

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة المسيلة
UNIVERSITE DE M'SILA



MEMOIRE

Présenté

A LA FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

Pour obtenir

Le Diplôme des Etudes Supérieures en Biologie (DES)

OPTION : **MICROBIOLOGIE**

Par

BENGHANEM.N, NAILIA, BOUDJELLAL.S, SAADAOUIS

THEME :

Etude bibliographique sur les bactéries lactiques dans l'industrie laitière

GUETOAUCHE.M

M.A. Classe A

Encadreur

DJELLILETE.M

M.A. Classe A

Examineur

Promotion : 2010/2011

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

Nous tenons avant tout à remercier dieu tout puissant de nous avoir donné la force et la volonté pour achever ce modeste travail.

Nos remerciements vont également à notre promoteur M GÜETOUACHE Mourad qui nous ont toujours accueilli à bras ouverts et à tout moment, de nous avoir assisté le long de la réalisation du travail, qu'il trouve ici nos sincères gratitude et nos profondes reconnaissances pour tous les efforts qui ont déployé dans ce sujet, ainsi que de leur compréhension et de leur patience.

Plus spécialement, un grand merci à notre examinateur DJLILLETE.M et aussi au chef de département de biologie monsieur SARI Madani, et monsieur HENDEL N.

Enfin , mes remerciements à toute notre promotion Microbiologie 2011 et à tous les enseignement de département de Biologie.

Merci

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	01
<i>CHAPITRE I : généralité sur les bactéries lactiques</i>	
I-1. Définition des bactéries lactiques	02
I-2. Structure générales des bactéries lactiques.....	02
I-3. Physiologie et métabolisme.....	02
I-4. Les caractéristiques des bactéries lactiques.....	05
I-4.1. Les caractères généraux des bactéries lactiques.....	05
I-4.2. Les caractères morphologiques, culturaux et biochimiques.....	05
I-4.2.1. Lactobacillus.....	06
I-4.2.2. Lactococcus.....	06
I-4.2.3. Leuconostoc.....	06
I-4.2.4. Pédiococcus.....	06
I-4.2.5. Streptococcus.....	06
I-4.2.6. Bifidobactérium.....	07
I-4.3. Les caractères technologiques.....	07
I-4.3.1. La production des bactériocines.....	07
I-4.3.2. Production d'aromes	07
I-4.3.3. Production d'exopolysaccharides.....	07
I-4.3.4. Caractères probiotiques.....	08
I-4.3.5. L'activité acidifiante	08
I-4.3.6. L'activité protéolytique.....	08
I-5. La classification des bactéries lactiques.....	09
I-6. Nutrition et écologie.....	10
<i>CHAPITRE II : Le lait</i>	
II-1. Définition de lait.....	11
II-2. Composition biologique de lait.....	11
II-2.1. La matière grasse.....	11
II-2.2. Les protéines	11
II-2.3. Le lactose.....	12
II-2.4. Les sels.....	12
II-2.5. Les vitamines.....	13
II-3. La variabilité de la composition.....	14

II-4. Les flores originales de lait.....	15
II-5. Les enzymes de lait.....	15
II-5.1. La plasmine.....	15
II-5.2. La lipoprotéine lipase.....	16.
II-5.3. Autres enzymes de lait.....	16
II-6. Les différents types de lait.....	17

CHAPITRE III : *les produits laitiers*

III-1. La fabrication de fromage.....	17
III-1.1. Définition de fromage.....	17
III-1.2. Le principe de fabrication.....	17
III-1.3. Les différentes étapes du fabrication de fromage.....	17
III-1.3.1.Mécanisme de l'égouttage.....	18
III-1.3.1.1. Etude théorique de l'égouttage.....	18
III-1.3.1.1.1. Egouttage sous lactosérum.....	18
III-1.3.1.1.2. Egouttage en moules	19
III-1.3.2. Le salage de fromage.....	19
III-1.3.2.1. Teneur en sel de fromage.....	19
III-1.3.2.1.1 Rôle de salage	20
III-1.3.3. L'affinage, un processus biochimique complexe.....	21
III-1.4. Les différents types de fromage.....	21
III-1.4.1. Fromage à pâte fraîche.....	21
III-1.4.2. Fromage à pâte fraîche filée.....	21
III-1.4.3. Fromage fondue.....	21
III-1.4.4. Fromage à pâte persillée.....	21
III-1.4.5. Fromage à pâte molle à croute lavée.....	22
III-1.4.6. Fromage à pâte molle à croute fleurie.....	22
III-1.4.7. Fromage à pâte pressé cuite.....	22
III-1.4.8. Fromage à pâte pressé non cuite.....	22
III-1.5. Rôles des bactéries lactiques dans la fabrication fromagère.....	23
III-2. Fabrication de l'yaourt.....	23
III-2.1. Définition de yaourt	23
III-2.2. Ingrédients.....	23
III-2.2.1. Le lait.....	23
III-2.3. Les ferments de yaourt.....	23

III-2.4. Les types de yaourt.....	24
III-2.4.1. Le yaourt ferme.....	24
III-2.4.2. Le yaourt brassé.....	24
III-2.5. Amélioration des bactéries lactiques.....	26
III-2.6. L'intérêt des bactéries lactiques.....	26
CONCLUSION.....	28
BIBLIOGRAPHIE	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I-1. Principales bactéries lactiques.....	09
Tableau I-2. Habitat des bactéries lactiques.....	10
Tableau II-1. La composition typique de lait de vache.....	12
Tableau II-2. Teneurs de différents laits en certains constituants.....	14.
Tableau III-1. Description du processus de fabrication de yaourt.....	24

LISTES DES FIGURES

Figure I-1. La voie homofermentaires des bactéries lactiques	03
Figure I-2. La voie hétérofermentaires des bactéries lactiques.....	04

LISTE DES ABREVIATION

BL : bactérie lactique

CO₂ : Dioxyde de carbone

PH : potentiel d'hydrogène

ADN : Acide Désoxyribonucléique

ATP : Adinine Tri Phosphate

ADP : Adinine Di Phosphate

H₂O : L'eau

K : Potassium

Na : Sodium

Mg : Magnésium

NaCl : Chlorure de Sodium

T° : Température

Introduction :

Les bactéries lactiques forment un groupe hétérogène composé de coques et de bacilles, dont la principale caractéristique est la production d'acide lactique à partir de la fermentation des sucres. Non pathogènes, ces bactéries à coloration de gram positive (gram +) ont un métabolisme anaérobie facultatif et ne produisent pas de catalase. Les bactéries colonisent des milieux naturels variés tel que la surface des végétaux et les muqueuses des mammifères (intestin , bouches, vagin et surface de la peau). Leur utilisation est apparue , depuis des millénaires , dans la fabrication des aliments comme les fromages , les charcuteries , les boissons fermentées , le pain au levain , les sauces , les saumures , les légumes fermentés , les ensilages etc.

Elles permettent, de part leur métabolisme, d'augmenter la durée de conservation d'origine Des denrées et leur confèrent une saveur et une texture différent .L'isolement des astéries à lactiques à partir de lait de chèvre correspond à un sujet intéressant car peu d'informations sont disponibles dans la littérature sur les microorganismes, ayant une importance technologique isolées à partir de laits de chèvre et brebis.

En Algérie, l'élevage caprin vient en seconde position (14%) après les ovins (26%) . Il se trouve concentré essentiellement dans les zones de montagnes, des hauts plateaux et des région arides.

Il est caractérisé par son adaptation aux conditions climatiques du pays et contribue à la formation de revenu et à la couverture de besoins en lait et viande d'une large couche de la population dans la plupart des zones difficiles (montagnes, hauts plateaux et régions arides).

Au cours de la dernière décennie, la production laitière annuelle est d'environ 1 milliard de litres dont 13% de lait de vache . La transformation du lait de chèvre en Raib, Lben et Jben (fromage traditionnel), le plus souvent de qualité sensorielle variée, se fait par fermentation spontanée.

