



Sommaire

Résumé
Liste des abréviations
Liste des tableaux
Liste des figures

Introduction1

Chapitre I : Revue bibliographique

I : Les Bactéries Lactiques

I-1-Historique :.....3

I-2- Généralités :3

I-3- Habitat :4

I-4-Taxonomie des bactéries lactiques :5

I-5- Caractéristiques des principaux genres des bactéries lactiques :.....9

I-5-1- Le genre *Lactobacillus*.....9

I-5-2- Les genres *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Weissella*

et *Fructobacillus*:.....19

I-5-2-1- Le genre *Leuconostoc* :.....19

I-5-2-1- Le genre *Weissella* :.....22

I-5-2-3- Le genre *Oenococcus* :23

I-5-3- Les genres *Enterococcus*, *Lactococcus* et *Streptococcus* :23

I-5-3-1- Le genre *Lactococcus* :23

I-5-3-2- Le genre *Enterococcus*.....26

I-5-3-3- Le genre *Streptococcus* :28

I-5-4- Les genres *Pediococcus*, et *Tetragenococcus* :.....31

I-5-5- Le genre *Bifidobacterium* :33

I-5-6- Le genre *Aerococcus* :38

I-5-7- Le genre *Carnobacterium* :.....38

I-5-8- Le genre *Vagococcus* :38



I-6-Physiologie et voies métaboliques centrales des bactéries lactiques :....	39
I-6-1- Transport des sucres :	39
I-6-1-1- Le système perméase :	39
I-6-1-2- Système PTS :	40
I-6-2-Catabolisme des sucres :	40
I-6-2-1- Les voies du métabolisme des sucres chez les BL :	41
I-6-2-1-1- Voie homofermentaire ou EMP :	41
I-6-2-1-2- Voie hétérofermentaire ou voie	
des pentoses phosphate :.....	42
I-6-2-2- Métabolisme du lactose :	44
I-6-3-Métabolisme du citrate :	45
I-6-4- Activité protéolytique :	47
I-6-5- Métabolisme de l'oxygène :	48
I-6-6- Influence des cations :	48
I-7- Applications industrielles des bactéries lactiques :	49
I-7- 1- domaine alimentaire :	49
I-7-1-1 rôle sur la structure, la texture et les caractéristiques	
organoleptiques :	49
I-7-1-2- rôle dans la conservation :	52
I-7-2- Domaine de santé :	52
I-7-3- En chimie :	53
I-8- Les bactéries lactiques comme probiotiques:	53
I-8-1- Définitions :	53
I-8-2- Applications des probiotiques :.....	54
I-8-2-1- L'amélioration de la digestion du lactose : ...	54
I-8-2-2- Réduction du taux de cholestérol sanguin : ..	54



II-5- Etymologie :	78
II-6- Classification botanique de l'olivier :	79
II-7- Description botanique :	80
II-8- La composition chimique de l'olivier et de son huile :	82
II-9- Les procédés de fabrication de l'huile d'olive :	84
II-9- 1- La récolte des olives :	84
II-9- 2- Les principes de base de l'extraction de l'huile d'olive :	86
II-9- 2- 1- Opérations préliminaires	86
II-9- 2- 2- Broyage	87
II-9- 2- 3- Malaxage	88
II-9- 2- 4- Séparation des phases	88
II-9- 2- 5- Le stockage :	88
II-9-3- Procédés d'extraction d'huiles d'olives :	89
II-9-3- 1- Procédés en discontinu ou système à presse :	89
II-9-3-2- Procédés en continu ou système	
à centrifugation :	90
II-9-3-2-1- Procédé continu à trois phases :	91
II-9-3-2-2-Procédé continu à deux phases	
ou procédé écologique :	91
II-10- Les bienfaits de l'huile d'olive :	93
II-10- 1- Prévention des maladies cardiovasculaires :	93
II-10-2- Appareil digestif « Estomac » :	93
II-10- 3- Système hépatobiliaire « Vésicule biliaire » :	93
II-10- 4- Pancréas :	93
II-10- 5- Pression artérielle :	94



II-10- 6- Agrégation plaquettaire :.....	94
II-10- 7- Ostéoporose :.....	94
II-10- 8-Huile d'olive et fonction cognitive :.....	94
II-10- 9- Activité anti-inflammatoire :.....	94
II-10- 10- Prévention des cancers.....	95
II-10- 11-Système immunitaire	95
II-10- 12- Propriétésantioxydantes :.....	96
II-10- 13- Toxicité :.....	96
II-10- 14- Autres utilisations de l'huile d'olive :.....	96

Chapitre II : Matériel et méthode :

1- Provenance des échantillons :.....	97
2- Dénombrement et isolement des bactéries lactiques :.....	98
3- purification :.....	100
4- Pré-identification des bactéries lactiques isolées :.....	100
4-1- Recherche de la catalase :.....	100
4-2- Examen microscopique :.....	100
5- Conservation des souches :	100
5-1- Conservation courte durée :.....	100
5-2- Conservation longue durée :.....	100
6- Identification des isolats :.....	101
6-1- Croissance à différentes températures :	101
6-2- Tolérance au pH acide et alcalin :.....	102
6-3- Recherche de l'arginine dihydrolase (ADH) :.....	102



6-4- Détermination du Type fermentaire :.....	102
6-5- Croissance en présence de diverses concentrations de NaCl :.	102
6-6- Production de dextrane :.....	102
6-7- L'hémolyse :.....	102
6-8- L'utilisation des carbohydrates :.....	103
6-9- L'utilisation du citrate :.....	104
6-10- La production d'acétoïne :.....	104
6-11- Etude de l'activité protéolytique en milieu solide :.....	104
6-12- Etude de l'activité lipolytique en milieu solide :.....	104
6-13- L'antibiogramme :.....	104
7- L'élaboration d'un nouveau milieu de culture à base d'Amoredj.....	105

Chapitre III : Résultats et discussion

1- Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale :.....	106
2- L'isolement :.....	108
3- L'identification du genre :.....	108
3-1- L'aspect morphologique :.....	108
3-1-1- L'aspect macroscopique :.....	108
3-1-2- L'aspect microscopique :.....	112
4-Test de la catalase :.....	116
5-Type fermentaire :.....	116
6-L'hydrolyse de l'arginine :.....	116
7-L'identification des espèces :.....	118
7-1- La croissance à différentes températures :.....	118
7-2- La thermorésistance :.....	118



7-3- La tolérance à la salinité et à l'acidité :.....	118
7-4- La production de d'extrane :.....	119
7-5-L'utilisation de citrate :.....	119
7-6-La production d'acétoine :.....	120
7-7- L'hémolyse :.....	121
7-8-L'utilisation des carbohydrates :.....	132
8- Etude de l'activité protéolytique :.....	142
9- Etude de l'activité lipolytique :.....	143
10- L'antibiogramme :.....	144
11-L'élaboration d'un nouveau milieu de culture à base d'Amoredj.....	145
Discussion :.....	148
Conclusion :.....	151
Références bibliographiques :.....	152
Annexes.....	167





Résumé

Les produits de fermentation traditionnelle sont de plus en plus utilisés par le consommateur. Cette utilisation est d'une part comme alimentation saine et d'autre part comme produits probiotique voir même pour traiter diverses maladies.

Dans notre travail, on s'est intéressé a un produit fermenté dérivé de l'huile d'olive « Amordj ». Il représente le résidu d'huile d'olive qui forme un dépôt noir (mélange de pulpe et d'huile d'olives) au fond des barils de conservation que les consommateurs ramassent soigneusement et conditionnent dans des bouteilles et consomment régulièrement pour ses vertus apaisantes des douleurs abdominales et régulateur du transit intestinal.

Dix-sept échantillons d'amoredj fermentés issus de la région de GUENZATH, wilaya de BEJAIA ont fait l'objet d'une étude écologique des bactéries lactiques. La survie et la persistance de cette flore a été menée par analyse d'anciens et de nouveaux échantillons (de 2004 à 2014).

439souches de bactéries lactiquesont été isolées sur milieu MRS, M17 et MSE.**241**souches appartiennent au genre*Lactobacillus*,**147**au genre *Leuconostoc* et **51** au genre*Pediococcus*.

Les résultats des tests biochimiques, physiologiques et le profil fermentaire effectuésur des souches isolées et purifiées ont montré la diversité de la flore lactique et nous ont permis d'identifier les espèces suivante : *L. plantarum*, *L. fermentum*, *L. rhamnosus*, *L. brevis*, *L. casei*, *L. curvatus*, *P.acidilactici*etles sous-espèces *Ln.mesenteroidessubsp. mesenteroides* et *Ln. mesenteroidessubsp. dextranicum*.

On a constaté après l'étude écologique qu'au fur et a mesure que l'échantillon vieillit, la flore lactique est de plus en plus constituée de coques (*Leuconostoc* et *Pediococcus*), alors que les échantillons récents contiennent principalement des lactobacilles.

Les résultats de l'évaluation des aptitudes technologiques indiquent que la plupart des souches présentent un bon pouvoir protéolytique,lipolytique, aromatique, texturant et une résistance aux antibiotiques.

On a élaboré un nouveau milieu de culture pour les bactéries lactique à base d'Amoredj et il s'est révélé qu'a une concentration de 10% et avec l'ajout du glucose à 2% et de l'extrait de levure à 1% nos souches poussent le mieux. Avec l'ajout de 10% de saccharose, les leuconostocs produisent du dextrane avec une quantité considérable.

Mots clés : Amoredj, olives, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, Bactéries lactiques, écologie, protéolyse, lipolyse, dextrane.





Abstract

Traditional fermentation products are increasingly used by consumers. This use is firstly like healthy diet and also as probiotic products or even to treat various diseases.

In our work, we became interested in a fermented product of olive oil called "Amordj". It represents the olive oil residue that forms a black deposit (pulp mixture and olive oil) in the bottom of the storage barrels that consumers carefully pick and pack into bottles and regularly consume for its soothing abdominal pain and bowel regulator.

Seventeen of fermented samples of AMOREDJ from GUENZATH area (Wilaya of BEJAIA) have been a subject of an ecological study of lactic acid bacteria. The survival and persistence of this flora was conducted by analyzing old and new samples (2004 to 2014).

439 lactic acid bacteria strains were isolated from MRS, M17 and MSE. 241 strains belong to the genus *Lactobacillus*, the genus *Leuconostoc* 147 and 51 to the genus *Pediococcus*.

The results of biochemical, physiological tests and fermentation pattern performed on isolated and purified strains showed the diversity of lactic flora and allowed us to identify the following species: *L. plantarum*, *L. fermentum*, *L. rhamnosus*, *L. brevis*, *L. casei*, *L. curvatus*, *P. acidilactici* and subspecies *Ln. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* and *Ln. mesenteroides* subsp. *dextranicum*.

It has been found after the environmental study that as the sample grown old, the lactic flora is increasingly constituted by shells (*Leuconostoc* and *Pediococcus*), while recent samples contain mainly *Lactobacilli*.

The results of the assessment of technological skills indicate that most strains have a good proteolytic power, lipolytic, aromatic, texturing and antibiotic resistance.

We developed a new culture medium for the lactic bacteria based from Amoredj. It has been found that at a concentration of 10% and with the addition of 2% glucose and 1% yeast extract our strains grow best. With the addition of 10% sucrose, the *leuconostocs* produce dextran with a considerable amount.

Keywords: Amoredj, olives, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, Lactic acid bacteria, ecology, proteolysis, lipolysis, dextran.



الملخص

تستخدم منتجات التخمير التقليدية بطريقة متزايدة من قبل المستهلكين. هذا الاستخدام هو من جهة بمثابة نظام غذائي صحي ومن جهة أخرى باعتبارها منتجات بروبوتيك أو حتى لعلاج مختلف الأمراض.

في عملنا، اهتمنا بمنتج مخمر ناتج من زيت الزيتون " هوامش الزيتون المخمرة ". هذا المنتج يمثل شوائب زيت الزيتون (خليط لب وزيت الزيتون) التي تترسب و تشكل ودیعة سوداء في أسفل براميل التخزين. يجمعها المستهلكون بعناية ويخزنوها في قارورات وتستهلك بانتظام لما فيها من خصائص مهدئة للآلام البطن ومنظمة للعبور المعوي.

سبعة عشر عينة من " هوامش الزيتون المخمرة "، من منطقة قنزاث ، ولاية بجاية

كانت موضوعا لدراسة بيئية لبكتيريا حمض اللبن. درست إمكانية بقاء واستمرار هذه البكتيريا من خلال تحليل عينات القديمة والجديدة (من 2004 إلى 2014).

قد تم عزل 439 بكتيريا حمض اللبن في الأوساط MRS ، M17 ، MSE . 241 سلالة تنتمي إلى النوع *Lactobacillus* ، 147 إلى النوع *Leuconostoc* و 51 إلى النوع *Pediococcus*.

أظهرت نتائج الكيمياء الحيوية، الاختبارات الفسيولوجية ونمط التخمير التي أجريت على السلالات المعزولة تنوعا ملحوظا وسمحت لنا بالتعرف على الأنواع التالية: *L. plantarum*, *L. fermentum* *L. rhamnosus*, *L. brevis*, *L. casei*, *L. curvatus*, *P. acidilactic*

Ln. Mesenteroides subsp. dextranicum و *Ln. mesenteroides subsp. mesenteroides* .

قد تم عزل 439 بكتيريا حمض اللبن في الأوساط MRS ، M17 ، MSE . 241 سلالة تنتمي إلى النوع *Lactobacillus* ، 147 إلى النوع *Leuconostoc* و 51 إلى النوع *Pediococcus*.

تبين بعد الدراسة البيئية أن العينات القديمة تحتوي أساسا على الأنواع *Leuconostoc* و *Pediococcus*، في حين أن العينات الجديدة تحتوي بنسبة كبيرة على العصيات اللبنية *Lactobacillus*.

نتائج تقييم المهارات التكنولوجية تشير إلى أن معظم السلالات لديها : قوة تحليل البروتين و الدهون، إنتاج مكونات عطرية و تركيبية ومقاومة للمضادات الحيوية.

قمنا بتركيب وسط غذائي جديد مصنوع من هوامش الزيتون المخمرة (أمورج) . قد وجد أنه عند تركيز 10٪ و إضافة 2٪ من الجلوكوز و 1 ٪ من خلاصة الخميرة، السلالات تنمو أفضل. مع إضافة 10٪ من السكر، سلالات *Leuconostoc* تقوم بإنتاج الديكستران بكمية معتبرة.

الكلمات المفتاحية : هوامش الزيتون ، *Lactobacillus* ، *Pediococcus* ، *Leuconostoc*، بكتيريا حمض اللبن، البيئة، ديكستران، تحليل البروتينات، تحليل الدهون



Liste des abréviations



BL: bactéries lactiques.

Cb: *Carnobacterium*.

Lc: *Lactococcus*.

Lb ou **L:** *Lactobacillus*.

Leuc ou **Ln:** *Leuconostoc*.

E: *Enterococcus*.

S: *Streptococcus*.

P: *Pediococcus*.

B: *Bifidobacterium*.

W: *Weissella*.

EPS: Exopolysaccharides.

MRS: Man Rogosa Sharp.

