S., OUWEHAND A.C., SALMINEN S., VON WRIGHT A. *Lactic acid bacteria Microbiological and functional aspects.* 4^{ème} édition. Taylor and Francis Group, p.2-14.
- **Vuillemard J.C, 1986.** Microbiologie des aliments. Evolution de l'activité protéolytique des bactéries lactiques. *Tec & Doc, Lavoisier.* Paris. 3 : 1-65.
- **Walter J., Hertel, C., Tannock, GW., Lis, C.M., Munro, K and Hammes, W.P 2001.** Detection of *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, and *Weissella* species in human feces by using group-specific PCR primers and denaturing gradient gel electrophoresis. *Appl. Environ. Microbiol.*, 67 :2578-2585.
- **Walstra P., Geurts T.J., Noomen A., Jellema A., Van Boekel M.A.J.S.1999.** Dairy technology, principles of milk properties and processes. Food science and technology. New York-Basel: Marcel Dekker Inc, p. 325-515.
- **Welman A.D., Maddox I.S., 2003.** Exopolysaccharides from lactic acid bacteria perspectives and challenges. *Trends in Biotechnology*, vol. 21, p. 269-274.
- **Yvon M. 2006.** Key enzymes for flavor formation by lactic acid bacteria Australian. *Journal of Dairy Technology*, vol. 61, n°2, p. 89-96.

- **Zadi-Karam H, 1998.** Bactéries lactiques isolées de lait de Camelus Dromedarius: Étude microbiologique et biochimique, caractéristiques technologiques, élaboration de ferments lactiques mésophiles et fabrication de fromages. *Thèse de Doctorat d'État* : Université de Constantine : Algérie, p. 205.
- **Zeller B, 2005.** LE fromage de chèvre : Spécificités technologiques et économiques, *thèse de Doctorat de l'université Paul-sabatier*, Toulouse, France.

Annexes

Annexe 1:

Composition des milieux de culture :

Milieu MRS : (pH= 6,5) (De Man, Rogosa et Sharp, 1960)	
Peptone	10g
Extrait de viande	10g
Extrait de levure	5g
Glucose	20g
Tween 80	1ml
Phosphate dipotassique	2g
Acétate de sodium	5g
Citrate d'ammonium	2g
Sulfate de magnésium, 7H ₂ O	0,2g
Sulfate de manganèse, 4H ₂ O	0,5g
Agar-agar	15g
Eau distillée qsp	1000ml
Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 15min	

Milieu M17 : (pH=7,1) (Terzaghi et Sandine,1975)	
Extrait de viande	5g
Extrait de levure	2,5g
Tryptone	5g
Peptone papainique	2,5g
Peptone pepsine de viande	5g
Acide ascorbique	0,5g
Lactose	5g
Glycérophosphate de sodium	19g
Mg SO ₄	0,25g
Agar-agar	15g
Eau distillée qsp	1000m
Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 15min	

Milieu MSE : (pH= 6,9) (Mayeu, Sandine & Elliker)	
Tryptone	10g
Gelatine	2,5g
Extrait de levure	5g
Saccharose	100g
Glucose	5g
Citrate de sodium	75g
Azide de sodium	0,075g
Agar-agar	15g
Eau distillée qsp	1000ml
Stérilisation par autoclavage à 110°C pendant 20min	

Milieu PCA-lait : (pH= 7,2) (Gemelas et., 2013)	
Tryptone	5g
Extrait de levure	2,5g
Glucose	1g
Poudre de lait écrémé (0%)	1g
Agar-agar	15g
Eau distillée qsp	1000ml
Stérilisation par autoclavage à 115°C pendant 20 min	

Milieu clarck & Lubs : (pH= 7,5) (Guiraud,2003)	
Peptone trypsine	5g
Glucose	2g
Phosphate bipotassique	10g
Eau distillée qsp	1000ml
Stérilisation par autoclavage à 121°C pendant 20 min	

Bouillon hypersalé – Naylor & Sharp : (pH= 7,2) (Sherman, 1937)	
Extrait de viande	5g
Glucose	5g
Peptone	15g
NaCl	65g
Eau distillée qsp	1000ml
Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 20 min	

Gélose aux triglycérides : (pH= 6,5) Guiraud, 2003	
Peptone	5g
Extrait de levure	3g
Triglycérides	10 mL
Agar-agar	15g
Eau distillée qsp	1000mL
Stérilisation par autoclavage à 110°C pendant 15 minutes	

Annexe 2 :

Tableau 10 : Souches sélectionnées pour l'étude technologique

Souches	Genres
N1	ND
N2	ND
We	Weissella
Lac1	<i>Lactococcus</i>
Lac2	<i>Lactococcus</i>
Lac3	<i>Lactococcus</i>
Lac4	<i>Lactococcus</i>
Leu1	<i>Leuconostoc</i>
Leu2	<i>Leuconostoc</i>
Leu3	<i>Leuconostoc</i>
Ent1	<i>Enterococcus</i>
Ent2	<i>Enterococcus</i>