L'industrie laitière a pris un essor considérable par la sélection des souches de bactéries lactiques . Cette sélection est basée sur la capacité de composés aromatiques, de bactériocines, de production de CO₂, de résistance aux phages et de pouvoir auto lytique. Les caractères technologiques recherchés sont souvent codés par des plasmides entraînant donc une instabilité de ces caractères.

I-1. Définition des bactéries lactiques :

comme toutes les bactéries, les bactéries lactiques sont des micro-organismes vivants et unicellulaires (procaryotes) très répandus dans la nature car se reproduisant rapidement, On les trouve notamment dans le sol mais également dans les litières, les fourrages, sur les mamelles et elles se retrouvent dans le lait pendant la traite ou elles se multiplient rapidement , On peut ainsi en dénombrer jusqu'à million dans un ml de lait , plus généralement les bactéries lactiques se retrouvent partout où il y a de fortes concentrations de glucides , de produits de dégradation des protéines ,de vitamines et peu d'oxygènes ,chez l'homme ,elles sont surtout présentes dans le tube digestif ,elles peuvent résister en milieu relativement acide (pH) ,sont gram- positives ,anaérobies mais aérotolestants [1]

I-2. Structure des bactéries lactiques :

Les bactéries lactiques sont constituées d'une enveloppe, d'un cytosol, et d'une série d'éléments ultrastructuraux internes :les granules intra cytoplasmiques (responsable du stockage de polymère énergétique comme le glycogène), les polyosomes (renfermant de nombreux ribosomes) et de nucléoïde , une structure dense associée à l'ADN chromosomique de la bactéries d'autres éléments structuraux comme un flagelle , une vacuole gazeuse , des pilis , une capsule ou des éléments associés à la sporulation mais ces composants sont absents chez les bactéries lactiques Gram positives.

Elle se compose d'une membrane plasmique superposée d'une épaisse couche de peptidoglycane, leur membrane plasmique est constituée d'une bicouche phospholipidique dépourvue de stérols, elle séquestre les ancres hydrophobes des acides lipotéichoïques, et abrite diverses protéines intégrales.

Le peptidoglycane des bactéries lactiques est associé à des acides téichoïques, à de multiples protéines, à des polysaccharides neutres et est surmonté, chez certaines espèces, d'une couche de protéines assemblées sous forme paracrystalline (HADJAB I et al,2010).

I-3.physiologie et métabolisme :

Bien que toutes les bactéries réalisent la fermentation lactique, On peut les séparer en deux groupes selon le processus de fermentation, les bactéries homofermentaires ont une fermentation simple où l'acide lactique est le seul produit de la fermentation des sucres :

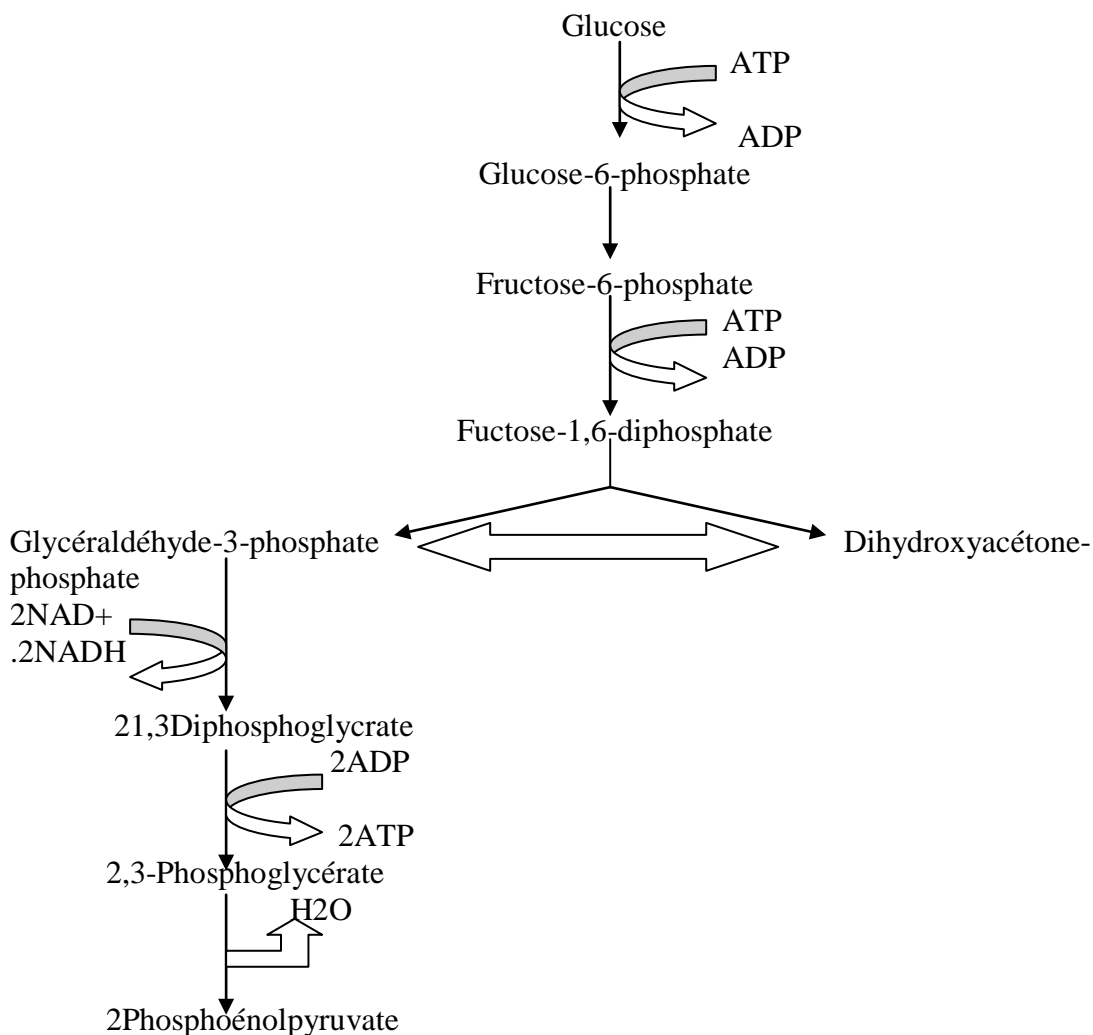


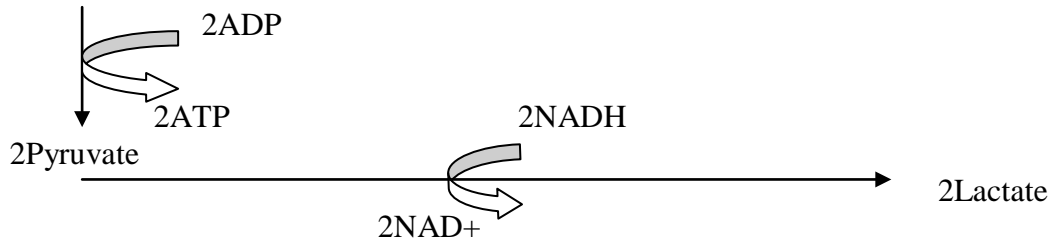
La voie d'Embden- Meyerhof ou voie glycolytique est utilisée dans ce processus, l'acide pyruvique formés est réduit par l'enzyme « lactate déshydrogénase » pour former le produit final caractéristique, l'acide lactique : voie de catabolisme du glucose des bactéries lactiques homofermentaires, ces bactéries utilisent la voie glycolytique pour la formation de pyruvate et la « lactate déshydrogénase » pour produire l'acide lactique comme produit final (**figure I-1**).