MRS BCP: Man Rogosa Sharp au pourpre de bromocrésol.

MSE: MayeuxSandine et Eliker.

MH: Muller Hinton.

KMK: Kempler Mac Kay.

ND: Non déterminé.

°C: Degré Celsius.

cm: Centimètre.

g: Gramme.

mg: Milligramme.

h: Heure,

min: Minute

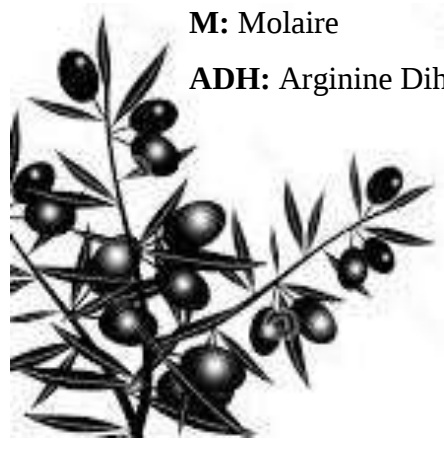
l: Litre,

ml: Millilitre.

µl: Microlitre.

M: Molaire

ADH: Arginine Dihydrolase





FAO: Food and Agriculture Organization

pH: Potentiel d'Hydrogène.

subsp : Sous espèce.

UFC : Unité Formant Colonie.

COI: Conseil Oléicole International.

% : Pourcentage.

Kb: Kilo paires de bases.

E: Enzyme.

P: Phosphate.

GC %: Pourcentage guanine + cytosine de l'ADN.

Fe³⁺ : Ions de fer.

Mn²⁺: Ions de manganèse.

Mg²⁺: Ions de magnésium.

NaCl : Chlorure de sodium.

CoA : Coenzyme A.

NH₃ : Ammoniaque.

ATP : Adénosine triphosphate.

H₂O : Hydroxyde d'hydrogène.

H₂O₂: Peroxyde d'hydrogène.

CO₂: Dioxyde de carbone.

NAD: Nicotinamide adénine dinucléotide.

TPI: Triose-phosphate isomérase.

EMP: EmbdenMeyerhoffParnas.

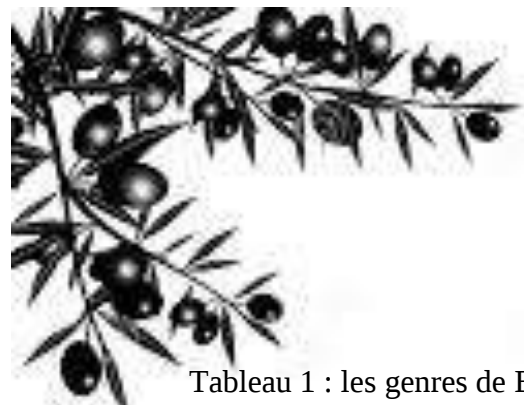
PTS: Système phosphotrasférase PEP-dépendant.

FBA: Fructose 1-6 phosphate aldolase.

PEP: Phosphoénolpyruvate.

PK: Pyruvate kinase.





Liste des tableaux :

Tableau 1 : les genres de BL utilisés en biotechnologie alimentaire et leurs caractéristiques différentielles	8
Tableau 2: Liste des espèces du genre <i>Lactobacillus</i>	10
Tableau 3 :Classification des lactobacilles selon les paramètres métaboliques et du type fermentaire.....	17
Tableau 4 : Liste des espèces du genre <i>Leuconostoc</i>	22
Tableau 5 : Caractéristiques des genres <i>Enterococcus</i> , <i>Lactococcus</i> et <i>Streptococcus</i>	30
Tableau 6 :Liste des espèces du genre <i>Bifidobacterium</i>	35
Tableau 7 :Les principaux produits issus de la fermentation des bactéries	52
Tableau 8 :Effets positifs des probiotiques sur la santé humaine	59
Tableau 9 :Principaux critères utilisés pour la sélection des souches probiotiques	61
Tableau 10 : Les superficies d'oliveraies et les rendements en olives dans le monde.....	67
Tableau 11 : Les superficies d'oliveraies et les rendements en olives des principaux pays producteurs en 2013	68
Tableau 12 : Orientations variétales de l'olivier en Algérie	77
Tableau 13 : Infrastructure de production oléicole en Algérie.....	78
Tableau 14 :Les principaux constituants du fruit et des feuilles d'olivier	82
Tableau 15: Les principaux constituants de l'huile d'olive	83
Tableau.16 : ...Années de production des échantillons et d'isolement de nos souches.....	97
Tableau.17 : Dénombrement de la FMT dans les différents échantillons d'Amoredj analysés.....	106
Tableau.18 :les souches de bactéries lactiques isolées et leurs provenance.....	107
Tableau.19 :Les caractéristiques biochimiques, physiologiques des souches de <i>Lactobacillus</i> et <i>Pediococcus</i> isolées.....	122
Tableau.20 :Les caractéristiques biochimiques, physiologiques des souches de <i>Leuconostoc</i> isolées.....	128
Tableau.21 : Les résultats du profil fermentaire des souches de lactobacilles et <i>Pediococcus</i>	132
Tableau.22 : Les résultats du profil fermentaire des souches de <i>Leuconostoc</i>	138
Tableau.23 : Activité protéolytique des souches lactiques.....	142
Tableau.24 : les résultats de l'antibiogramme des souches de <i>Lactobacillus</i>	144
Tableau.25 : Détermination de la sensibilité et la résistance des souches de lactobacilles isolées de l'échantillon numéro « 1 » vis-à-vis d 13 antibiotique.....	145



Liste des figures :

Figure 1 :Dendrogramme illustrant les relations phylogénétiques de l'ordre «Lactobacillales» en se basant sur la comparaison des séquences d'ARNr 16S	7
Figure 2 : Arbre phylogénétique des principaux genres de bactéries lactiques, incluant quelques genres aérobie et anaérobie facultatif de Firmicutes	8
Figure 3 : Contraste de phase (A-E) et d'électrons (F) des micrographies montrant la différence de morphologie des cellules de Lactobacilles.....	15
Figure 4 : Arbre phylogénétique représentant les relations entre les espèces de <i>Lactobacillus</i> basée sur les séquences des gènes ARNr 16S	18
Figure 5: Les relations phylogénétiques entre le genre <i>Leuconostoc</i> et d'autres genres de bactéries lactiques sur la base du séquençage des ARNr 16S	21
Figure 6 : Arbre phylogénétique représentant les relations entre les espèces de <i>Weissella</i> basée sur le séquençage des gènes ARNr 16S	23
Figure 7 : <i>Lactococcus lactis subsp lactis</i> sous forme de cellules ovoïdes par paire (photo du haut), et en chaînette (photo du bas) selon la souche	24
Figure 8 : Les relations phylogénétiques entre les espèces du genre <i>Lactococcus</i> basé sur le séquençage des ARNr 16S	25
Figure 9 : Les relations phylogénétiques entre les espèces du genre <i>Enterococcus</i> basé sur le séquençage des ARNr 16S	27
Figure 10 : Morphologie cellulaire de <i>Streptococcus thermophilus</i> observée par microscopie électronique	28
Figure 11 : <i>Pediococcus damnosus</i>	31
Figure 12 : Les relations phylogénétiques entre les espèces du genre <i>Pediococcus</i> et quelques espèces du genre <i>Lactobacillus</i> basé sur le séquençage des ARNr 16S.....	32
Figure 13 : Observation microscopique des cellules de <i>Bifidobacterium</i> sp.....	34
Figure 14: Les relations phylogénétiques entre les espèces du genre <i>Bifidobacterium</i> basé sur le séquençage des ARNr 16S	37
Figure 15 :Système perméase.....	39
Figure 16 :Système PTS.....	40
Figure 17 : Voies métaboliques homofermentaire, hétérofermentaire et bifide de la dégradation du glucose chez les bactéries lactiques	43
Figure 18 :Transport du lactose et du galactose chez les bactéries lactiques	44
Figure 19 :Voie du tagatose (a gauche) et voie de Leloir (a droite).....	45
Figure 20 :principales étapes du métabolisme du citrate chez les bactéries lactiques.	46



Figure 21 :Système de protéolyse chez les Lactobacilles	47
Figure 22 : réactions impliquant l'oxygène moléculaire ou des métabolites de l'oxygène, catalysées par des enzymes des bactéries lactiques	48
Figure 23 : comparaison entre L'emmental et le gruyère (Fromages à pâtes pressées cuites).51	
Figure 24 :Bactérie intestinale dégradant le cholestérol vue par microscope électronique	55
Figure 25: Lignes directrices pour l'évaluation des probiotiques en vue d'une utilisation alimentaire.....	60
Figure 26 : amphore attique	63
Figure 27: cueillette des olives dans la Grèce Antique	63
Figure 28 : Diffusion de l'olivier en méditerrané	64
Figure 29 : Colombe de la paix	65
Figure 30: Localisation de la culture de l'olivier autour du bassin méditerranéen	67
Figure 31 : l'oliveraie andalouse (Espagne) en 2013	70
Figure 32 : L'évolution de la production mondiale d'huile d'olive entre les années 1990 et 2012	71
Figure 33 : Pourcentages d'huile d'olives des principaux pays producteurs	72
Figure 34 : Production d'huile d'olive dans les pays méditerranéens pour l'année 2014	72
Figure 35 : Répartition de la superficie d'oliviercultivées en Algérie	75
Figure 36: Localisation des principales variétés d'olives en Algérie.....	76
Figure 37 : Distribution mondiale des principales espèces et sous-espèces du genre <i>Olea</i>	80
Figure 38 : Le plus ancien olivier au monde	81
Figure 39 : La cueillette des olives par les différentes méthodes.....	85
Figure 40 Opérations préliminaires.....	86
Figure 41: Le broyage des olives	87
Figure 42: Le malaxage de la pate d'olives.....	88
Figure 43 : Ecoulement de l'huile d'olive des scourtins.....	89
Figure 44 :Presse hydraulique	90
Figure 45 : Processus d'extraction de l'huile d'olive.....	92
Figure.46 : schéma utilisé pour l'isolement et le dénombrement.....	99
Figure 47 : Schéma de conservation longue durée des bactéries lactiques purifiées.....	101
Figure 48: Schéma représentant la mini préparation pour le test de la fermentation des sucres.....	103





Figure.49 : schéma utilisé pour l'élaboration d'un nouveau milieu de culture a base d'Amoredj.....	105
Figure.50 : La flore mésophile totale d'Amoredj sur milieu de dénombrement PCA.....	108
Figure.51 : l'aspect des colonies de <i>Lactobacillus</i> lors de l'isolement.....	109
Figure.52 : l'aspect des colonies de <i>Leuconostoc</i> lors de l'isolement sur milieu MSE.....	110
Figure.53 : Aspect macroscopiques des souches de <i>Lactobacillus</i>	111
Figure.54 : Aspect macroscopique des souches de <i>Leuconostoc</i> non productrices de dextrane après purification	112
Figure.55 : L'aspect microscopiques de quelques souches de lactobacille isolées d'Amoredj	112
Figure.56 : L'aspect microscopique des souches de <i>pediococcus acidilactici</i> isolées d'amoredj.....	115
Figure.57 : L'aspect des colonies sur milieu M16BCP	116
Figure.58 : Type fermentaire.....	114
Figures.59 : Résultat de la résistance des isolats aux pH 4 (en haut) et 9,6 (en bas).....	118
Figures.60 : Résultat de la résistance de nos souches aux milieux hypersalés à 6,5 % (en haut) et 4 % (en bas).....	119
Figure.61 : La production de dextrane par les souches de <i>Leuconostoc</i>	120
Figures.62 : La révélation de l'utilisation du citrate par l'apparition de colonies bleu sur milieu KMK.....	121
Figure.63 : l'incapacité de produire l'acétoïne chez la souche 8 en comparaison avec les souches 10 et 30.....	121
Figure.64 : Activité protéolytique des souches bactériennes sur milieu lait-Agar.....	142
Figure.65 : Mise en évidence de l'activité lipolytique en milieu MRS supplémente de Tween80 (A: 3% ; B: 1%)......	143
Figure.66: Le résultat de l'antibiogramme des souches 402, 410 et 420 de <i>Lactobacillus</i>	146
Figure.67: Aspect des colonies de <i>Lactobacillus</i> sur milieu Amoredj.....	147
Figure.68: Aspect des colonies de <i>Leuconostoc</i> sur milieu Amoredj a différentes concentrations et additionné au saccharose.....	147



INTRODUCTION



Fruit noble, dont la culture millénaire est traditionnelle dans le bassin méditerranéen, l'olive est l'aliment de base des populations de cette région. Il est symbolique de toute une civilisation où la nature et ses bienfaits jouent un rôle primordial. Les recherches modernes ont prouvé sans contestation possible ses qualités diététiques et démontré que le pourcentage de certaines maladies notamment cardio-vasculaires est nettement inférieur dans les zones où la consommation d'olives est élevée.

Cultivé en Algérie depuis plusieurs siècles, c'est un arbre rustique indifférent à la nature du sol. L'olivier est un arbre magique et riche. Ses utilisations sont nombreuses et reconnues : nourriture, combustible pour l'éclairage, soin pour la peau et les rhumes, décoration.....ect. Tout est utilisable dans l'olivier. Il a toujours été considéré comme un symbole de paix et de fécondité dans l'Antiquité grecque et romaine **(Gomez, 2013)**.

Depuis des siècles, l'olivier est compagnon de la vie des hommes. L'huile d'olive, elle, est la plus ancienne huile alimentaire connue.

De nos jours, de nombreuses études scientifiques confirment l'importance d'une alimentation saine sur la santé. C'est pourquoi, l'huile d'olive, pilier du régime méditerranéen, fait l'objet de nombreuses recherches pour confirmer les vertus ancestrales qui lui sont attribuées.

A la différence des autres huiles végétales ou d'autres produits tels que le vin, l'huile d'olive ne requiert aucune étape de raffinage ni aucune transformation chimique. Grâce à cette simplicité procédurale, l'huile d'olive a pu être fabriquée depuis l'antiquité.

L'absence d'étape de raffinage permet à l'huile d'olive de conserver tous ses antioxydants. L'olive étant un fruit riche en ces derniers (oleuropéine, ligstroside...), l'huile brute qui en résulte en est elle aussi riche **(Veillet, 2010 ; Pehlivan et Yilmaz, 2010)**.

Dans notre travail on s'est intéressé à un produit fermenté dérivé de l'huile d'olive « Amordje ». Il représente le résidu d'huile d'olive qui forme un dépôt noir (mélange de pulpe et d'huile d'olives) au fond des barils de conservation que les consommateurs ramassent soigneusement et conditionnent dans des bouteilles et consomment régulièrement pour ses vertus apaisantes des douleurs abdominales et régulateur du transit intestinal.

Au cours de ce travail on a mené une étude écologique sur 17 échantillons provenant de la même région (Guenzath) en kabylie et qui ont été conservés durant des périodes allant de 1 mois à 10 ans. Cette étude a été menée afin de savoir si le facteur temps change la flore et si oui savoir en quoi ça consiste.