Au contraire, les bactéries lactiques hétérofermentaires, produisent de l'éthanol et de dioxyde de carbone en plus de l'acide lactique :



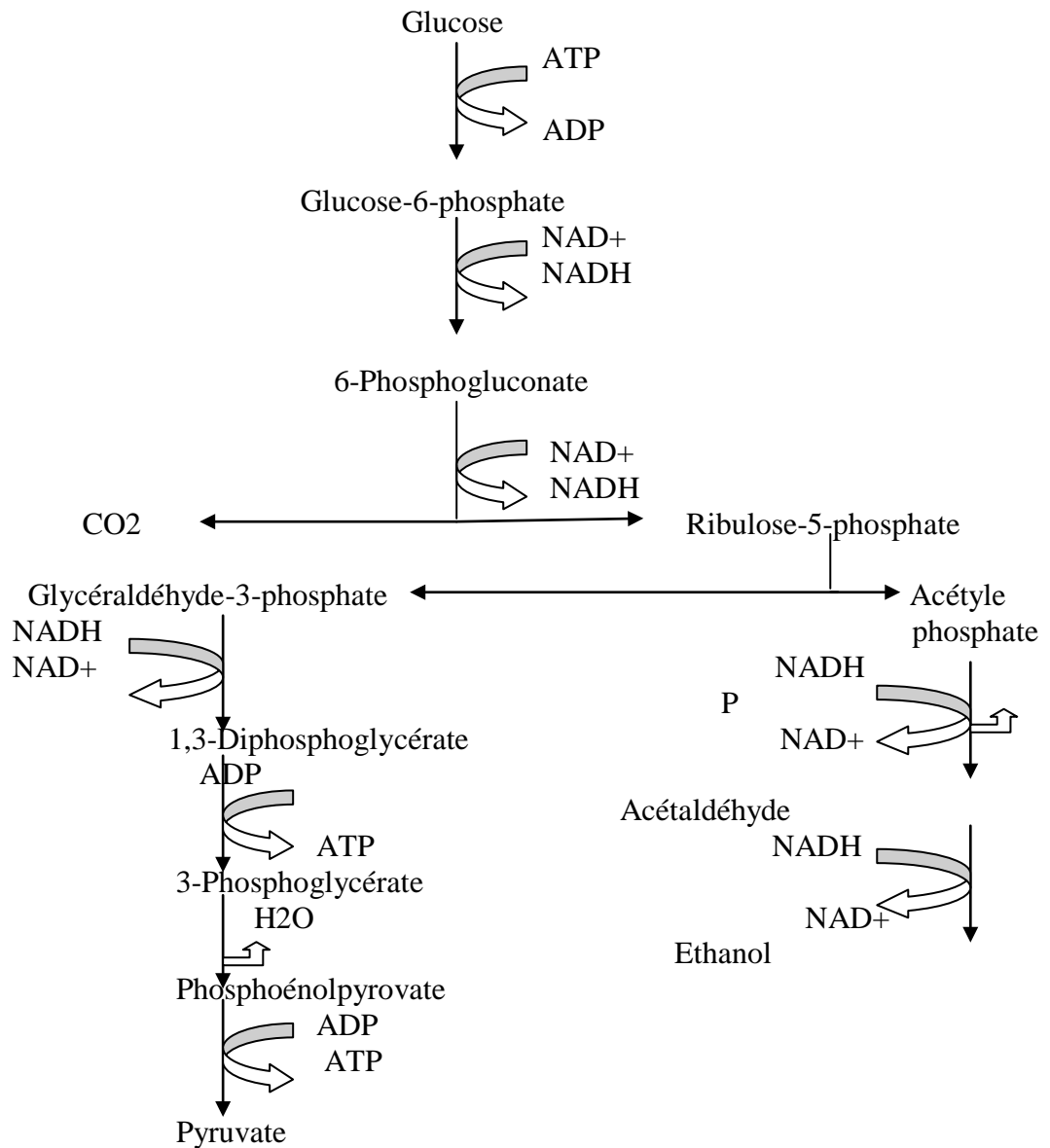
Voie de catabolisme du Glucose des bactéries lactiques hétéro- fermentaires, ces bactéries ne possèdent pas d'aldolase, une enzyme-clé glycolytique, et n'utilisent donc pas la voie de fermentation d'Embden Meyerhof (Jerom J.Perry et al ,2004).





Le pyruvate produit par la glycolyse est converti en lactate par le lactate déshydrogénase

Figure I-1. : la voie homofermentaire des bactéries lactiques .



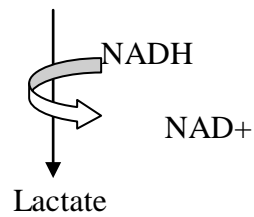


Figure I-2. : la voie Hétérofermentaire des bactéries lactiques .

I-4. caractéristiques des bactéries lactiques :

I-4.1. Les caractères générales des bactéries lactiques :

- Les bactéries lactiques sont des bactéries à gram +, immobiles, asporulées,catalase et oxydase négative,nitrate et réductase négative, anaérobies ou aérotolérantes.
- Les bactéries lactiques sont des cocci ou des bâtonnets.
- Elles ont des besoins complexes en facteurs de croissance:vitamineB, acides aminés, péptides, bases puriques et pyrimidiques.
- Certaines BL ont été isolées de nombreux milieux naturels végétaux et animaux tels que le lait cru, l'environnement, les cavités buccales et vaginales.
- Elles produisent des quantités abondantes d'acides lactiques par fermentation de substances hydrocarbonées.
- Elles se caractérisent par un métabolisme exclusivement fermentaire qui les conduits à produire a partir du glucose des quantités importantes d'acide lactique,accompagné dans certains cas d'autres métabolites(éthanol,co2,autre acides organiques).
- Elles ont une capacité de biosynthèse faible.(Boudjema khaled , 2008).

I-4.2. Caractères morphologiques, cultureux et biochimiques :

Les bactéries lactiques utilisées dans l'industrie laitière sont des micro-organismes de morphologie et de physiologie assez hétérogène qui ont en commun leur aptitude à produire de l'acide lactique en quantité importante à partir de lactose (fermentation lactique).(Andre et al, 1997).

Il existe six genres :

- | | |
|-----------------|-------------------|
| - lactobacillus | - Pediococcus |
| - lactococcus | - Streptococcus |
| - leuconostoc | - Bifidobactérium |

I-4.2.1. lactobacillus :

Il sont saprophytes des végétaux, on les trouve dans les pis et les canaux galactophores, On les trouve aussi dans les cavités intestinales, vaginales et buccales, ce sont des bacilles, leur taille est comprise entre 3 à 5 uM de long et 0,8 à 1 uM d'épaisseur, immobiles, Gram positive, asporulé, acapsulé de coloration homogène

Ce sont des bactéries exigeantes, leur température optimale de 30°C, son pH 6,5, catalase -, glucose + par fermentation lactique (homo-hétérofermentaire) [2].

I-4.2.2. Lactococcus :

Ils sont saprophytes de l'eau et de sol, on les trouve au niveau des glandes mammaires, ce sont des coques, leur taille est comprise entre 1 à 1,1 uM de diamètre, immobiles, Gram positive, asporulé, non capsulé.

Ce sont des bactéries exigeante, leur température optimale de croissance est de 45°C, leurs pH 6,5, catalase -, glucose+ par fermentation lactique [2].

I-4.2.3. Leuconostoc :

Ils sont saprophytes des végétaux, ce sont des coques, immobiles, Gram positive, asporulé, peuvent être capsulé.

Ce sont des bactéries exigeante, leurs température de croissance est de 30°C, leurs pH 6,5, catalase -, glucose+par voie fermentaire [2].

I-4.2.4. Pédiococcus :

Ce sont des germes micro aérophiles à besoin nutritifs complexe leur développement nécessite la présence de différents facteurs de croissance, de nombreuses espèces sont acidophiles et osmophiles, ils contaminent les produits alimentaires d'origines végétales et peuvent aussi causer des altérations (viscosité dans les produits végétaux ex : Olives, et parfois dans la viande et poissons[3].

I-4.2.5. Streptococcus :

Ce sont des coques de taille comprise entre 0,5 à 1u, immobiles, rondes ou ovalaires, disposés en chaînettes, non capsulé, aérobies, anaérobies, mais la majorité des souches pousse mieux en anaérobies relatives ou en atmosphère enrichies en CO₂, non exigeants, ils croissent beaucoup mieux et plus vite sur des milieux enrichis de produits organiques [4]

I-4.2.6. Bifidobactérium :

Anciennement appelée *Lactobacillus bifidus*, ce sont des bacilles à Gram positif, immobiles, non capsulés, non sporulés, anaérobies, ferment les sucres en acide acétique et lactique, on les trouve principalement dans la flore intestinal de nouveau-né .

Ils sont particulièrement bien adapté pour une croissances sur le lait humain, qui contient un disaccharides aminé absent de lait de vache, leur présence entraîne un effet anti-anfectieux au niveau intestinal

Les Bifidubactérium sont phylogénétiquement proche des actinomycètes [5]

I-4.3. Les caractères technologiques :**I-4.3.1. La production des bactériocines :**

Les bactériocines sont des protéines, ou complexes de protéines, avec une activité bactéricide contre les espèces proches de la souche productrice. Les bactériocines représente une large classe de substances antagonistes qui varient considérablement du point de vue de leur poids moléculaire, de leurs propriétés biochimiques, de leur spectre d'action et de leur mode d'action .

Des études montre que les bactéries lactiques sont capables de synthétisé des bactériocines actives non seulement contre d'autres bactéries lactiques, mais également contre d'autres bactéries Gram positive, et selon certains, contre certains bactéries Gram négative, parmi lesquelles ont rencontre des entérobactéries et germes pathogènes [6].

I-4.3.2. Production d'aromes :

Certaines bactéries lactiques sont capables de produire des composés d'aromes qui participent aux qualités organoleptiques des fromages. La plus part des composés d'aromes sont issus du métabolisme du citrate : l'acétoine et diacétyles sont les plus importants [3].

I-4.3.3. Production d'exo polysaccharides :

Certaines souche des bactéries lactiques ont la capacité de synthétiser et d'excréter, au cours de leur croissance, des polymères de sucre appelés polysaccharides exocellulaires ou EPS, qui permettent d'améliorer la texture et la viscosité du produit fini. En générale, la présence de polysaccharide dans des produits fermentés, tels les yogourts, permet d'augmenter l'homogénéité du produit et rend sa présentation plus agréable[3].

I-4.3.4. Caractères probiotique :

Le terme probiotique dérive de deux mots grecs « pro » et « bios » et signifie « en faveur de la vie ». Un probiotique est un micro-organismes vivant qui est lorsqu'il est ingéré en quantité suffisante il exerce un effet positif sur la santé[3].

Les bactéries lactiques sont de plus en plus utilisées en alimentation humain et animale pour leur effet probiotique.

On peut citer ces effets :

* Les bactéries lactiques exercent un effet inhibiteur sur le développement et la synthèse de toxines par autres micro-organismes pathogènes.

* Les bactéries lactiques possèdent des propriétés antitumorales qui pourraient être due à :

- l'inactivation ou l'inhibition des composés carcinogènes dans le tractus gastro-intestinal.

- la réduction des activités enzymatiques des bactéries intestinales telle que la B-glucoronidase, l'azoréductase et la nitroréduction .

* La prévention et traitement des diarrhées dues aux infections gastro-intestinales .

* Certaines souches de bactéries lactiques ont la capacité de déconjuguer sels biliaires : les formes déconjuguées ont un pouvoir inhibiteur plus importants sur le développement des bactéries que les formes conjuguées[3].

I-4.3.5. L'activité acidifiante :

La cinétique d'acidification conditionne au plus haut point les caractéristiques de flaveur et de texture du produit. Cette production d'acide lactique doit donc être la plus régulière possible au cours des différentes fabrications et permettre d'obtenir un caillé ayant des degrés de minéralisation bien définis. L'acidité finale du caillé aura d'autre pH pour permettre aux enzymes libérées par les bactéries lactiques et les micro-organismes d'affinage d'effectuer les dégradations des protéines et des lipides qui donneront leurs caractéristiques propres à chaque type de fromage (André et al ,1997).

I-4.3.6. L'activité protéolytique :

Le système protéolytique des bactéries lactiques est important pour plusieurs raisons :

-il permet la dégradation des caséines du lait pour assurer leur nutrition azotée car certains acides aminés essentiels ne sont pas synthétisés par les bactéries lactiques et le taux de ces acides aminés libres dans le lait est trop faible pour assurer leur croissance .

- il intervient au cours de l'affinage et contribue au développement de la flaveur typique du fromage ainsi qu'à l'obtention d'une texture de pâte déterminée (André et al,1997).

I-5 . La classification des bactéries lactiques :

- La taxonomie des bactéries y compris les BL évolue depuis la première classification d'**Orla-jensen**(1919),qui a été basée sur la nature et le pourcentage de l'acide lactique produit, la température de croissance et les exigences azotés.

- Selon **Lenoir et al**(1992),il existe deux grands groupes morphologiquement bien distincts:les cocci et les bacilles.

- L'application de l'hybridation des acides nucléiques et des techniques de séquençage conduits à diviser les coques en 5 groupes ;**Streptococcus,Entérocooccus,Lactococcus,Pédiococcus,Leuconostoc** (**Boudjema Khaled,2008**).

- le tableau A présente les principaux critères de différenciation entre les genres des BL.

-Tableau A:principales bactéries lactique:(Sutra et Federighi.,1998)

Genre	Morphologie	Température optimale	Fermentation	Nombre d'espèces
Lactobacillus	Bacilles	Thermophiles ou mésophiles	Homofermentaires ou hétérofermentaires	Groupe1:23 Groupe 1:16 Groupe 1 :22
Carnobactérium	Bacilles	Psychrotrophes	Hétérofermentaires	6
Lactococcus	Coques	Mésophiles	Homofermentaires	5
Streptococcus	Coques	Thermophiles ou mésophiles	Homofermentaires	19
Tétragénococcus	Coques en tétrades	Mésophiles	Homofermentaires	1
Leuconostoc	Coques	Mésophiles	Hétérofermentaires	11
Oenococcus	Coques	Mésophiles	Hétérofermentaires	1
Entérocooccus	Coques	Mésophiles	Homofermentaires	13
Vagococcus	Coques mobiles	Mésophiles	Homofermentaires	2
Bifidobactérium	Forme irrégulière	Mésophiles	Acide acétique et lactique	25
Pédiococcus	Coques tétrades	Mésophiles	Homofermentaires	7

I-6. Nutrition et écologie :

Les bactéries lactiques sont considérées comme des organismes « fastidieux »(exigeants),car presque toutes les espèces ont des besoins nutritionnels complexes ,A bétail toutes requièrent des acides aminés et des vitamines , et même quelques unes des purines et des pyrimidines,En conséquence , bien qu'elles ne vivent pas comme pathogènes intracellulaires, elles colonisent des habitats comportant d'autres micro-organismes , comme les tissus des animaux ou des plantes , ou des substances organiques en décomposition qui leur servent de source pour ces nutriments ,ayant besoin de ces composés pour leur synthèse.

Malgré leurs capacités métaboliques réduites et leur besoins nutritionnels complexes, les bactéries lactiques ont bien survécu dans des environnements spécifiques ,en raison de leur spécialisation en fermentation des sucres,les principaux habitats des groupes de bactéries lactiques sont donnés dans le tableau 01.

Tableau I-1. Habitat des bactéries lactiques

Habitat	Groupes prédominant	Activité ou produit
Matériel végétal en décomposition	<i>Streptococcus ssp</i> et <i>Lactobacillus plantarum</i>	Cornichons, ensilages et choucroute
Laiterie	<i>Streptococcus lactis</i> <i>Lactobacillus casei</i> , <i>L acidophilus</i> , <i>L delbruckii</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>L lactis</i>	Fromages, yoghourts, etc
Tractus gastrointestinal des animaux - oral - Intestinal	<i>Streptococcus salivarius</i> <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Lactobacillus salivarius</i> <i>Streptococcus faecalis</i>	Flore normale Caries dentaires Intestin ; quelques pathogenes du tractus urinaire
Vagin des mammifères	<i>Streptococcus ssp</i> et <i>Lactobacillus ssp</i>	Flore normale

II-1. Définition de lait :

Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue D'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée ; il doit être recueilli selon les règles de l'hygiène et ne pas contenir de colostrum .