Après l'identification des souches isolées, on étudiera quelques caractères technologiques : activité protéolytique, lipolytique, production de dextrane, d'acétoïne, l'utilisation du citrate et enfin la résistance aux antibiotiques, dans le but d'obtenir des souches performantes pour les utiliser en industrie alimentaires.

CHAPITRE I :
REVUE
BIBLIOGRAPHIQUE



I- LES BACTERIES LACTIQUES



I-1-Historique :

L'utilisation de la fermentation par l'Homme remonte à des temps très anciens. Les premiers produits fermentés ont certainement été obtenus par acidification spontanée des jus végétaux (vins, bières,...) ou par contamination naturelle du lait. Les premières preuves de l'existence des produits laitiers fermentés remontent à 8000 ans avant J-C dans le croissant fertile au Moyen Orient (plaines du Nil, du Jourdain, de l'Euphrate et du Tigre). La fermentation des végétaux (vins, bières) et la production de levain apparaissent entre 4000 et 2000 ans avant J-C chez les Egyptiens. La fermentation est réalisée à partir de différents types d'aliments : des végétaux (concombres, betteraves, dattes, jus de fruits, soja, etc...), des produits animaux (viande, lait) ou du poisson. Elle permet de conserver les aliments mais aussi de leur donner une saveur différente du produit original (**penaud, 2006**).

Il faudra attendre Pasteur et ses travaux sur la fermentation en 1857 pour établir un lien entre la fermentation lactique et les bactéries. La première culture bactérienne pure sera d'ailleurs une culture de *Lactococcus lactis* obtenue et décrite par Joseph Lister en 1873. Metchnikoff isole en 1904 le « bacille bulgare » (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) présent dans le yaourt. Il étudie les propriétés acidifiantes des bactéries du yaourt et il développera l'idée que les bactéries contenues dans les laits fermentés ont un effet bénéfique sur la santé. Il plaidera en faveur de l'introduction de produits laitiers fermentés dans le régime alimentaire et en 1905, les premières entreprises fabricant du yaourt à partir des souches de l'Institut Pasteur voient le jour (**penaud, 2006**).

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

I-2- Généralités :

Les bactéries lactiques sont des cellules procaryotes, organotrophes, formant un groupe hétérogène constitué de cocci et de bacilles (**Badis et al, 2005**). Ce sont des bactéries à Gram positif, asporulantes, aéro-anaérobies facultatives ou micro-aérophiles, généralement immobiles, acido-tolérantes et capables de croître à des températures comprises entre 10°C et 45°C (**Zhang et Cai, 2014**).

Elles rassemblent un certain nombre de genres qui se caractérisent par la production, liée à un métabolisme exclusivement fermentaire, de quantités importantes d'acide lactique à partir des sucres. La fermentation est dite :

- Homolactique si l'acide lactique produit constitue plus de 90 % des produits de fermentation,
- Hétérolactique facultatives si elles produisent de l'acide lactique et de l'acide acétique,
- Hétérolactique stricte si elles produisent de l'acide lactique, de l'acide acétique ou de l'éthanol et du CO₂ (**Leveau et Bouix, 1993 ; Pilet et al, 2005 ; Vandamme et al, 1996**).

Chapitre I : Revue Bibliographique

La division des BL se déroule sur un seul plan à l'exception des genres : *Pediococcus*, *Aerococcus*, et *Tetragenococcus*. (Salminen et al, 2004; König et Fröhlich, 2009 ; Pringsulaka et al, 2011).

En général ces bactéries ne possèdent ni catalase, ni nitrate réductase, ni cytochrome oxydase (à l'exception de quelques souches sous certaines conditions), elles sont protéolytiques, ne liquéfient pas la gélatine, et ne forment plus d'indole ni d'hydrogène sulfureux, ces bactéries sont également incapables de fermenter le glycérol (Dellaglio et al, 1994; Salminen et al, 2004 ; Zhang et Cai, 2014).

En plus de l'acide lactique et des autres acides organiques qui empêchent le développement des microorganismes indésirables par diminution du pH du milieu, les bactéries lactiques produisent d'autres métabolites ayant des propriétés antimicrobiennes tels que le peroxyde d'hydrogène, le diacétyl, la reutéline, le dioxyde de carbone et les bactériocines (Dortu et Thonart, 2009).

Elles ont des exigences nutritionnelles complexes pour les acides aminés, les peptides, les vitamines, les sels, les acides gras et les glucides fermentescibles ; C'est la raison qui explique leur abondance dans le lait (Dellaglio et al, 1994; Hogg, 2005; Novel, 1993).

Elles sont toutes considérées comme « GRAS » (Generally Recognized As Safe), excepté certaines espèces d'entérocoques et certains ont obtenu le statut QPS (Quality Presumption of Safety) (streit, 2008).

I-3- Habitat :

Les bactéries lactiques sont ubiquistes, elles ont pour habitat de nombreux milieux naturels. Elles se trouvent généralement associées à des aliments riches en sucres simples. Elles peuvent être isolées du lait, du fromage, de la viande et des végétaux (plantes et fruits) (König et Fröhlich, 2009).

Elles se développent avec la levure dans le vin, la bière et le pain. Quelques espèces colonisent le tube digestif de l'homme et on peut les trouver aussi dans les cavités buccales, vaginales et dans les fèces (Leveau et Bouix, 1993; Hassan et Frank, 2001).

Certaines espèces semblent s'adapter à un environnement spécifique et ne sont guère trouvées ailleurs que dans leurs habitats naturels (Bekouche, 2006).

Des bactéries lactiques ont souvent été isolées de poissons vivants, en général dans le tractus intestinal. Des bactéries du genre *Lactobacillus* ont été retrouvées dans du saumon (*Salmo salar*) et de l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus* L.).

Des bactéries du genre *Carnobacterium* ont été isolées elles aussi du saumon et d'omble chevalier, ainsi que de la truite, de la morue et du loup. Les espèces de *Carnobacterium* les plus fréquemment retrouvées sont *Cb. divergens* et *Cb. maltaromaticum* (anciennement *Cb. piscicola*). La présence d'autres genres et espèces tels que *Lactococcus piscium*, *Streptococcus* et *Leuconostoc* a également été rapportée. Récemment, l'identification bactérienne par le séquençage des régions variables V1 et V2 du gène de l'ARN 16S ont permis de mettre en évidence la biodiversité de la flore lactique présente dans le tractus digestif de différents salmonidés (truites et saumons). Si *Cb. maltaromaticum* s'est encore révélée être l'espèce majoritaire de cet écosystème, les genres *Lactococcus* (représenté par l'espèce *Lc. lactis*), *Lactobacillus* (*Lb. plantarum*, *Lb. sakei* et *Lb. curvatus*) ainsi que *Leuconostoc* (*Leuc. mesenteroides*) étaient aussi présents..

Enfin des bactéries lactiques des espèces *Lc. lactis* et *Lc. raffinolactis* ont été retrouvées en temps qu'espèces dominantes de la flore intestinale de poissons d'eau douce (carpes) (**Matamoros, 2008**).

I-4-Taxonomie des bactéries lactiques :

Décrites pour la première fois par Orla-Jensen au début du XXe siècle (1919), les bactéries lactiques constituent un groupe hétérogène, qui n'est pas clairement défini du point de vue taxonomique (**Lahtinem et al, 2012**).

La monographie d'Orla- Jensen (1919) a constitué la base de la classification actuelle des BL.

Les critères utilisés (morphologie cellulaire, types fermentaire, les températures de croissance et l'utilisation des sucres) sont toujours très importants pour la classification des BL, bien que l'avènement d'outils taxonomiques plus modernes, les méthodes biologiques en particulier moléculaires, ont considérablement augmenté le nombre de genres de BL à partir des quatre initialement reconnue par Orla-Jensen (*Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* et *Streptococcus*) (**Lahtinem et al, 2012**).

Une importante étape a été franchie en 1977 par Woese et Fox qui ont introduit la phylogénie moléculaire basée sur la séquence des ARN ribosomiques. Cette méthode a révolutionné la taxonomie des bactéries et la classification des BL a été profondément modifiée. D'autres méthodes génotypiques (basés sur les acides nucléiques) sont aussi utilisées en classification, comme le pourcentage en GC de l'ADN ou l'hybridation ADN:ADN. (**Salminen et al., 2004**).

Les réorganisations effectuées ont contribué à fusionner des espèces en une seule, ou identifier une espèce comme un nouveau genre (**Pot, 2008**).

L'ancien genre *Streptococcus* était divisé au début en trois groupes : *Enterococcus*, *Lactococcus* et *Streptococcus sensu stricto*, mais aujourd'hui, certaines bactéries lactiques qui étaient mobiles, ressemblant aux *Lactococcus*, ont formé un autre genre séparé ; c'est les *Vagococcus*. Les genres *Lactobacillus*, *Leuconostoc* et *Pediococcus* sont globalement restés inchangés, mais quelques bactéries lactiques, auparavant incluses dans le genre *Lactobacillus*, forment maintenant le genre *Carnobacterium* qui regroupe des lactobacilles atypiques isolés de différents produits carnés. De plus, des souches de l'ancienne espèce *Pediococcus halophilus* ont été incluses dans le genre *Tetragenococcus* du fait de leur insensibilité à la Vancomycine. Quelques espèces de *Lactobacillus* et *Leuconostoc* ont formé un nouveau genre, les *Weissella*, en raison de leurs différences phylogénétiques avec les autres lactobacilles hétérofermentaires. Les *Leuconostoc oenos*, les « *Leuconostoc* du vin », ont formé le genre *Oenococcus* (Axelsson, 2004).

Le genre *Bifidobacterium* est considéré comme appartenant aux bactéries lactiques (du fait de son effet probiotique sur l'organisme et son utilisation dans les aliments) mais il est phylogénétiquement sans rapport avec ces dernières (Vandamme et al, 1996 ; Gevers 2002 ; Patrignani et al, 2006).

Les bactéries lactiques peuvent être divisées arbitrairement du point de vue morphologique en bacilles (*Lactobacillus* et *Carnobacterium*) et coques (tous les autres genres). Le genre *Weissella* est le seul genre qui comporte à la fois des bacilles et des coques (Collins et al, 1993 ; Ho et al, 2007).

Selon la dernière édition de *Bergey's manual of systematic bacteriology* (2009), les bactéries lactiques sont classées dans le Phylum des **Firmicutes**, la Classe des **Bacilli** et l'Ordre des **Lactobacillales** renfermant trente cinq genres (*Aerococcus*, *Alloiococcus*, *Atopobium*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* et *Weissella*,..... (Pot, 2008)) répartis sur six familles (Fig.1). Parmi ces genres, seulement douze sont importants d'un point de vue biotechnologique (tab.1) (Fig.2) (Axelsson, 2004 ; Guiraud et al, 2003 ; Limsowtin et al, 2004).

D'autres genres, par exemple : *Dolosicoccus*, *Dolosigranulum*, *Eremococcus*, *Facklamia*, *Globicatella*, *Helococcus*, *Ignavigranum* et *Lactosphaera*, ont également été décrits, comportant des souches qui montrent des liens physiologiques et phylogénétiques avec les bactéries lactiques (Broadbent, 2001 ; Axelsson, 2004).

Les nombreux genres et espèces qui constituent ce groupe présentent une grande diversité de caractéristiques physiologiques. Cela se traduit par l'existence entre genres, espèces et au sein des espèces, de nombreuses souches possédant des propriétés technologiques différentes.

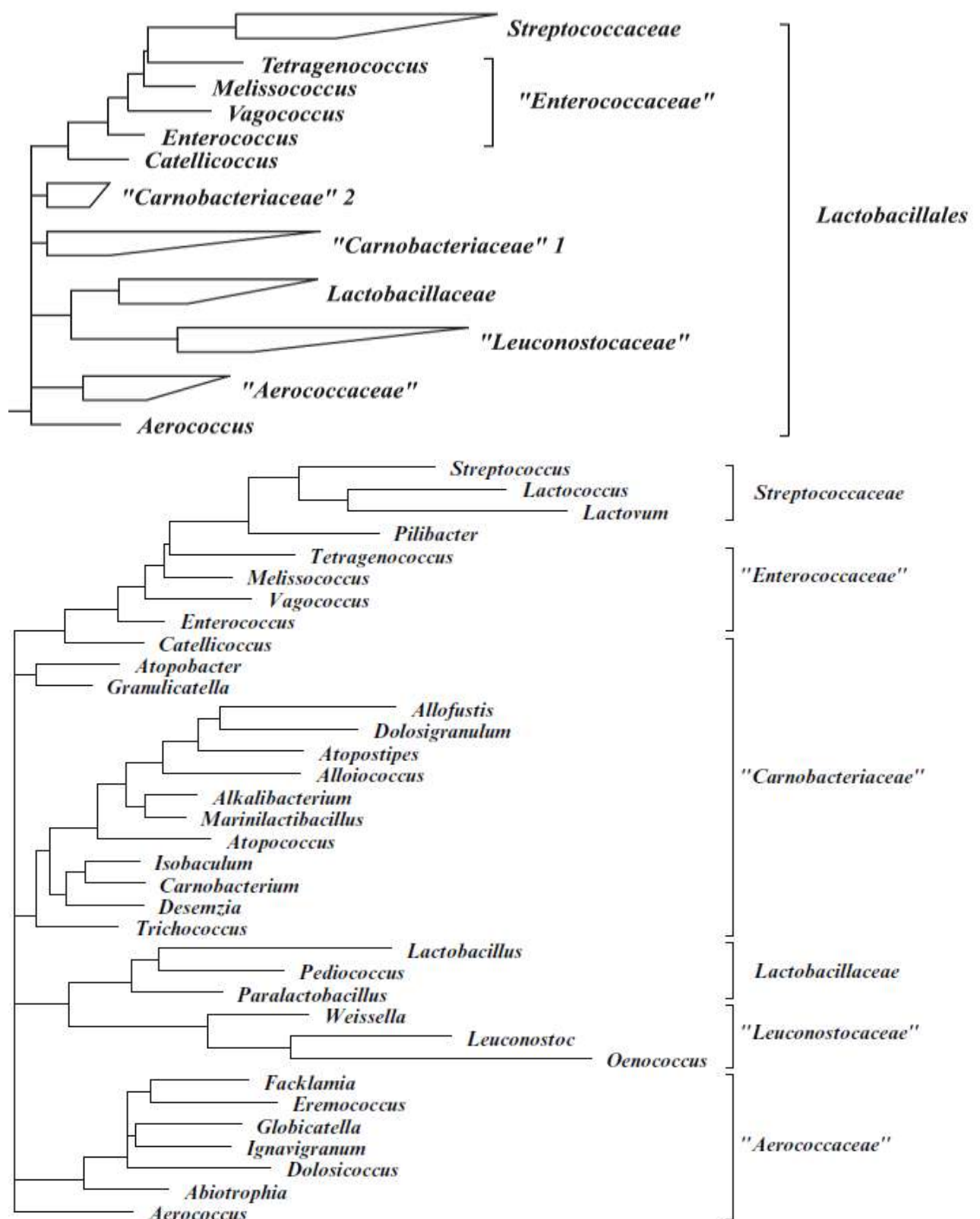


Figure.1: Dendrogramme illustrant les relations phylogénétiques de l'ordre «*Lactobacillales*» en se basant sur la comparaison des séquences d'ARNr 16S «*Bergey's manual of systematic bacteriology* (2009) ».