D'un point de vue physico-chimique, le lait est une suspension colloïdale dans laquelle les particules en suspension sont responsables de sa consistance, de son opalescence et de sa couleur blanche. Ces particules sont représentées par les globules de matière grasse (en émulsion dans la phase aqueuse) et les micelles de caséine Constituant protéique majeure du lait. La phase aqueuse est essentiellement composée d'eau, de sels minéraux, de lactose et de matières azotées[7].

II-2. Composition biologique de lait

Le lait est un aliment liquide complet, très nourrissant, réunissant à lui seul tous les composants nécessaires à l'alimentation humaine. 100 g de lait contient 87 g d'eau et 13 g de matières sèches.

Les principaux constituants de la matière sèche du lait sont :

II-2.1. La matière grasse:

C'est le constituant le plus variable du lait, constituée d'un mélange d'acides gras saturés et non saturés qui se trouvent en suspension dans le lait sous forme de minuscules gouttelettes (globules gras) et forme une émulsion. La concentration en lipides varie de 10 à 500 g/l suivant les espèces. Elles sont constituées essentiellement (99 %) de triglycérides. Dans un lait au repos, cette matière grasse s'agglutine à la surface, formant la crème[7].

II-2.2. Les protéines:

On distingue deux groupes : les protéines de la caséine, qui représentent 80 % des protéines totales du lait et qui sont des polypeptides complexes, résultats de la polycondensation de différents acides aminés, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine, et les séroprotéines, minoritaires (20 %), mais qui possèdent une valeur nutritive plus élevée que les premières. Les micelles protéiques ont un diamètre de l'ordre de 0,1 µm.[7].

II-2.3. Le lactose :

C'est un sucre disaccharide présent en solution dans le lait, c'est généralement le principal élément solide du lait. Son pouvoir sucrant est six fois plus faible que celui du saccharose. Il peut provoquer certaines intolérances [7].

II-2.4. Les composants secondaires du lait sont constitués par les sels, les enzymes, les vitamines et les oligo-éléments. Sa richesse en calcium et en phosphore font du lait un aliment très adapté à la croissance des jeunes enfants. Le phosphore y est fixé sous forme de phosphates. Le calcium s'associe au phosphate et à la caséine pour donner le complexe phosphocaséinate de calcium et forme un colloïde. On y trouve également du magnésium, du potassium et du sodium mais il est, du moins pour le lait de vache, pauvre en oligoéléments[7].

II-2.5. Les vitamines :

apportées sont surtout les vitamines B2 et B12 (hydrosolubles) ainsi que les vitamines A et D (liposolubles).

Le lait est, parmi les liquides biologiques animaux, un de ceux qui contiennent la plus grande concentration d'acide citrique, c'est un anticoagulant et il s'oppose à la précipitation des protéines. Globalement, il y a plus de groupes carboxyle que de groupes amines, ceci explique que le lait soit légèrement acide ($6,6 < \text{pH} < 6,8$) [7]

.EX: Tableau II-1: la composition typique du lait de vache

Substances	Quantité en g par litre	Etat physique des composés
Eau	905	Eau libre(solvant) Eau liée(3,7)
Glucides:Lactose	49	Solution
Lipides:	35	Emulsion de globules gras(3-5 μ)
Matière grasse proprement dite	34	
Lécithine(phospholipide)	0,5	

Partie insaponifiable(stérol,carotène,tocophérols)	0,5		
Protides	34	Suspension micellaire de phosphocaséinates de calcium(0,8 à0,12μ)	
Caseine	27		
Protéines solubles(globulines,albumines)	5,5		Solution colloïdale
Substances azotées non protéiques	1,5		Solution vraie
Sels:	9	Solution ou état colloïdale(P et Ca) (Sels de K,Ca,Na,Mg...)	
Acide citrique	2		
Acide phosphorique(P ² O ₅)	2,6		
Acide chlorhydrique(NaCl)	1,7		
Constituants divers :			
Vitamines,enzymes,gaz dissous	Traces		
Extrait sec total (EST)	127		
Extrait sec non gras	92		

II-3. La variabilité de la composition :

-La composition du lait des différentes espèces de mammifères est relativement semblable.

-Mais des écarts peuvent apparaître quant à la composition centésimale en tel ou tel autre élément .

-Cette variabilité peut trouver son explication dans les facteurs suivants :

-Variations spécifiques:le lait des ruminants est «caséineux» alors que celui des carnivores est «albumineux»

-Variations physiologiques individuelles (stade de lactation et abondance de la sécrétion lactée)

-L'alimentation, l'âge et l'état sanitaire de laitière, etc... (MOHAMADOU DIENG, 2001).

Tableau II-2. :Teneurs de différents laits en certains constituants

	Vache (en g/l)	Chèvre (en g/l)	Brebis en (g/l)	Chamelle en(g/l)
Eau	900-910	900	860	902
Extrait sec total (E.S.T)	125-135	140	190	140
Matière grasse	35-45	45-50	70-75	46
Matière protéique	30-36	35-40	55-60	36
Caséines	27-30	30-35	45-50	28
Protéines solubles	4-5	6-8	8-10	8
Lactose	40-50	40-45	45-50	50
Matières minérales	7,5-8,2	8-10	10-12	7,2

II-4. les flores originale de lait :

le lait contient peu de micro-organismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10 germes /ml). Il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores: microcoques mais aussi streptocoques lactiques (lactococcus) et lactobacilles. Le lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées „lacténines“ mais leur action est de très courte durée (1 heure environ). D'autres micro-organismes peuvent se trouver dans le lait lorsqu'il est issu d'un animal malade : ils sont généralement pathogènes et dangereux au point de vue sanitaire. Il peut s'agir d'agent de mammites, c'est-à-dire d'infection du pis: streptocoques pyogènes (streptococcus), corynébactéries pyogène, staphylocoques, etc (Guiraud J. P, 1998).

II-5. les enzymes de lait :

le lait contient à l'état natif un très grand nombre d'enzymes, plus de 60 ont été isolées ou identifiées et l'activité de nombreux composants a été détecté .

Parmi les systèmes présents, deux sont particulièrement importants à considérer, la lipase et la plasminine, bien que l'intervention d'autres enzymes puisse être totalement exclue (André et al, 1997).

II-5.1. la plasminine:

De nombreuses études ont démontré la présence d'une activité protéolytique native dans le lait, elle est en fait une protéase alcaline, la plasminine (E,C,3,4,21,7).

Une enzyme présente dans le sérum sanguin, responsable de l'hydrolyse des caillots de fibrine. Décrit les propriétés et le rôle de cette protéase dans le lait et les produits laitiers.

Le lait contiendrait en fait l'ensemble du „système plasminine“ c-à-d la plasminine et son précurseur, le plasminogène mais aussi les inhibiteurs de la plasminine, des activateurs du plasminogène et des inhibiteurs des activateurs du plasminogène (André et al, 1997) .

II-5.2. la lipoprotéine lipase:

la principale lipase de lait est une lipoprotéine lipase (LPL) (E,C,3,1,1,34) de masse moléculaire 55000 Da, qui est sécrétée par les cellules mammaires en grande quantité; elle permet le prélèvement des lipides sanguins pour la synthèse d'une partie des triglycérides du lait, son pH optimale d'action est de 8-9 à 37°C ; à pH 6, son activité est nulle dans le lait, En tant que LPL elle n'agit que faiblement sur les triglycérides à longue chaîne en absence de cofacteurs protéiques et elle est inhibée par des concentrations de NaCl 0,5-1M .

c'est une enzyme thermolabile dont le temps de réduction décimale est de 165 à 70°C, elle est détruite en 105 à 85°C, mais un chauffage de 105 à 78°C suffit à stopper son action dans le lait .

Elle est inactivée en quelques heures à 37°C et en quelques jours à 5-15°C le refroidissement du lait prolonge donc son action (André et al, 1997).

II-5.3. Autres enzymes de lait :

- la phosphatase acide
- la phosphatase alcaline
- la protéase acide (André et al, 1997).

II-6. Les différents types de lait :

-Les progrès accomplis dans les domaines microbiologiques et technologiques ont permis l'amélioration de la qualité et de la durée de conservation du lait dont il existe plusieurs types de lait les principaux sont :

- Lait cru
- Lait pasteurisé
- Lait stérilisé
- Lait concentré sucré(LCS)
- Lait concentré non sucré(LCNS)
- Lait en poudre (obtenus par procédés «Hatmaker» et «Spray»)
- Lait médicaux ou maternisés
- Lait aromatisé
- Lait aigris ou fermentés
- Lait reconstitué (Mohamadou Dieng, 2001).

III-1. La fabrication de fromage :**III-1.1. Définition de fromage**

Il est de conservation des deux principaux constituants insolubles du lait, la caseine, et la matière grasse, et d'une partie plus ou moins importante des sels minéraux et des éléments solubles. (Nancy, 2007).

III-1.2. Le principe de fabrication :

La transformation de la caséine joue un grand rôle dans l'élaboration de ces produits. Dans tous les cas, il y a coagulation de la caséine (caillage).

Cette coagulation est suivie d'une dégradation, plus ou moins poussée. Elle peut être obtenue de plusieurs façons.

- Action d'une flore lactique :

C'est le cas des laits fermentés, le lactose du lait est transformé en acide lactique : la coagulation de ces produits à pH 4,6. Le coagulum est pulvérulent, s'émiette facilement mais s'égoutte très difficilement. Cette action peut être spontanée ou induite par un levain lactique. Selon le cas, un fromage est fabriqué avec du lait cru ou thermisé (traitement thermique limité) (Guiraud J.P, 1998).

III-1.3. Les différentes étapes de la fabrication de fromage :

Sa fabrication comprend trois étapes successives :

III-1.3.1. Mécanisme de l'égouttage :

Les mécanismes conduisant à la synérèse sont complexes ; il est admis que celle-ci résulte de 2 propriétés différentes du gel lacté :

- un pouvoir de contraction de la trame protéique formée par les micelles de caséines lors de la coagulation, qui se traduit par une compaction du gel.

- une aptitude du gel à évacuer le lactosérum interstitiel qui est fonction de la porosité et de perméabilité.

- Ces caractéristiques dépendent très étroitement des conditions particulières dans lesquelles le gel a été formé ; elles sont très différentes pour le coagulum résultant d'une activité enzymatique dominante et pour celui obtenu par voie acide. (André et al, 1997).

III-1.3.1.1. Etude théorique de l'égouttage :

les recherches sur la théorie de l'égouttage du gel lacté sont rares , Elles ont consisté essentiellement à établir à partir d'expériences empiriques , des formules qui reflètent plus ou moins parfaitement le phénomène .

La modélisation complète , qui prendrait en compte l'ensemble des facteurs influents , n'a pas encore été réalisée en raison de la complexité de leurs interaction et de la connaissance encore incomplète de certains d'entre eux .

L'approche effectuée concerne 2 aspects distincts , le 1^{er} intéresse de comportement d'un gel , maintenu sous lacto sérum, après avoir été divisé en cubes .

Le 2^{ème} traite de l'égouttage en moules après transferts du gel dans un support d'égouttage

III-1.3.1.1.1. : Egouttage sous lactosérum :

Dans la fabrication de beaucoup de fromage , le coagulum , une fois raffeni est tranché , il est ensuite soit laissé au repos (pâtes fraîches , pâtes molles) , soit soumis à une brassage (pâtes pressés , pâtes dures).

Différents auteurs ont montrés que la masse et le volume d'un fragment de coagulum obtenu par coagulation enzymatique évoluent dans le temps selon une loi exponentielle .

III-1.3.1.1.2. Egouttage en moules :

Pour la quasi – totalité des fromages , le coagulum, après traitement en cuve , est transféré dans des supports spécifiques(moules , toiles) ; où se poursuit l'égouttage commencé en cuve.

Il s'agit d'une opération fondamentale tant pour la régulation du drainage du lactosérum que pour la mise en forme finale du fromage , malgré cette importance très peu d'études ont été faites dans ce domaine .

Dans des condition d'égouttage proches de celles des fromages à pâtes molles et mettant en œuvre des moules cylindriques posés sur stores filtrants , il a été montré que l'écoulement du sérum hors du moule suit également une loi de type exponentiel ,le débit est proportionnel au volume si le moule n'est pas perforé et au carré de ce volume si le moule est perforé

III-1.3.2. Le salage de fromage :

Les importantes interactions entre la fixation de l'eau dans le fromage et le salage ayant été exposées, il paraît maintenant indispensable de préciser les mécanismes de pénétration du sel dans la pâte et les rôles du sel en fromagerie.

III-1.3.2.1-Teneur en sel de fromage :**III-1.3.2.1.1.Rôle du salage :**

-On reconnaît habituellement au chlorure de sodium incorporé dans le fromage un triple rôle :

- Il complète l'égouttage du fromage en favorisant le drainage de la phase aqueuse libre de pâte, il modifie également l'hydratation des protéines et par là intervient dans la formation de la croûte.

- Il agit soit directement, soit par l'activité d'eau interposée sur le développement des micro-organismes et l'activité des enzymes et de ce fait agit sur la phase d'affinage dans son ensemble.

- Il apporte son goût caractéristique et a la propriété d'exalter ou de masquer la sapidité de certaines substances apparaissant au cours de la maturation du fromage.

De grandes variations dans la teneur en sel des fromages peuvent être enregistrées selon le type de pâte et les impératifs de leur conservation.

-C'est ainsi que les fromages consommés en l'état présentent pour la plupart des teneurs en sel de l'ordre de 1-2%, par contre, certains fromages orientaux conservés en saumure ont des teneurs beaucoup plus élevées (8-15%) ils sont cependant consommés après déssalage.

-La question de la consommation de sel (qu'il conviendrait d'ailleurs de limiter celle de l'ingestion de sodium) est d'actualité. Dans de nombreux pays, les organismes de santé conseillent de diminuer la teneur en sodium des aliments.

-Il est évident que dans certains cas, la teneur en sel des fromages pourrait être réduite ou mieux ajustée.

-Cependant, le rôle de sel en technologie fromagère traditionnelle est tel que sa suppression totale est difficile à envisager, par contre la recherche de nouveaux produits à faible teneur en sodium devrait être développée (André et al, 1997).

III-1.3.3L'affinage,un processus biochimique complexe :

Le processus d'affinage correspond à une phase de digestion enzymatique des composants du caillé , la coagulation et l'égouttage ont assuré la préparation d'un substrat, essentiellement constitué de caséines , de matière grasse et de lactose , en partie convertie en lactate .

-Ce substrat est peuplé de micro-organisme et au cours de l'affinage , ses constituants seront transformés sous l'action d'enzyme présentes à l'origine dans le caillé ou élaborés au cours .

Même de l'affinage par synthèse microbiennes .

-Les transformations biochimiques confèrent au caillé des caractères nouveaux , la pâte à l'origine relativement dure, compacte , sans grande saveur est modifiée dans sa composition , sa structure , et par suite dans son aspect , sa consistance , sa couleur simultanément , une saveur et un arôme nouveaux se développent .

-Les phénomènes impliqués dans cette évaluation sont d'une grande complexité en raison notamment de la nature de substrat , de la variété des agents responsables des transformations , de la diversité des sites des modifications subies par les constituants , du très grand nombre de produits formés .

Le lait peut être transformé , par des actions enzymatique ou microbiennes , en produits ayant acquis de nouvelles qualités alimentaires et organoleptiques et présentant une conservation accrue .

On appelle lait fermenté , un lait pasteurisé , transformé seulement par l'action des microorganismes et ne subissant pas d'égouttage : yaourt , kéfir , lait acidifié .

On appelle fromage un produit obtenu par égouttage , après coagulation du lait par la présure ou une protéase ajoutée : un fromage peut être fermenté ou non .

En technologie fromagère ,les bactéries lactiques interviennent tout au long des différents processus de transformation du lait en fromage.

-Par leur activité acidifiante,elles conditionnent,pour une grande part,l'aptitude du lait à la coagulation,l'aptitude du caillé à l'égouttage,et la composition finale du fromage;par leur activité protéolytique,aromatique;texturale et gazogène,elles déterminent les principaux caractères organoleptiques du produit fini(André et al,1997).