Chapitre I : Revue Bibliographique

Tableau 1 : les genres de BL utilisés en biotechnologie alimentaire et leurs caractéristiques différentielles (Lahtinem et al, 2012).

Family	Genera	Characteristics								
		Shape	CO ₂ from Glucose	Growth at 10°C	Growth at 45°C	Growth in 6.5% NaCl	Growth in 18% NaCl	Growth at pH 4.4	Growth at pH 9.6	Type of Lactic Acid
Aerococcaceae	Aerococcus	Cocci (tetrads)	–	+	–	+	–	–	+	L
Carnobacteriaceae	Carnobacterium	Rods	–	+	–	ND	–	ND	–	L
Enterococcaceae	Enterococcus	Cocci	–	+	+	+	–	+	+	L
	Tetragenococcus	Cocci (tetrads)		+	–	+	+	–Variable	+	
	Vagococcus	Cocci		+	–	–	–		–	
Lactobacillaceae	Lactobacillus	Rods	Variable	Variable	Variable	Variable	–	Variable	–	D, L, DL
	Pediococcus	Cocci (tetrads)	–	Variable	Variable	Variable	–	+	–	L, DL
Leuconostocaceae	Leuconostoc	Cocci ^a	+	+	–	Variable	–	Variable	–	D
	Oenococcus		+	+	–	Variable	–	Variable	–	D
	Weissella		+	+	–	Variable	–	Variable	–	D, DL
Streptococcaceae	Lactococcus ^b	Cocci	–	+	–	–	–	Variable	–	L
	Streptococcus		–	–	Variable	–	–	–	–	L

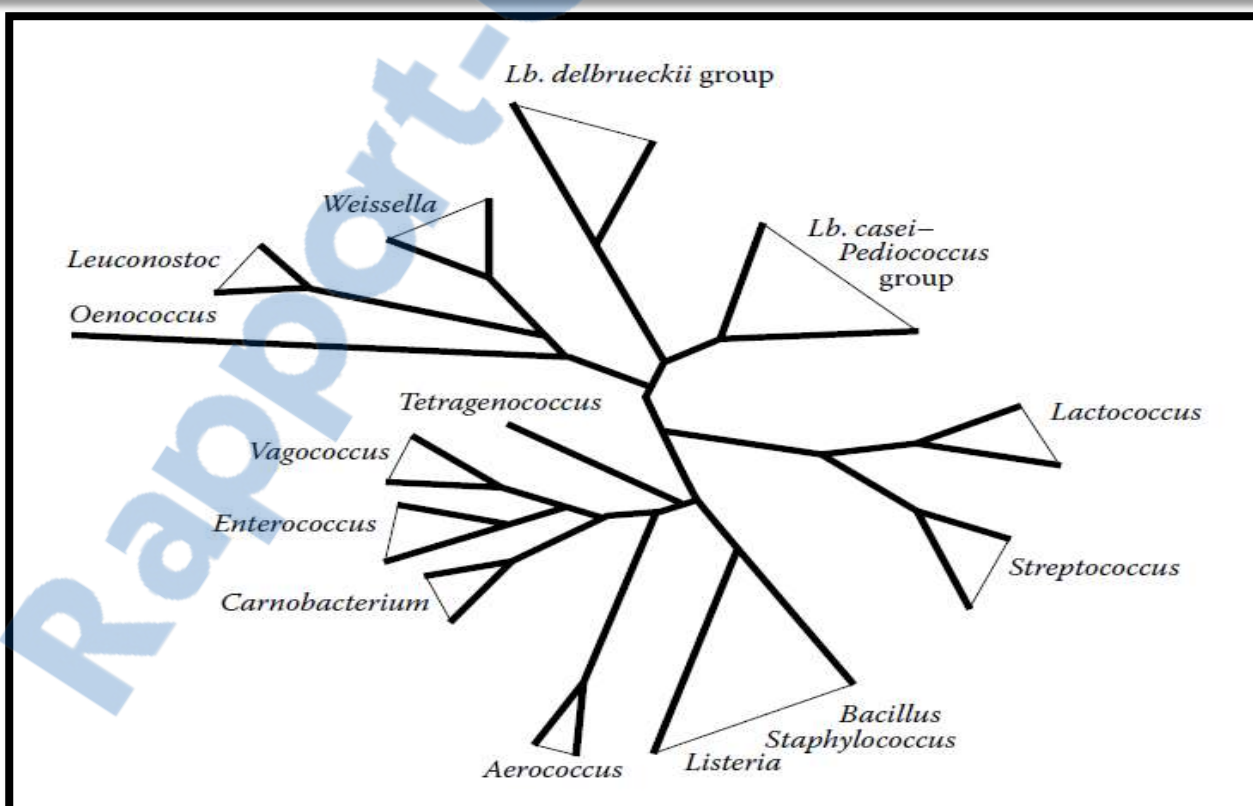


Figure.2 : Arbre phylogénétique des principaux genres de bactéries lactiques, incluant quelques genres aérobie et anaérobie facultatif de Firmicutes (Lahtinem et al, 2012).

Note: Les distances évolutives sont approximatives.

I-5- Caractéristiques des principaux genres des bactéries lactiques :

I-5-1- Le genre *Lactobacillus*

En 1896, le genre *Lactobacillus* a été décrit pour la première fois par Beijerinck, et l'espèce type était *Lactobacillus delbrueckii*.

Le genre *Lactobacillus* est le genre principal et de loin le plus grand et le plus diversifié de la famille des Lactobacillaceae, il comprend actuellement 158 espèces, sept de ces espèces sont constituées de 18 sous-espèces (Tab.2) (Zhang et Cai, 2014).

Il est également très hétérogène, englobant les espèces avec une grande variété phénotypique, biochimiques et physiologiques. L'hétérogénéité se traduit par la gamme du pourcentage GC de l'ADN des espèces incluses dans ce genre. Cette gamme est de 32 à 55% (Zhang et Cai, 2014).

Nombreuses d'entre elles sont des agents de fermentation lactique intervenant dans de nombreuses industries ou qui sont rencontrées comme contaminants (Dworkin et al, 2006). Ils sont immobiles, asporulés et catalase négative. On rencontre chez les lactobacilles une variabilité de forme (fins, incurvés, coccobacilles,...) et de longueur (fig.3).

La longueur des bacilles et le degré de courbure dépend de l'âge de la culture, la composition du milieu (par exemple, la disponibilité des esters d'acide oléique) et le taux d'oxygène.

Cependant, les principales différences morphologiques entre les espèces restent habituellement clairement reconnaissables. Certaines espèces de lactobacilles produisant du gaz (Par exemple, *Lactobacillus fermentum* et *Lactobacillus brevis*) présentent toujours un mélange de bacilles longs et courts (Fig.3 - E) (De Vos et al, 2009).

La division cellulaire se produit seulement sur un seul plan. La tendance à former des chaînettes varie selon les espèces et même des souches, ceci dépend de la phase de croissance et le pH du milieu (Zhang et Cai, 2014 ; De Vos et al, 2009).

Les lactobacilles ont des exigences nutritionnelles très complexes en acides aminés, vitamines, acides gras, nucléotides, glucides et en sels minéraux. La température de croissance est comprise entre 2 et 53 ° C, avec un optimum entre 30 et 40 ° C (De Vos et al, 2009).

Le pH de croissance est compris entre 3 et 8 avec un optimum habituellement allant de 5.5 à 6.2 (Zhang et Cai, 2014).

Tableau.2 : Liste des espèces du genre *Lactobacillus* (Zhang et Cai, 2014).

Numéro	espèce	année	source	Métabolisme *	Phylogroupe **
1	<i>L. acetotolerans</i>	1986	Plant	FHE	delbrueckii
2	<i>L. acidifarinae</i>	2005	Sourdough	OHE	brevis
3	<i>L. acidipiscis</i>	2000	Meat products	FHE	salivarius
4	<i>L. acidophilus</i>	1970	Animals-NGI	OHO	delbrueckii
5	<i>L. agilis</i>	1982	Environment	FHE	salivarius
6	<i>L. algidus</i>	2000	Meat products	FHE	ss
7	<i>L. alimentarius</i>	1983	Meat products	FHE	alimentarius
8	<i>L. amylolyticus</i>	1999	Wine products	OHO	delbrueckii
9	<i>L. amylophilus</i>	1981	Plant	OHO	delbrueckii
10	<i>L. amylophilus</i>	2006	Plant	OHO	delbrueckii
11	<i>L. amylovorus</i>	1981	Plant	OHO	delbrueckii
12	<i>L. animalis</i>	1983	Animals-GI	OHO	salivarius
13	<i>L. antri</i>	2005	Animals-GI	OHE	reuteri
14	<i>L. apodemi</i>	2006	Animals-GI	FHE	salivarius
15	<i>L. aquaticus</i>	2009	Environment	OHO	salivarius
16	<i>L. aviarius</i> ssp. <i>araffinosus</i>	1986	Animals-GI	OHO	salivarius
17	<i>L. aviarius</i> ssp. <i>aviarius</i>	1985	Animals-GI	OHO	salivarius
18	<i>L. backii</i>	2013	Plant	OHO	backii-iwatensis
19	<i>L. bifermentans</i>	1943	Dairy products	FHE	coryniformis
20	<i>L. brantae</i>	2012	Animals-GI	FHE	brantae-saniviri
21	<i>L. brevis</i>	1934	Animals-GI	OHE	brevis
22	<i>L. buchneri</i>	1923	Plant	OHE	buchneri
23	<i>L. cacaonum</i>	2009	Plant	FHE	salivarius
24	<i>L. camelliae</i>	2007	Plant	OHO	ss
25	<i>L. capillatus</i>	2008	Plant	OHO	salivarius
26	<i>L. casei</i>	1971	Dairy products	FHE	casei
27	<i>L. ceti</i>	2008	Animals-NGI	FHE	salivarius
28	<i>L. coleohominis</i>	2001	Animals-NGI	FHE	reuteri
29	<i>L. collinoides</i>	1972	Plant	OHE	collinoides
30	<i>L. composti</i>	2007	Plant	FHE	ss
31	<i>L. concavus</i>	2005	Environment	OHO	concavus-dextrinicus
32	<i>L. coryniformis</i> ssp. <i>coryniformis</i>	1965	Plant	FHE	coryniformis
33	<i>L. coryniformis</i> ssp. <i>torquens</i>	1965	Environment	FHE	coryniformis



Numéro	espèce	année	source	Métabolisme *	Phylogroupe **
34	<i>L. crispatus</i>	1970	Animals-NGI	OHO	delbrueckii
35	<i>L. crustorum</i>	2007	Sourdough	OHO	alimentarius
36	<i>L. curieae</i>	2013	Plant	OHO	curieae-senioris
37	<i>L. curvatus</i>	1996	Dairy products	FHE	sakei
38	<i>L. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>	1984	Dairy products	OHO	delbrueckii
39	<i>L. delbrueckii</i> ssp. <i>delbrueckii</i>	1901	Plant	OHO	delbrueckii
40	<i>L. delbrueckii</i> ssp. <i>indicus</i>	2005	Dairy products	OHO	delbrueckii
41	<i>L. delbrueckii</i> ssp. <i>jakobsenii</i>	2013	Plant	OHO	delbrueckii
42	<i>L. delbrueckii</i> ssp. <i>lactis</i>	1984	Dairy products	OHO	delbrueckii
43	<i>L. delbrueckii</i> ssp. <i>sunkii</i>	2012	Plant	OHO	delbrueckii
44	<i>L. dextrinicus</i>	2009	Plant	OHE	concaus-dextrinicus
45	<i>L. diolivorans</i>	2002	Plant	OHE	buchneri
46	<i>L. equi</i>	2002	Animals-GI	OHO	salivarius
47	<i>L. equicursoris</i>	2010	Animals-NGI	OHO	delbrueckii
48	<i>L. equigenerosi</i>	2008	Animals-NGI	OHE	reuteri
49	<i>L. fabifermentans</i>	2009	Plant	FHE	plantarum
50	<i>L. farciminis</i>	1983	Meat products	OHO	alimentarius
51	<i>L. farraginis</i>	2007	Wine products	FHE	buchneri
52	<i>L. fermentum</i>	1901	Plant	OHE	reuteri
53	<i>L. floricola</i>	2011	Plant	OHO	ss
54	<i>L. florum</i>	2010	Plant	OHE	fructivorans
55	<i>L. fornicalis</i>	2000	Animals-NGI	FHE	delbrueckii
56	<i>L. fructivorans</i>	1934	Plant	OHE	fructivorans
57	<i>L. frumenti</i>	2000	Sourdough	OHE	reuteri
58	<i>L. fuchuensis</i>	2002	Meat products	FHE	sakei
59	<i>L. futsaii</i>	2012	Plant	OHO	alimentarius
60	<i>L. gallinarum</i>	1992	Animals-GI	OHO	delbrueckii
61	<i>L. gasseri</i>	1980	Animals-NGI	OHO	delbrueckii
62	<i>L. gastricus</i>	2008	Animals-GI	OHE	reuteri
63	<i>L. ghanensis</i>	2007	Plant	OHO	salivarius
64	<i>L. gigeriorum</i>	2012	Animals-GI	OHO	delbrueckii
65	<i>L. graminis</i>	1989	Plant	FHE	sakei
66	<i>L. hammesii</i>	2005	Sourdough	FHE	brevis
67	<i>L. hamsteri</i>	1988	Animals-GI	FHE	delbrueckii
68	<i>L. harbinensis</i>	2006	Plant	FHE	perolens
69	<i>L. hayakitensis</i>	2007	Animals-GI	OHO	salivarius
70	<i>L. heilongjiangensis</i>	2013	Plant	ND	alimentarius
71	<i>L. helveticus</i>	1925	Dairy	OHO	delbrueckii