III-1.4. Les différents types de fromages:

-Ils existe 8 familles des fromages :

III-1.4.1. Fromage à pâte fraîche :

Ce sont des fromages à égouttage obtenus par centrifugation ou filtration .Ils subissent essentiellement une fermentation lactique et ne sont pas affinés .

-Leur humidité est élevé ,ils sont obtenus avec des laits pasteurisés et sont conservés au froid .(ex :fromage demi-sel ,petit suisse,etc ...)[8].

III-1.4.2. Fromage à pâte fraîche filée :

-Ces fromages sont obtenus par pétrissage et étirement da caillé jusqu'à consistance désirée(ex :mozzarella)[8].

III-1.4.3 -Fromage fondue :

-Ils sont constitués d'un mélange de fromage,de beurre,de crème et de lait pasteurisé (95C°)ou stérilisé (125C°) .

-Certaines variétés sont aromatisées ou épicées .

-Les durées de conservations sont généralement très longues,ces fromages sont des fromages de grignotage ,très appréciés par les enfants [8] .

III-1.4.4-Fromage à pâte persillée :

-Ce sont tous «bleus»,leur fabrication nécessite un preçage avec de longues et fines aiguillesensemencées de «Pénicillium glaucum» pour permettre le developpement de ces moisissures dans la pâte .

-Elles sont à l'origine des marbrures vertes ou bleus avec des vins blancs sucrés comme les sauternes [8].

III-1.4.5. Fromage à pâte molle à croûte lavée :

Le fromage n'a subit ni chauffage,ni pressage,la croûte est lavée et brossée avec une solution d'eau salée enrichie des bactéries spécifiques,ce qui favorise l'apparition des champignons orangés .

-La pâte molleuse offre de nombreuses saveurs et des parfums souvent puissants,avec des vins blancs .(ex :livarot,munster,pont-l'evêque)[8].

III-1.4.6. Fromage à pâte molle à croûte fleurie :

Le fromage n'a subi ni chauffage, ni pressage, c'est un champignon, un pénicillium, qui donne son aspect duveté de blanc à la croûte, il est pulvérisé à la surface après salage avec des vins jeunes (ex : bries, camembert) [8].

III-1.4.7. Fromage à pâte pressé cuit :

Ce sont des fromages obtenus par action de la pression, qui subissent un affinage après la fermentation lactique, et qui sont obtenus par égouttage avec découpage du caillé, brassage.

- Leur humidité est moyenne ou faible, leur conservation est améliorée par le froid, c'est au moment de la transformation en caillé que le fromage est chauffé à 55°C, puis il y a un pressage au moment de moulage, ils sont très riches en calcium, avec des vins blancs fruités, vins rouges de caractère. (ex : le gruyère, l'emmental) [8].

III-1.4.8. Fromage à pâte pressé non cuit :

- Le procédé de fabrication est le même que pour la cuit sans l'étape du chauffage, avec des vins blancs fruités, comme les vins de Savoie, vins rouges de Bourgogne ou jeunes. (ex : cantal, reblochon) [8].

III-1.5. rôles des BL dans la fabrication fromagère :

Les BL sont introduits dans le lait sous forme de "levains" lactiques, encore appelés "ferments". Leur action dans la fabrication fromagère est liée principalement à deux aspects de leur métabolisme:

- la production d'acide lactique. Cet acide est un sous-produit de la fermentation, voie de dégradation des sucres en conditions anaérobies (absence d'O₂).

- L'activité protéolytique (fractionnement des protéines). Les BL ne peuvent absorber et utiliser que des acides aminés libres. Peu abondants dans le lait, ou des peptides courts (composés seulement de quelques acides aminés). Leur nutrition azotée exige donc l'hydrolyse des grandes protéines du lait, et notamment les caséines, par des enzymes (les protéases) situées dans la paroi extérieure de la cellule (Michel Desmarest, 1998).

III-2. fabrication de yaourt :**III-2.1. Définition de yaourt :**

La dénomination «yaourt» est réservée au lait fermenté obtenu,selon les usages loyaux et constants,par le developpement des seules bactéries lactiques thermophiles spécifiques dites : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* qui doivent être ensemencés simultanément et se trouver vivants dans le produit fini à raison d'au moins 10 millions des bactéries par gramme rapportés à la partie lactée .

Le yaourt est une source saine de protéine de calcium , magnésium et autres vitamines . le yaourt contient autant de matières grasses que le lait qui a servi à sa fabrication . ses bactéries vivantes aident la digestion . le yaourt aide à rééquilibrer la flore intestinale , notamment pendant et après un traitement aux antibiotiques .il renforce également les défenses immunitaires .

Il a été prouvé scientifiquement que le yaourt offre un maximum de qualités biologiques de 36 à 60 heures après sa fabrication , l'idéal se situent à 48 heures .ceci n'est possible qu'avec un yaourt fait – maison ou acheté chez un petit producteur [9] .

III-2.2.INGREDIENTS :**III-2.2.1. le lait:**

le lait le plus utilisé est celui de vache . Néanmoins . on peut faire du yaourt avec toutes sortes de lait : chèvre .brebis , jument , ânesse , chamelle , bufflonne , yack et même du lait de soja , Le lait entier donne un yaourt plus consistant , du lait écrémé un yaourt moins stable .

le lait contient notamment du lactose . le lactose est composé de 2 molécules : une de glucose et une de galactose , cette décomposition a lieu , notamment , au cours de la digestion d'un verre de lait , les personnes intolérantes au lait n'arrivent pas à décomposer le lactose ; le lait est pour elles indigeste[7] .

III-2.3. LES FERMENTS DU YAOURT :

il y a 2 organismes vivants que l'on retrouve habituellement dans le yaourt : *lactobacillus delbrueckii subsp . bulgaricus* et *streptococcus salivarius subsp . thermophilus*.

lactobacillus bulgaricus apporte essentiellement de l'acidité . il se développe bien à une température allant de 47 à 50 ° C.

Streptococcus thermophilus est moins acidifiant que le précédent ; il se développe bien à une

l'arome . il se développe à une température allant de 42 à 45 °C

III-2.4. les types de yaourt :

III-2.4.1. le yaourt ferme :

le lait et les ferments sont mis en pots dans le récipient définitif . Dès la fin de la fermentation , le yaourt est refroidi . c'est le yaourt grand classique .

III-2.4.2. le yaourt brassé :

le lait et les ferments sont mis à fermenter dans un récipient intermédiaire. après fermentation , le yaourt est brassé , souvent aromatisé ensuite il est mis en pot avant refroidissement , sa texture est lisse , crémeuse . dans cette catégorie se retrouvent la plupart des yaourts du commerce.

TABLEAU III-1. Description du processus de fabrication de l'yaourt :

Opération	Explications et commentaires	Téchnologie
<p>CONTROLE du lait</p> <p>Filtation</p>	<p>-Mesure de la densité et du degré</p> <p>-Mesure du volume</p>	<p>-Filtration sur tamis</p>
<p>Ecrémage facultatif</p>	<p>-Une écrimeuse manuelle ou électrique permet de séparer la crème du lait écrémé</p>	
<p>Ajout dans le lait</p> <p>1-Le sucre</p> <p>2-Les arômes et les colorants</p>	<p>-Mélanger énergiquement pour bien diluer le sucre dans le lait .</p> <p>-Les arômes et les colorants sont ajoutés après le traitement thermique .</p> <p>-Ils permettent de proposer une grande variété de lait caillé avec des couleurs et</p>	<p>-Pour l'yaourt brassé :</p> <p>Ajouter de 12 à 20% de sucre</p> <p>-Pour le yaourt étuvé de 8 à 10%</p>

	<p>des parfums différents .</p> <p>-Les arômes et les colorants sont importés et ils sont relativement coûteux .</p>	
Traitement thermique	<p>-La pasteurisation va permettre la destruction de tous les germes pathogènes et indésirables (bactéries, levures, moisissures)</p>	<p>-Bain marie ou pasteurisateur</p> <p>-Température : 90°C</p> <p>-Chambrage : 5-6 minutes</p>
Refroidissement	<p>-Le lait est ensuite refroidi à la T° d'ensemencement des bactéries du yaourt 38-45 C°</p>	<p>-Bidons ou casserole dans l'eau froide ou pasteurisateur à double paroi</p>
-Ensemencement	<p>-Utilisation des ferments lyophilisés pour ensemencement direct</p> <p>-Le yaourt du commerce est utilisé comme ferment (1-2 pots de yaourt de 125ml pour 10 litre de lait)</p>	<p>-Le taux est de 8-10 unités pour 100 l de lait</p> <p>-Le mélange est soumis à une agitation lente pendant environ 1h jusqu'à une acidité de 25-30 Dornic</p> <p>-Attention à la qualité des produits, la réussite de vos fabrications va dépendre de la qualité des ferments utilisés dans la fabrication de yaourt acheté .</p>

III-2- Amélioration des BL:

Avec les techniques actuelles de génie génétique il devient possible de ne plus s'en tenir à une utilisation judicieuse des souches répertoriées, mais de passer à la création de nouvelles souches .