Chapitre I : Revue Bibliographique

Numéro	espèce	année	source	Métabolisme *	Phylogroupe **
72	<i>L. hilgardii</i>	1936	Wine products	OHE	buchneri
73	<i>L. hominis</i>	2013	Animals-GI	OHO	delbrueckii
74	<i>L. homohiochii</i>	1957	Meat products	FHE	fructivorans
75	<i>L. hordei</i>	2008	Plant	OHO	salivarius
76	<i>L. iners</i>	1999	Animals-NGI	OHO	delbrueckii
77	<i>L. ingluviei</i>	2003	Animals-GI	OHE	reuteri
78	<i>L. intestinalis</i>	1990	Animals-GI	FHE	delbrueckii
79	<i>L. iwatensis</i>	2013	Plant	OHO	backii-iwatensis
80	<i>L. jensenii</i>	1970	Animals-NGI	FHE	delbrueckii
81	<i>L. johnsonii</i>	1992	Animals-NGI	OHO	delbrueckii
82	<i>L. kalixensis</i>	2005	Animals-GI	OHO	delbrueckii
83	<i>L. kefiranofaciens</i> ssp. <i>kefiranofaciens</i>	1988	Plant	OHO	delbrueckii
84	<i>L. kefiranofaciens</i> ssp. <i>kefirgranum</i>	2004	Plant	OHO	delbrueckii
85	<i>L. kefiri</i>	1983	Plant	OHE	buchneri
86	<i>L. kimchicus</i>	2008	Plant	FHE/OHE	collinoides
87	<i>L. kimchiensis</i>	2013	Plant	OHO	alimentarius
88	<i>L. kisonensis</i>	2009	Plant	OHE	buchneri
89	<i>L. kitasatonis</i>	2003	Animals-GI	OHO	delbrueckii
90	<i>L. koreensis</i>	2011	Plant	OHE	brevis
91	<i>L. kunkeei</i>	2012	Wine products	OHE	kunkeei-ozensis
92	<i>L. lindneri</i>	1997	Plant	OHE	fructivorans
93	<i>L. malefermentans</i>	1989	Wine products	OHE	ss
94	<i>L. mali</i>	1970	Plant	OHO	salivarius
95	<i>L. manihotivorans</i>	1998	Plant	OHO	manihotivorans
96	<i>L. mindensis</i>	2003	Sourdough	OHO	alimentarius
97	<i>L. mucosae</i>	2000	Animals-GI	OHE	reuteri
98	<i>L. murinus</i>	1982	Animals-GI	FHE	salivarius
99	<i>L. nagelii</i>	2000	Wine products	OHO	salivarius
100	<i>L. namurensis</i>	2007	Sourdough	OHE	brevis
101	<i>L. nantensis</i>	2006	Sourdough	FHE	alimentarius
102	<i>L. nasuensis</i>	2012	Plant	OHO	manihotivorans
103	<i>L. nodensis</i>	2009	Plant	FHE	alimentarius
104	<i>L. odoratitofui</i>	2010	Plant	OHE	collinoides
105	<i>L. oeni</i>	2009	Wine products	OHO	salivarius
106	<i>L. oligofermentans</i>	2005	Meat products	OHE	vaccinostercus
107	<i>L. oris</i>	1988	Animals-GI	OHE	reuteri
108	<i>L. oryzae</i>	2013	Plant	OHE	manihotivorans
109	<i>L. otakiensis</i>	2009	Plant	OHE	buchneri
110	<i>L. ozensis</i>	2011	Plant	OHE	kunkeei-ozensis
111	<i>L. panis</i>	1996	Sourdough	OHE	reuteri
112	<i>L. pantheris</i> <i>thailandensis</i>	2002	Animals-GI	OHO	pantheris-

Numéro	espèce	année	source	Métabolisme *	Phylogroupe **
113	<i>L. parabrevis</i>	2006	Plant	OHE	brevis
114	<i>L. parabuchneri</i>	2002	Animals-GI	OHE	buchneri
115	<i>L. paracasei</i> ssp. <i>paracasei</i>	1989	Dairy products	FHE	casei
116	<i>L. paracasei</i> ssp. <i>tolerans</i>	1989	Dairy products	FHE	casei
117	<i>L. paracollinoides</i>	2004	Environment	OHE	collinoides
118	<i>L. parafragarinis</i>	2007	Wine products	FHE	buchneri
119	<i>L. parakefiri</i>	1994	Dairy products	OHE	buchneri
120	<i>L. paralimentarius</i>	1999	Sourdough	FHE	alimentarius
121	<i>L. paraplantarum</i>	1996	Wine products	FHE	plantarum
122	<i>L. pasteurii</i>	2013	Animals-GI	FHE	delbrueckii
123	<i>L. paucivorans</i>	2010	Environment	OHE	brevis
124	<i>L. pentosus</i>	1987	Plant	FHE	plantarum
125	<i>L. perolens</i>	2000	Plant	FHE	perolens
126	<i>L. plantarum</i> ssp. <i>argentoratensis</i>	2005	Plant	FHE	plantarum
127	<i>L. plantarum</i> ssp. <i>plantarum</i>	1923	Plant	FHE	plantarum
128	<i>L. pobuzihii</i>	2010	Plant	FHE	salivarius
129	<i>L. pontis</i>	1994	Sourdough	OHE	reuteri
130	<i>L. porcinae</i>	2013	Environment	OHO	manihotivorans
131	<i>L. psittaci</i>	2001	Animals-NGI	OHE	delbrueckii
132	<i>L. rapi</i>	2009	Plant	OHE	buchneri
133	<i>L. rennini</i>	2006	Animals-NGI	FHE	koryniformis
134	<i>L. reuteri</i>	1982	Animals-GI	OHE	reuteri
135	<i>L. rhamnosus</i>	1989	Dairy products	FHE	casei
136	<i>L. rossiae</i>	2005	Sourdough	OHE	rossiae-siliginis
137	<i>L. ruminis</i>	1973	Animals-NGI	OHO	salivarius
138	<i>L. saerimneri</i>	2004	Animals-GI	OHO	salivarius
139	<i>L. sakei</i> ssp. <i>carneus</i>	1996	Meat products	FHE	sakei
140	<i>L. sakei</i> ssp. <i>sakei</i>	1996	Wine products	FHE	sakei
141	<i>L. salivarius</i>	2006	Animals-GI	FHE	salivarius
142	<i>L. sanfranciscensis</i>	1984	Sourdough	OHE	fructivorans
143	<i>L. saniviri</i>	2012	Animals-GI	FHE	brantae-saniviri
144	<i>L. satsumensis</i>	2005	Wine products	OHO	salivarius
145	<i>L. secaliphilus</i>	2007	Sourdough	FHE	reuteri
146	<i>L. selangorensis</i>	2011	Plant	OHO	ss
147	<i>L. senioris</i>	2012	Animals-GI	OHE	curiae-senioris
148	<i>L. senmaizukei</i>	2008	Plant	FHE	brevis

Numéro	espèce	année	source	Métabolisme *	Phylogroupe **
149	<i>L. sharpeae</i>	1982	Environment	OHO	ss
150	<i>L. shenzhenensis</i>	2013	Dairy products	OHE	perolens
151	<i>L. siliginis</i>	2006	Sourdough	OHE	rossiae-siliginis
152	<i>L. similis</i>	2010	Plant	OHE	collinoides
153	<i>L. spicheri</i>	2004	Sourdough	FHE	brevis
154	<i>L. sucicola</i>	2009	Plant	OHO	salivarius
155	<i>L. suebicus</i>	1989	Plant	OHE	vaccinostercus
156	<i>L. sunkii</i>	2009	Plant	OHE	buchneri
157	<i>L. taiwanensis</i>	2009	Plant	OHO	delbrueckii
158	<i>L. thailandensis</i> thailandensis	2007	Plant	OHO	pantheris-
159	<i>L. tucseti</i>	2009	Meat products	OHO	alimentarius
160	<i>L. ultunensis</i>	2005	Animals-GI	OHO	delbrueckii
161	<i>L. uvarum</i>	2009	Plant	OHO	salivarius
162	<i>L. vaccinostercus</i>	2006	Animals-NGI	OHE	vaccinostercus
163	<i>L. vaginalis</i>	1989	Animals-NGI	OHE	reuteri
164	<i>L. versmoldensis</i>	2003	Meat products	OHO	alimentarius
165	<i>L. vini</i>	2006	Plant	FHE	salivarius
166	<i>L. xiangfangensis</i>	2012	Plant	FHE	plantarum
167	<i>L. yonginensis</i>	2013	Plant	ND	brevis
168	<i>L. zaeae</i>	1996	Wine products	FHE	casei
169	<i>L. zymae</i>	2005	Sourdough	OHE	brevis

* OHO : Homofermentaire; FHE: Hétérofermentaire facultative; OHE : Hétérofermentaire obligatoire; ND : pas de données disponibles

**Ss : une seule espèce

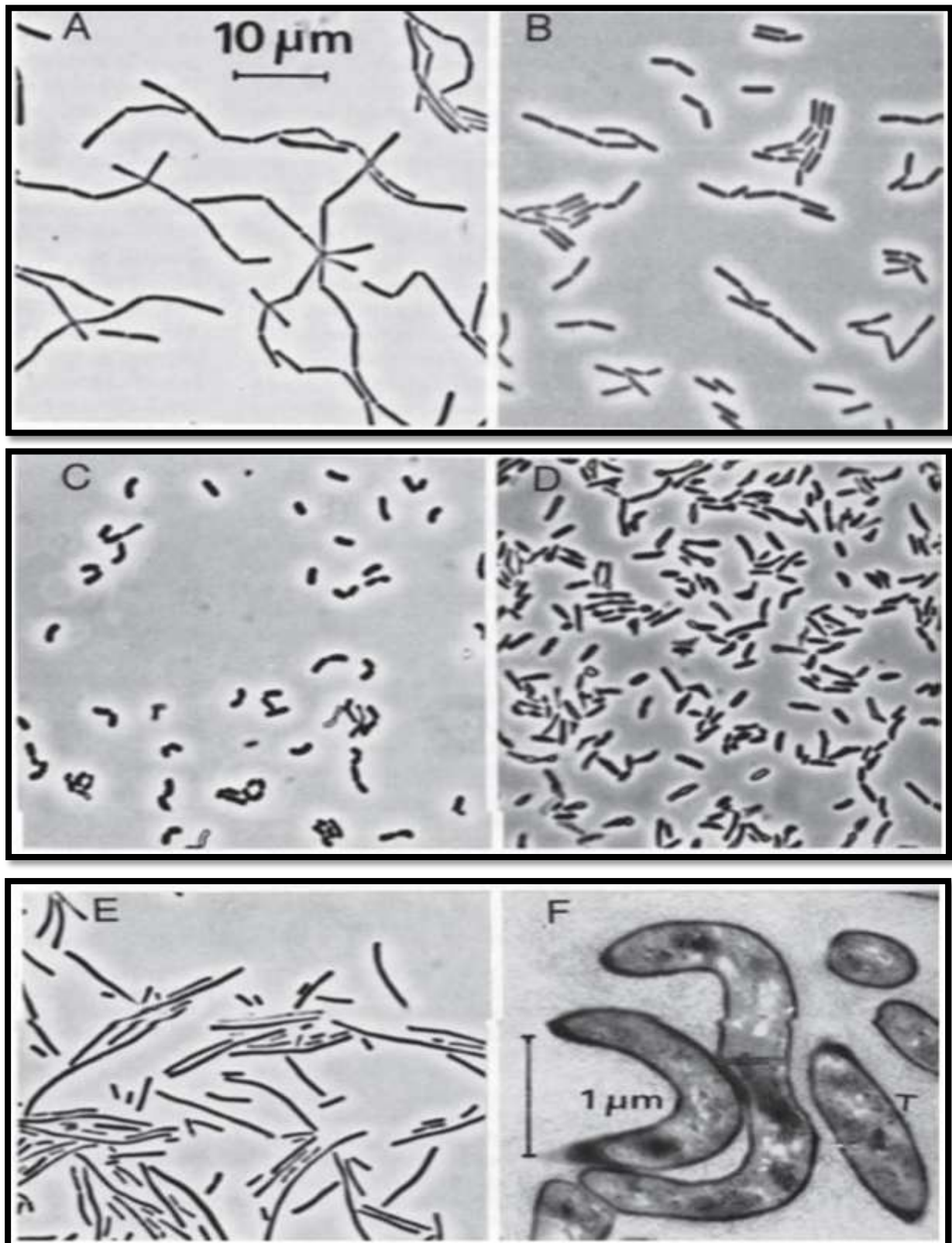


Figure.3 : Contraste de phase (A-E) et d'électrons (F) des micrographies montrant la différence de morphologie des cellules de Lactobacilles (**De Vos et al, 2009**) :

A : *Lactobacillus gasseri*; B : *Lactobacillus agilis*; C : *Lactobacillus curvatus*; D, *Lactobacillus mineur*; E : *Lactobacillus fermentum*; et F, la forme de l'involution de lactobacilles dans une lame mince d'un grain de kéfir

À l'origine, les espèces du genre *Lactobacillus* ont été regroupés en fonction de leur température de croissance et leurs capacité à fermenter les hexoses, et par la suite en fonction de leur potentiel homo ou hétérofermentaire.

Orla-Jensen (1919) a subdivisé ce groupe d'une manière similaire à celle des coques lactiques. Ainsi, les sous-genres de *Lactobacillus* ont été créés: *Thermobacterium*, *Streptobacterium* et *Betabacterium* (tab.3). Remarquablement, cette division est toujours valide à un degré considérable, bien que les désignations aient été abandonnées et quelques modifications dans les définitions des sous-groupes ont été faites (Zhang et Cai, 2014 ; Salminen et al, 2004).

Ces subdivisions étaient revisitées par Pot et ses collègues en 1994, mais la définition acceptée «moderne» si on peut le dire comme ca, est celle donnée par Hammes et Vogel en 1995 et qui divise le genre en 3 sous-genres sur la base du type des sucres fermentés et le processus de fermentation utilisé (Zhang et Cai, 2014 ; Salminen et al, 2004).

- Groupe I : formé des lactobacilles homofermentaires stricts qui regroupent les espèces de l'ancien sous-genre *Thermobacterium* ne produisant presque exclusivement que de l'acide lactique à partir de la fermentation des hexoses par glycolyse. Ils ne peuvent fermenter ni les pentoses ni les gluconates.

- Groupe II : formé de lactobacilles heterofermentaires facultatifs qui regroupent les espèces de l'ancien sous genre *Streptobacterium* et qui fermentent les hexoses en acide lactique par glycolyse, et peuvent fermenter les pentoses en acide lactique et en acide acétique grâce à une phosphocetolase inductible.

Ils ne produisent pas de CO₂ lors de la fermentation du glucose mais ils en produisent lors de la Fermentation du gluconate

- Groupe III : formé de lactobacilles heterofermentaires stricts qui regroupent les espèces de l'ancien sous-genre *Bêtabacterium*, qui fermentent les hexoses en acide lactique, acide acétique (ou éthanol) et CO₂ (voie hétérofermentaire de la 6-phosphogluconate déshydrogénase/phosphocétolase), et qui fermentent les pentoses en acide lactique et acide acétique (voie hétéfermentative de la glycéraldéhyde-3- phosphate/pyruvate kinase/lactate déshydrogénase) (Zhang et Cai, 2014 ; Salminen et al, 2004 ; Bakhouché, 2006).

Chapitre I : Revue Bibliographique

Tableau.3: Classification des lactobacilles selon les paramètres métaboliques et du type fermentaire (Haydersah, 2010).

	I Homofermentative		II Heterofermentative	
Glucose fermented to lactic acid	≥ 85%		50%	
Formation of CO ₂ , acetic acid and ethanol	—		+	
CO ₂ formed from glucose	—		+	
Thiamine required for growth	—		+	
Fructose di-phosphate aldolase present	+		—	
Orla-Jensen, 1919				
	“ <i>Thermobacterium</i> ” Obligate homofermentative	“ <i>Streptobacterium</i> ” Facultative Obligate heterofermentative	“ <i>Betabacterium</i> ” heterofermentative	
Rogosa, 1970	IA	IB	II	
Growth at 45°C	+	d		
Growth at 15°C	—	d		
Ribose fermented	—	+	+	
CO ₂ from gluconate	—	+	+	
Rogosa, 1974			II	III
Acidophilic			—	+
Ethanol tolerant			—	+
Most carbohydrates fermented			+	—
Sharpe, 1979			IIA	IIB
Aerobic species	<i>L. acidophilus</i>	<i>L. casei</i>	<i>L. brevis</i>	<i>L. fructivorans</i>
	<i>L. delbrueckii</i>	<i>L. coryniformis</i>	<i>L. buchneri</i>	<i>L. hilgardii</i>
	<i>L. helveticus</i>	<i>L. curvatus</i>	<i>L. confusus</i>	
	<i>L. jensenii</i>	<i>L. homohiochii</i>	<i>L. fermentum</i>	
	<i>L. salivarius</i>	<i>L. plantarum</i>	<i>L. viridescens</i>	
		<i>L. yamanshiensis</i>		
Anaerobic species	<i>L. ruminis</i>			
	<i>L. vitulinus</i>			
Kandler and Weiss, 1986				
	Group I	Group II	Group III	
Hexose almost exclusively to lactic acid	+	+	—	
Hexose fermented to lactic-, acetic acid, ethanol, CO ₂	—	—	+	
Lactic-, acetic-, formic acid, ethanol under glucose limitation	—	d	+	
Pentose phosphoketolase	—	+	+	
Gluconate fermented	—	+	+	

Cette classification est la seule reconnue, bien qu'elle soit imparfaite car le séquençage de l'ADNr 16S (Fig.4) a montré que des bactéries lactiques classées selon des caractères phénotypiques sont en réalité de parente phylogénique très éloignée. De plus, le contenu en GC% qui varie énormément d'une espèce à une autre (32 à 53%) et l'absence d'homologie ADN-ADN significative entre beaucoup d'espèces, sont aussi le reflet d'une parente phylogénique éloignée (Haydersah, 2010)

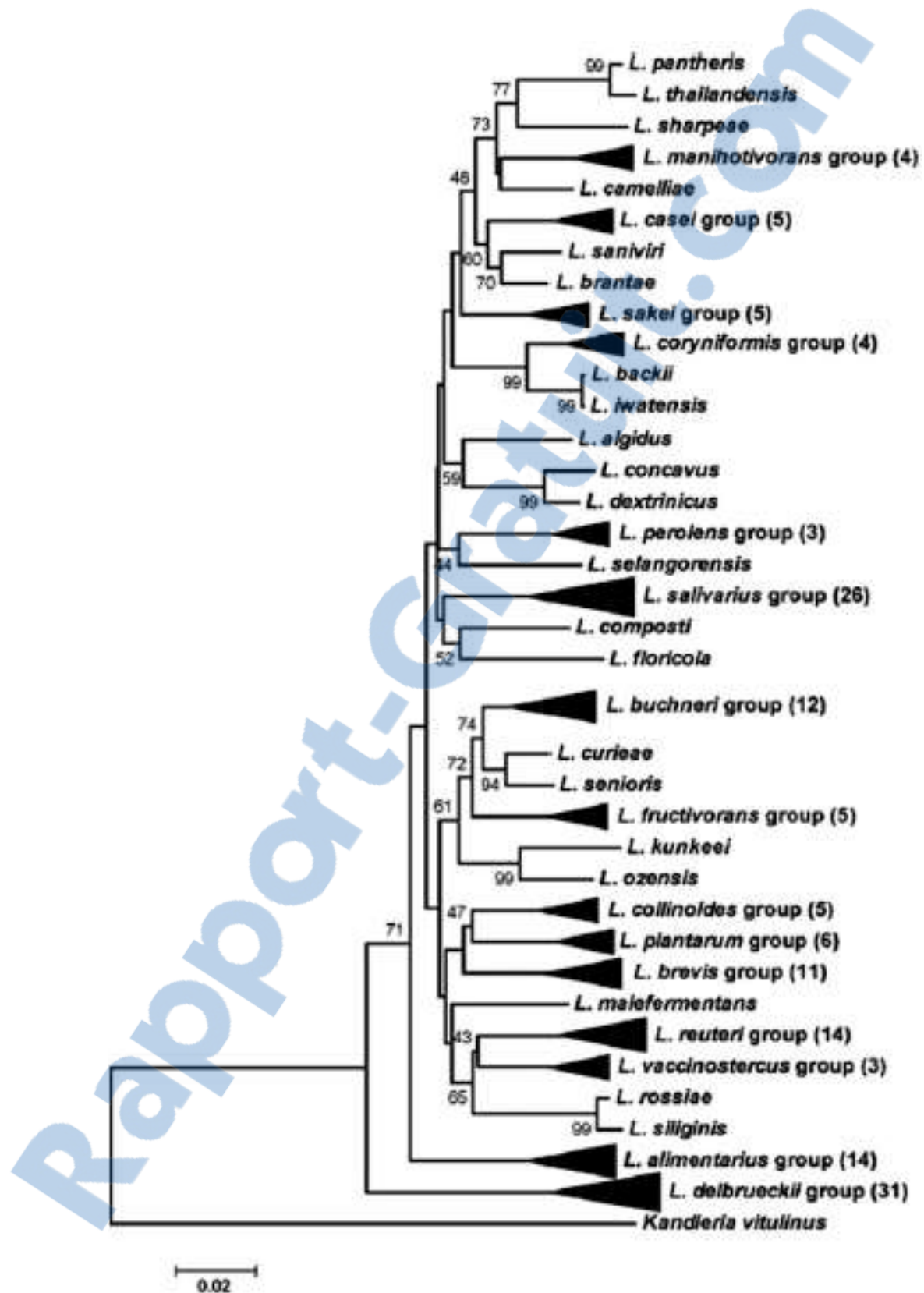


Figure.4 : Arbre phylogénétique représentant les relations entre les espèces de *Lactobacillus* basée sur les séquences des gènes ARNr 16S (Zhang et Cai, 2014).

I-5-2- Les genres *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Weissella* et *Fructobacillus*:

Ils rassemblent les coques lenticulaires en paires ou en chainettes, mésophiles, qui possèdent un caractère hétérofermentaire marqué, avec production d'acide lactique (isomère D), de CO₂ et d'éthanol ou d'acétate. Les caractéristiques telles que l'hydrolyse de l'esculine, la formation de dextrane, les conditions de croissance, la capacité à croître à différents pH et températures, l'assimilation de citrate et/ou malate permettent la différenciation entre les genres *Leuconostoc* et *Weissella* (Pilet et al, 1998 ; Ho et al, 2007).

I-5-2-1- Le genre *Leuconostoc* :

Le terme *Leuconostoc* vient du mot « Nostoc » qui est une algue bleue mucilagineuse et « Leuco » veut dire blanc (Säde, 2011).

La première description du genre *Leuconostoc* a été rapportée par Van Tieghem en 1878 (Zhang et Cai, 2014).

Ces bactéries lactiques sont apparues à l'origine, sous forme de chaines, d'aspect mucilagineux, non pigmentés. Les premières souches ont été isolées à partir d'accidents apparus dans les sucreries. Les *Leuconostocs* responsables de ces accidents produisent du dextrane en milieu saccharosé (entourées d'une gaine comme celle des *Nostocs*) (Zarour, 2010).

Au cours des dernières années, plusieurs espèces ont été reclassées à l'intérieur du genre *Leuconostoc* et de nouvelles espèces y ont été ajoutées. En 1984, trois espèces de *Leuc. mesenteroides* (*Leuc. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leuc. mesenteroides* subsp. *dextranicum* et *Leuc. mesenteroides* subsp. *cremoris*) ont été reclassés en sous-espèces de *Leuc. mesenteroides* (Zhang et Cai, 2014).

Leuc. fallax est un *Leuconostoc* atypique isolé de la choucroute, qui a été découvert par « Martinez-Murcia et al » en 1991; par la suite, des variétés de la souche *Leuc. Fallax* ont été isolées de la choucroute fermentée (Zhang et Cai, 2014).

En 1993, le groupe *Leuc. paramesenteroides* et certains lactobacilles hétérofermentaires atypique ont été reclassés en un nouveau genre appelé *Weissella* (Säde, 2011; Zhang et Cai, 2014).

En 1995, *Leuc. oenos* a été reclassé dans le genre *Oenococcus* comme *O. oneni*. En 2006, *Leuc. Argentinum* a été reclassé comme étant le synonyme de *Leuc. lactis*, après une analyse numérique des zones avec répétitions palindromiques extragéniques (*Repetitive Extragenic Palindromic* ou REP-PCR) séparant les zones codantes sur le génome, le profil protéique complet (SDS-PAGE) et le polymorphisme de longueur des fragments amplifiés fluorescents (FALFP) (Zhang et Cai, 2014).

En 2008, quatre espèces de *Leuconostoc* (*Leuc. durionis*, *Leuc. ficulneum*, *Leuc. pseudoficulneum* et *Leuc. fructosum*) ont été affectés à un nouveau genre appelé *Fructobacillus*. Par la suite, certaines nouvelles souches, y compris *Leuc. holzapfelii*, *Leuc. Palmae* et *Leuc. miyukkimchii*, ont également été identifiés à partir du vin et du kimchi (Zhang et Cai, 2014).

Les *Leuconostocs* sont des bactéries à Gram positif, immobiles, asporulées, anaérobies facultatives avec une forme ovoïde, associées en paires ou en chaînes courtes (**Lahtinem et al, 2012**).

Elles sont exigeantes du point de vue nutritionnel et leur croissance est toujours lente. Leur optimum de croissance est de 20 à 30°C (**Bjorkroth et al, 2009**).

Elles sont chimioorganotrophes, nécessitant pour se développer des milieux riches comportant des facteurs de croissance complexes et des acides aminés. La croissance ne se fait qu'en présence d'un sucre fermentescible (**Lahtinem et al, 2012**).

Elles ne possèdent ni catalase, ni cytochromes, elles ne produisent pas du NH₃ à partir de l'arginine car elles ne possèdent pas l'enzyme arginine déshydrolase, ne produisent pas d'indole et ne réduisent pas les nitrates en nitrites, non hémolytiques et non pathogènes (**Bjorkroth et al, 2009 ; Kihal, 1996**).

Les *Leuconostocs* principalement *Leuc. mesenteroides* subsp. *cremoris* et *Leuc. lactis* sont utilisés en association avec les lactocoques dans l'industrie laitière pour produire en plus de l'acide lactique et du CO₂, des substances aromatiques telles que le diacétyle et l'acétoïne à partir des citrates du lait (**Hadef, 2012**).

Phylogénétiquement, le genre *Leuconostoc* appartient selon la dernière édition du manuel de Bergey :

Règne : Bacteria,
Division : Firmicutes,
Classe : Bacilli,
Ordre : Lactobacillales,
Famille : Leuconostocaceae,
Genre : *Leuconostocs*, *Fructobacillus*, *Oenococcus*, *Weissella*.

Les espèces du genre *Leuconostoc* sont semblables aux Lactobacilles hétérofermentaires, surtout *Lb. confusus* et *Lb. viridescens*. *Leuconostoc* et *Lactobacillus* sont souvent isolés du même habitat et partagent de nombreuses caractéristiques. Hucker et Pederson (1931) ont suggéré que les *Leuconostoc* spp. sont des formes intermédiaires entre les lactobacilles et les streptocoques (**Zhang et Cai, 2014**).

Selon Zhang et Cai (2014), le genre *Leuconostoc* comprend actuellement 13 espèces (Tab.4) reconnues et qui sont : *Leuc. mesenteroides*, *Leuc. carnosum*, *Leuc. citreum*, *Leuc. fallax*, *Leuc. gasicomitatum*, *Leuc. gelidum*, *Leuc. inhae*, *Leuc. kimchii*, *Leuc. lactis*, *Leuc. holzapfelii*, *Leuc. pseudomesenteroides*, *Leuc. palmae* et *Leuc. Miyukkimchii* (**Zhang et Cai, 2014**).

Un arbre phylogénétique a été construit par la méthode de neighbor-joining, en utilisant le séquençage des ARNr 16S de 36 espèces de *Leuconostoc*, *Fructobacillus*, *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Vagococcus*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus* et *Weissella* déposée dans GenBank (Fig.5).

L'arbre phylogénétique construit a révélé que le genre *Leuconostoc* (Et genres apparentés) ont été subdivisés en deux groupes. Le premier groupe comprend le genre *Leuconostoc*, trois espèces *Fructobacillus*, trois espèces et *Weissella* deux espèces de *Lactobacillus*. Ces souches sont phylogénétiquement étroitement liées et réunis en trois sous-groupes (Zhang et Cai, 2014).

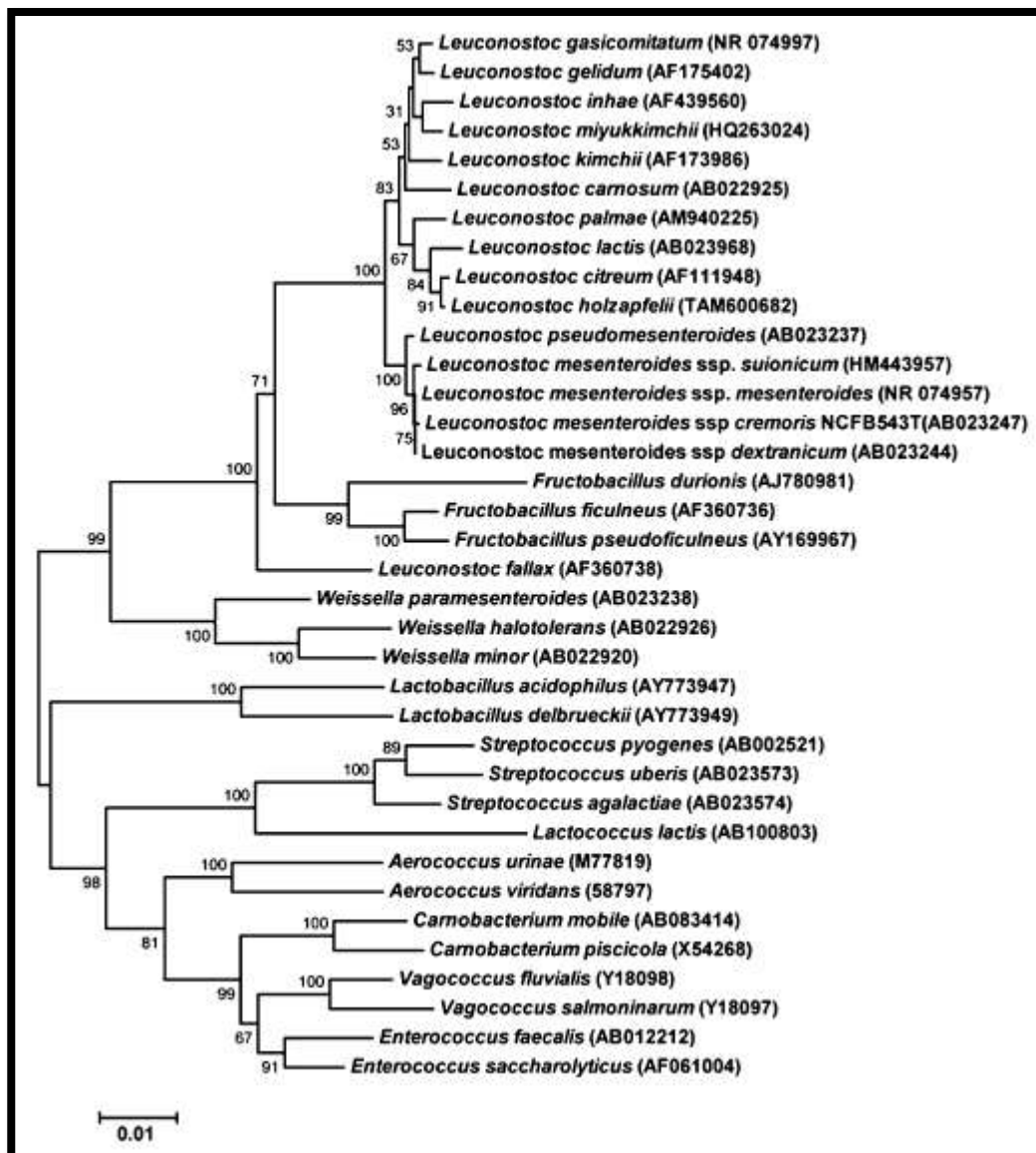


Figure.5 : Les relations phylogénétiques entre le genre *Leuconostoc* et d'autres genres de bactéries lactiques sur la base du séquençage des ARNr 16S (Zhang et Cai, 2014).