Ces techniques permettent en effet la localisation et le séquençage des gènes, la suppression des gènes indésirables, la stabilisation ou l'implification des gènes intéressants et l'introduction de nouveaux gènes.(Michel DESMAZEAUD , 1998).

III-1-L'intérêt des bactéries lactiques :

Les bactéries lactiques produisent des métabolites qui améliorent la conservation des produits alimentaires ,les acides organiques ,élaborés lors de la fermentation des glucides,peuvent inhiber des levures,des moisissures et des bactéries .En diffusant à travers les couches lipidiques de la membrane bactérienne,ils provoquent un abaissement du pH interne par libération de protons,déstabilisant ainsi le fonctionnement de la cellule bactérienne .-Le peroxyde d'hydrogène,produits en présence d'oxygène,s'accumule en l'absence de catalase;son pouvoir oxydatif provoque l'oxydation des lipides et la libération des acides nucléiques .

-Le dioxyde de carbone,formé au cours de la fermentation hétérolactique,créé un environnement anaérobie qui s'avère toxique pour certains microorganisme aérobies .

-Certaines souches des bactéries lactiques produisent des bactériocines à spectr d'action plus ou moins large comme la nisine et la lactostrepcine produits par Lactococcus lactis ,la diplosine par Lactococcus cremoris ,la plantaricine par Lactobacillus plantarum ,la mesentérocline et la leucocine produites par Leuconostoc mesentéroïdes .

-La production de ces péptides biocides peut présenter un intérêt dans la lutte contre les bactéries gram (-) ou (+) d'altération ou pathogène .

-Bien qu'apportant des effets bénéfiques dans l'industrie alimentaire,les bactéries lactiques peuvent aussi être des flores de contamination par la production de flaveurs désagréables et de produits toxiques,comme les amines biogènes .

-Certaines espèces bactériennes isolées chez les patients présentant des systèmes immunitaires altérés,sont des agents étiologiques de l'endocardite et à l'origine de septicémie .

-La coopération entre les industries médicales et alimentaires est nécessaire afin de mettre au point des traitements appropriés .

-Des études ont suggéré l'emploi de certaines bactéries lactiques en médecine préventive en tant que probiotiques;elles permettraient ainsi de créer une nouvelle flore intestinale,capable de concurrencer des flores potentiellement nocives,en les empêchant de coloniser les parois du tubes digestif .(Nancy,2007).

Conclusion :

Les BL ont un grand rôle dans la conservation des produits laitier, cette conservation est assurée par le processus de fermentation lactique.

Plusieurs produits alimentaires peuvent être transformés par cette fermentation comme le lait conduira aux fromages et aux yaourts.

Notre travail représente une étude bibliographique sur les BL, qui nous a permet de comprendre mieux l'effet bénéfique des BL sur la santé humain, cette aperçu bibliographique permet de mettre en évidence l'importance des BL dans l'industrie laitire.

BIBLIOGRAPHIE :

- Jerom J.Perry ; James.Staley ; Stephen lory , 2004.microbiologie, cours et questions de revision;DUNOD,Paris ,P:473,474.
- André Eck,Jean claude Gillis. Le fromage;1997
P:184 ,40,41,92,94,48,49,50,78,86,87.
- Jerom J.Perry ; James.Staley ; Stephen lory , 2004.microbiologie, cours et questions de revision;DUNOD,Paris ,475,476.
- Guiraud j.p ; 1998.microbiologie alimentaire. DUNOD paris.
- Michel DESMAZEAUD laboratoire de recherche laitiere INRA-Jouy-en-Josas,1998.

Les sites et les mémoires utilisés

- [1] http://www.maison-de-lait.com/publicat/questions_sur/pdf/qs-30.pdf.
- [2] memoire pour obtenir le diplôme des études supérieures en biologie (DES) ; option microbiologie par HADJAB I et NOUI MEHIDI I ; thème : intérêt des bactéries lactiques ; 23/06/2010.
- [3] mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister en biologie ; option : biochimie et microbiologie appliquées présenté et soutenu publiquement par Mr Boudjema khaled le 27/2/2008 université M'hamed Bougara, Boumerdes ; thème : essai d'obtention de la production d'acide lactique sur lactosérum par streptococcus thermophilus
- [4] <http://www.arnobio.com>.
- [5] <http://www.doc-dz.com/t3799-les-bactéries-lactiques>.
- [6] <http://fr-wikipedia.org/wiki/Streptococcus>.
- [7] <http://fr-wikipedia.org/wiki/Bifidobactérium>.
- [8] http://popups.ulg.ac.bc/base/document.php_id:3626
- [9] <http://www.fr.wikipidia.org/wiki/lait>
- [10] mémoire pour obtenir le grade de docteur Vétérinaire (Diplôme d'état) ; faculté de Médecine et de Pharmacie de DAKAR par MOHAMADOU DIENG . Contribution à l'étude de la qualité microbiologique de lait caillés industriel commercialisé sur le marché dakarois, 30/07/2001
- [11] nancy-université, france, institut national polytechnique de lorraine, en vue de l'obtenir le grade de docteur, (20-9-2007)
- [12] [file:///F:/les différents types de fromage-aufeminin-com.htm](file:///F:/les%20différents%20types%20de%20fromage-aufeminin-com.htm)
- [13] www.gret.org.

Résumé :

Les BL appartiennent à un groupe de bactéries bénéfiques dont les vertus se ressemblent, qui produisent de l'acide lactique comme produit final de processus de fermentation. Elles sont partout dans la nature, et se trouvent aussi dans le système digestif de l'homme, elles améliorent la conservation des produits laitiers comme (fromage, yaourt) en agissant sur la texture et la saveur qui se révèlent différents de celles de l'aliment à son état original.

Les Mots Clés : Bactéries lactiques, acide lactique, Fromage, Yaourt, Hétérolactique, Fermentation lactique, Produits laitiers, Lait, Bactériocines.

المخلص

البكتيريا اللبنية تنتمي إلى مجموعة من البكتيريا المفيدة حيث تتشابه في الخصائص . و التي تنتج حمض اللبن كناتج نهائي لعملية التخمير .
توجد في كل مكان من الطبيعة . وتوجد أيضا في الجهاز الهضمي للإنسان .
وهي تقوم بتحسين حفظ المواد اللبنية مثل (الجبن الياغورت....) وهي تؤثر على التركيبية و النكهة التي تظهر المادة الغذائية مختلفة عن حالتها الأصلية .
الكلمات المفتاحية : البكتيريا اللبنية ، حمض اللبن ، الجبن ، الياغورت ، التخمير اللبني ، منتجات لبنية ، حليب ، قاتل للبكتيريا

Summary:

The BL appertain a group of bacteria whose beneficial properties are similar, which produce lactic acid as end product of fermentation. They are everywhere in nature, and are also found in the digestive system of man, they improve the preservation of dairy products like (cheese, yogurt) by varying the texture and flavor that prove different from those of the food has its original state.

Key words: lactic acid bacteria, lactic acid, cheese, yogurt, Hétérolactique, lactic fermentation, Dairy Milk, bacteriocins.