Tableau.4 : Liste des espèces du genre *leuconostoc* (Zhang et Cai, 2014).

Espèces	Année	Origine	Références
<i>Leuc. Fallax</i>	1992	Choukrout	Martinez-Murcia and Collins (1991)
<i>Leuc. carnosum</i>	1989	Viande stockée à froid	Shaw and Harding (1989)
<i>Leuc. gelidum</i>	1989	Viande stockée à froid	Shaw and Harding (1989)
<i>Leuc. mesenteroides</i>	1878	Inconnu	Skerman et al. (1980)
<i>Leuc. Mesenteroides ssp. cremoris</i>	1929	Inconnu	Garvie (1983)
<i>Leuc. mesenteroides ssp. dextranicum</i>	1912	Inconnu	Garvie (1983)
<i>Leuc. mesenteroides ssp. suionicum</i>	2012	Inconnu	Gu et al. (2012)
<i>Leuc. miyukkimchii</i>	2012	Kimchi	Lee et al. (2012b)
<i>Leuc. pseudomesenteroides</i>	1967	Inconnu	Garvie (1967)
<i>Leuc. citreum</i>	1989	Source humaine	Farrow et al. (1989)
<i>Leuc. lactis</i>	1960	Inconnu	Vancanneyt et al. (2006)
<i>Leuc. inhae</i>	2003	kimchi	Kim et al. (2003)
<i>Leuc. kimchii</i>	2000	kimchi	Kimchi Kim et al. (2000)
<i>Leuc. gasicomitatum</i>	2001	Inconnu	Bjorkroth et al. (2000)
<i>Leuc. holzapfelii</i>	2007	Café fermenté	De Bruyne et al. (2007)
<i>Leuc. Palmae</i>	2009	Vin de palme	Ehrmann et al. (2009)

I-5-2-2- Le genre *Weissella* :

Les cellules de ce genre sont ovoïdes ou de courts bâtonnets à extrémités rondes qui s'associent en paires ou en courtes chaînes. Elles sont hétérofermentaires et sont généralement immobiles. Cependant, une nouvelle espèce mobile avec flagelles péritriches, *Weissella beninensis*, a récemment été décrite par Padonou et al en 2010. Les espèces du genre *Weissella* sont connues pour produire divers EPS (Lahtinem et al, 2012).

Actuellement le genre *weissella* comprend dix-huit espèces, qui sont *W. thailandensis*, *W. cibaria*, *W. hellenica*, *W. mineur*, *W. viridescens*, *W. paramesenteroides*, *W. confusa*, *W. soli*, *W. koreensis*, *W. kandleri*, *W. ghanensis*, *W. beninensis*, *W. fabaria*, *W. halotolerans*, *W. oryzae*, *W. diestrammenae*, *W. ceti* et *W. fabalis* (Fig.6) (Zhang et Cai, 2014).

La température optimale de croissance est de 15°C, mais quelques espèces peuvent croître entre 42°C et 45°C (Lahtinem et al, 2012 ; Bjorkroth et Holzapfel, 2006).

Les souches *W. beninensis*, *W. cibaria* et *W. thailandensis* peuvent pousser à 10% de NaCl (Zhang et Cai, 2014).

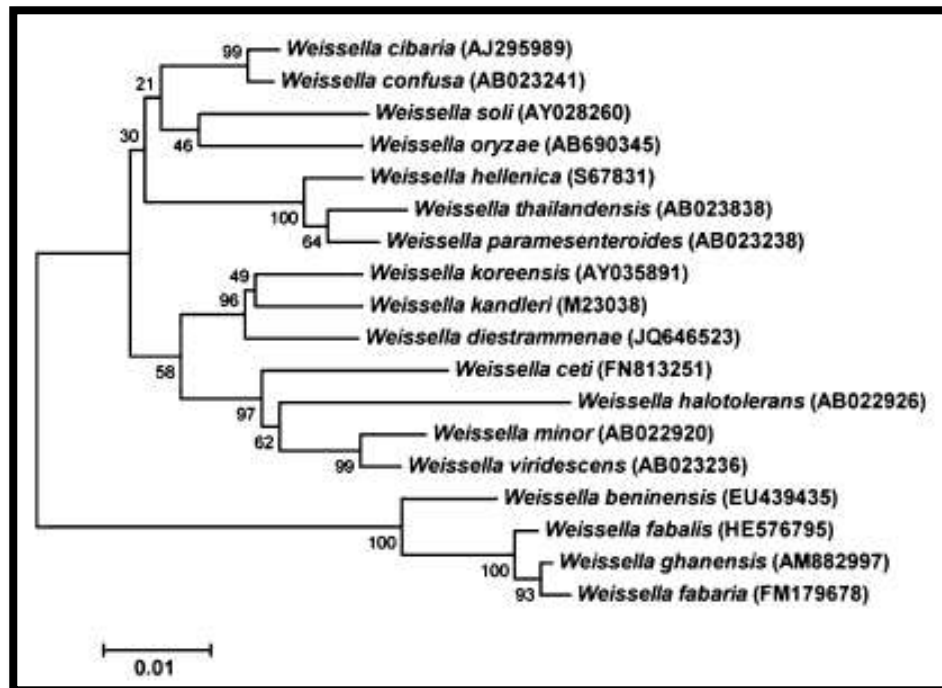


Figure.6 : Arbre phylogénétique représentant les relations entre les espèces de *Weissella* basée sur le séquençage des gènes ARNr 16S (Zhang et Cai, 2014).

I-5-2-3- Le genre *Oenococcus* :

Ce sont des bactéries immobiles, asporulées de forme ellipsoïdale à sphérique, avec un arrangement en paires ou en chaînes, non hémolytiques et généralement non protéolytiques. Elles exigent un milieu riche en acides aminés et en facteurs de croissance. Leur température optimale est de 20°C à 30°C, acidophiles poussant à un pH initial de 4,8.

Elles ont pour habitat le vin; par conséquent, elles tolèrent l'éthanol et se développent dans des milieux contenant 10% d'éthanol (Bjorkroth et Holzapfel, 2006 ; Zhang et Cai, 2014).

I-5-3- Les genres *Enterococcus*, *Lactococcus* et *Streptococcus* :

Ils étaient anciennement groupés en un seul genre *Streptococcus*. Ils sont très fréquents dans l'industrie alimentaire comme contaminant et surtout comme agents de fermentation homolactique (avec production d'acide lactique de type dextrogyre). Ils sont très exigeants sur le plan nutritionnel (Salminen et al, 2004).

I-5-3-1- Le genre *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 lactocoques se présentent sous forme de coques en paire ou en chaînes de longueur variable (Fig.7).

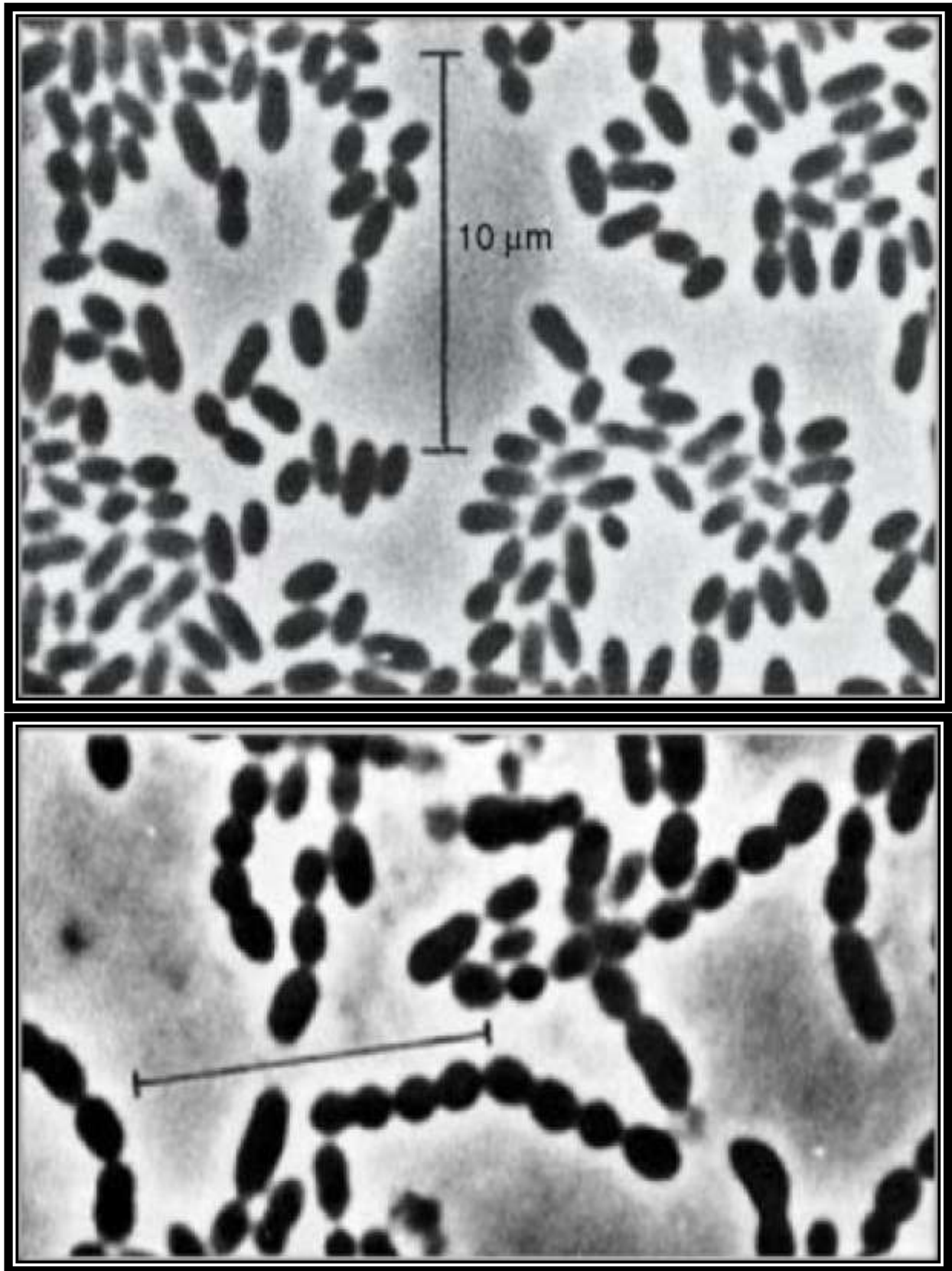


Figure.7: *Lactococcus lactis subsp lactis* sous forme de cellules ovoïdes par paire (photo du haut), et en chaînette (photo du bas) selon la souche (Teuber et Geis, 2006).

Ce sont des bactéries anaérobies facultatives, homofermentaires, ne produisant que de l'acide lactique L(+), seul *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* produit le diacétyle. Leur température optimale de croissance est proche de 30°C, capable de se développer à 10°C mais pas à 45°C ; certaines espèces peuvent pousser à des températures aussi basses que 7°C lors d'une incubation prolongée de 10 à 14 jours. Les cultures se développent typiquement dans 4,0% de NaCl; Toutefois, *Lc. lactis* subsp. *cremoris* ne tolère que 2,0% de NaCl, qui se trouve être la seule exception connue. Les Lactocoques poussent mieux à des valeurs de pH quasi-neutre et cessent de croître à un pH d'environ 4,5 (Tab.5) (Zhang et Cai, 2014 ; Salminen et al, 2004 ; Teuber et Geis, 2006 ; Lahtinem et al, 2012 ; Schleifer et al, 2009).

Elles ne poussent pas au pH 9,6 ou en présence de 6,5% de NaCl. Exepté l'espèce *Lactococcus garviae*, elles ne sont pas hémolytiques (Alomar, 2007).

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).

Le pourcentage GC de la l'ADN des espèces incluses dans ce genre est de 34 à 43% (Schleifer et al, 2009).

Actuellement, le genre *Lactococcus* comprend 11 espèces et sous-espèces reconnues: *Lc. chungangensis*, *Lc. fujiensis*, *Lc. garviae*, *Lc. lactis* subsp. *cremoris*, *Lc. lactis* subsp. *hordniae*, *Lc. lactis* subsp. *lactis*, *Lc. lactis* subsp. *tractae*, *Lc. piscium*, *Lc. plantarum*, *Lc. raffinolactis* et *Lc. taiwanensis* (Fig.8) (Zhang et Cai, 2014).

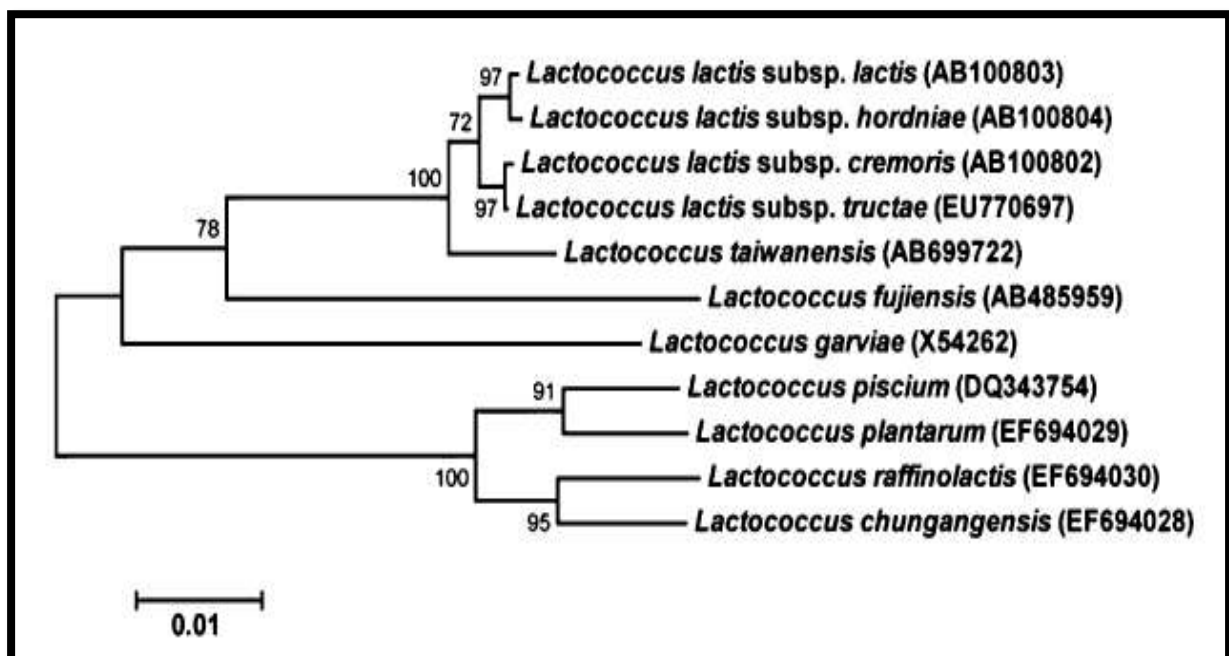


Figure.8 : Les relations phylogénétiques entre les espèces du genre *Lactococcus* basé sur le séquençage des ARNr 16S (Zhang et Cai, 2014).

I-5-3-2- Le genre *Enterococcus*

Le mot «enterocoque» ou «entérocoque» a été d'abord utilisé par Thiercelin et Jouhaud en 1899 (Zhang et Cai, 2014).

Ce genre regroupe les streptocoques fécaux qui représentent une hémolyse de type λ et β et qui appartiennent au groupe D. Ce sont des cellules ovoïdes isolées, en paires ou en courtes chaînes, homofermentaires. Quelques espèces sont mobiles par des petits flagelles et d'autres possèdent une pseudo-catalase. Ce genre se caractérise par sa tolérance à 6.5% de NaCl, au pH : 9,6 et par la croissance à 10°C et 45°C avec une température optimale de croissance de 35°C à 37°C (Tab.5) (Tamime, 2002 ; Ho et al, 2007 ; Devriese, 2006).

Actuellement le genre *Enterococcus* comprend 46 espèces validées dont l'un est composé de deux sous-espèces: *E. alcedinis*, *E. aquimarinus*, *E. asini*, *E. avium*, *E. caccae*, *E. camelliae*, *E. canintestini*, *E. canis*, *E. casseliflavus*, *E. cecorum*, *E. columbae*, *E. devriesei*, *E. dispar*, *E. durans*, *E. eurekensis*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. gallinarum*, *E. gilvus*, *E. haemoperoxidus*, *E. hermanni*, *E. hirae*, *E. italicus*, *E. lactis*, *E. lemanii*, *E. malodoratus*, *E. moraviensis*, *E. mundtii*, *E. oecovillorum*, *E. pallens*, *E. phoenicolicola*, *E. plantarum*, *E. pseudoavium*, *E. quebecensis*, *E. raffinosus*, *E. ratti*, *E. rivorum*, *E. rotai*, *E. subsp. saccharolyticus*, *E. subsp. taiwanensis*, *E. silesiacus*, *E. sulfureus*, *E. termitis*, *E. thailandicus*, *E. ureasiticus*, *E. ureilyticus* et *E. viikkiensis* (Fig.9) (Zhang et Cai, 2014).

Ce sont des commensaux de l'intestin. Les espèces rencontrées dans l'alimentation sont essentiellement *E. faecalis* et les espèces proches. Généralement les espèces sont différenciées par la fermentation de l'arabinose et du sorbitol (Tamime, 2002 ; Ho et al, 2007).

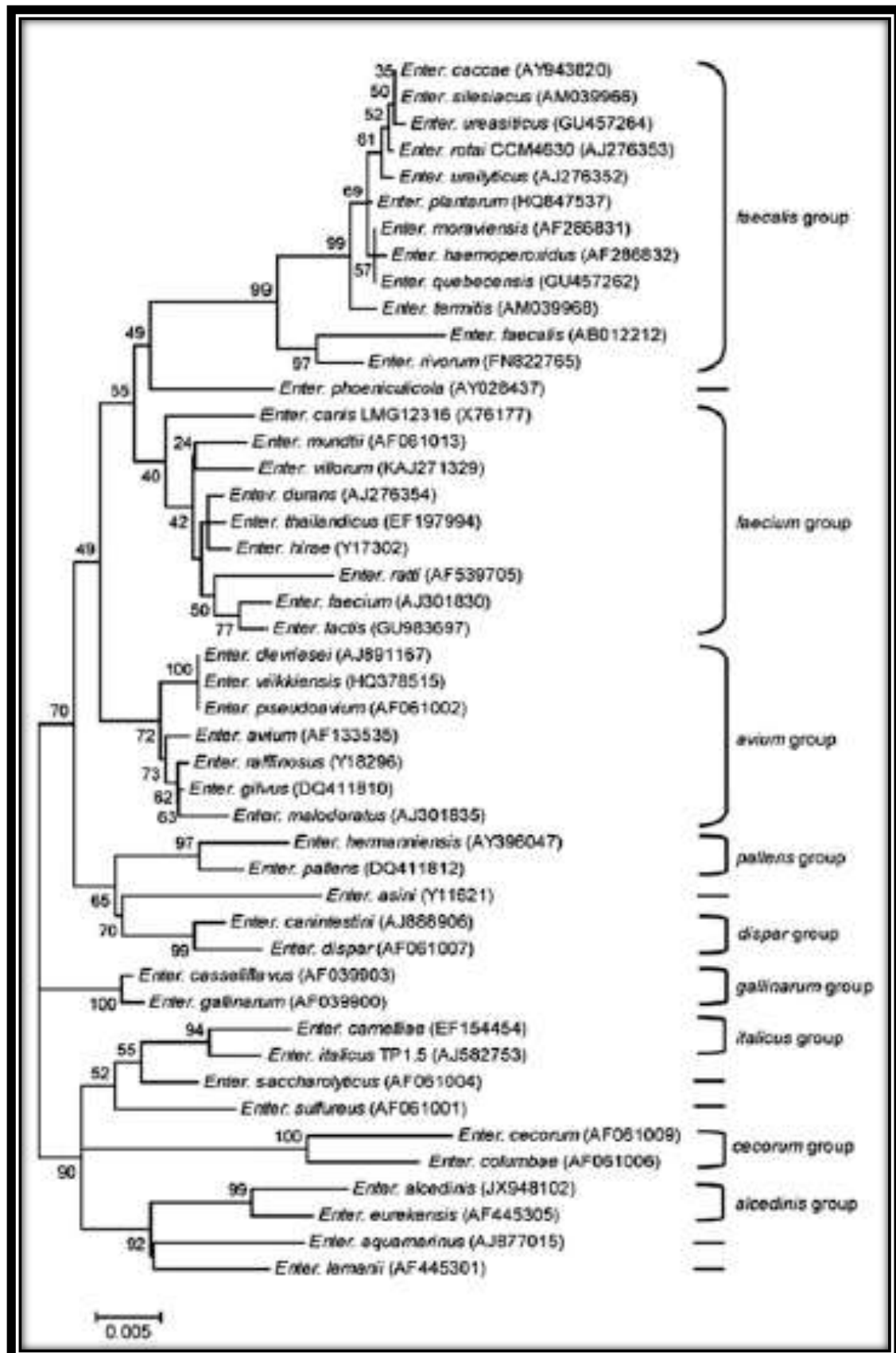


Figure.9 : Les relations phylogénétiques entre les espèces du genre *Enterococcus* basé sur le séquençage des ARNr 16S (Zhang et Cai, 2014).

I-5-3-3- Le genre *Streptococcus* :

Le genre *Streptococcus* est toujours large et la classification est très mouvementée. Ce genre est généralement divisé en trois groupes : pyogène (la plus part des espèces pathogènes et hémolytiques), oral (tel que *S. salivarius*, *S. bovis*) et les autres streptocoques (Scheilfer, 1987).

La seule espèce de streptocoque qui soit utilisée en technologie alimentaire est *Streptococcus thermophilus* qui a été incluse dans le groupe des « autres streptocoques », mais ensuite transféré au groupe des streptocoques oraux à cause de leur degré d'homologie avec l'ADN de *Streptococcus salivarius* (Stiles et Holzapfel, 1997).

Streptococcus thermophilus se différencie par son habitat (lait et produits laitiers) et son caractère non pathogène. La résistance à la température, la capacité de croître à 52°C et le nombre limité des hydrates de carbones permettent de distinguer les *S. thermophilus* de la plupart des autres streptocoques (Haddie, 1986 ; Pilet et al, 2005).

* *Streptococcus thermophilus* : un streptocoque atypique

S. thermophilus (Fig.10) est l'une des bactéries lactiques thermophiles, largement employée en tant que levain dans la fabrication de certains produits laitiers fermentés tel que le yaourt (en culture mixte avec *Lb. bulgaricus*) et les fromages à pâte cuite (en culture mixte avec *Lb. helveticus*), notamment la Mozzarella (Hols et al, 2005 ; Delorme, 2008).

Elle est connue par une forte production d'arôme tel que l'acétaldéhyde, et par sa capacité de produire de l'acide folique et des exopolysaccharides (Chaves et al, 2002 ; Delorme, 2008).

Cette espèce est caractérisée par l'utilisation du glucose seul à partir du lactose, ayant pour résultat des produits fermentés contenant du galactose résiduel (Hols et al, 2005).

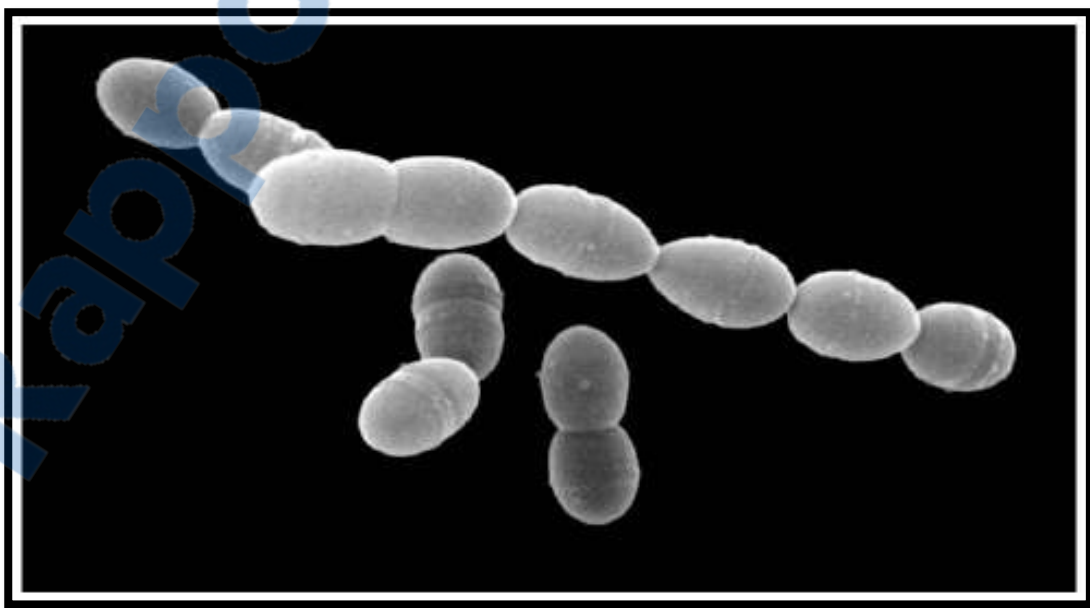


Figure .10: Morphologie cellulaire de *Streptococcus thermophilus* observée par microscopie électronique (Durso et Hutkins, 2003).

S. thermophilus est la seule espèce non pathogène du genre *Streptococcus*, appartenant au groupe des bactéries ayant un intérêt industriel et nutritionnel reconnu sous le nom GRAS (**Dellaglio et al, 1994; Hols et al, 2005**). Pourtant, elle est liée à d'autres streptocoques pathogènes tels que *S. pneumoniae* et *S. pyogenes*. Les gènes de la virulence (VRGs) sont absents du génome de *S. thermophilus* ou sont présents seulement comme pseudo gènes (**Hols et al, 2005**).

S. thermophilus possède un pourcentage en G+C' (37-40%) proche de celui des entérocoques et des lactocoques (**Dellaglio et al, 1994**).

Des études moléculaires portant sur le séquençage du gène de l'ARNr 16S ont démontré que *S. thermophilus* est une espèce très distincte des *S. salivarius* et des entérocoques (**Delorme, 2008**).

S. thermophilus appartient au groupe des « streptocoques viridans ». Ce groupe est subdivisé en cinq sous-groupes qui sont :

- (i) le groupe des *mutans* ;
- (ii) le groupe des *anginosus* ;
- (iii) le groupe des *sanguinis* ;
- (iv) le groupe des *mitis* et
- (v) le groupe des *salivarius* (**Facklam, 2002**).

Toutes les espèces du groupe « streptocoques viridans » sont commensales, elles sont trouvées dans les cavités buccales, gastro-intestinales et dans les tractus génitaux des mammifères (**Facklam, 2002**), à l'exception de *S. thermophilus*. Cette espèce appartient au groupe des *salivarius*. Ce groupe comprend à son tour trois espèces, *S. salivarius*, *S. vestibularis* et *S. thermophilus*.

Cette espèce diffère des autres coques lactiques homofermentaires par des caractères majeurs, telle que son incapacité à fermenter le maltose et à hydrolyser l'esculine (Tab.5).

Chapitre I : Revue Bibliographique

Tableau.5 : Caractéristiques des genres *Enterococcus*, *Lactococcus* et *Streptococcus* d'après (Guiraud, 1998).

	<i>Enterococcus</i>			<i>Lactococcus</i>			<i>Streptococcus</i>					
	<i>Ec.durans</i>	<i>Ec.faecalis</i>	<i>Ec.faecium</i>	<i>Lc.lactis ssp cremoris</i>	<i>Lc.lactis ssp lactis</i>	<i>Lc. « diacetylactis »</i>	<i>S. agalactiae</i>	<i>S. bovis</i>	<i>S. dysgalactiae</i>	<i>S. mitis</i>	<i>S. pyogenes</i>	<i>S. thermophilus</i>
Groupe sérologique	D	D	D	N	N	N	B	D	C	.	A	.
Hémolyse	$\alpha\beta$	β	(α)	γ	γ	γ	(β)	(α)	R	(α)	β	(α)
Croissance à 10°C	V	+	+	+	+	+	V	-	-	+	-	-
Croissance à 45°C	+	+	+	-	-	-	-	V	-	V	-	+
Croissance à pH 9.6	+	+	+	+	-	+	-	V	-	V	-	-
Croissance à 6% Na Cl	+	+	+	-	-	-	V	-	-	-	-	-
Croissance sur milieu bilie	+	+	+	-	-	-	V	+	-	V	-	-
Résistance 30min 60°C	V	+	+	V	V	V	-	+	-	-	-	+
Résistance à l'optochine	-	-	-	-	-	-	+	+	+	V	+	V
Croissance sur lait	V	+	+	+	V	+	-	-	-	-	-	-
Arginine	+	+	+	+	-	+	+	-	+	V	+	V
Résistance au tellurite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrolyse de l'hippurate	V	V	+	-	V	V	+	-	-	-	-	-
Réduction du TTC	-	-	-	-	-	-	-	V	-	-	-	-
Lait tournesolé	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	.	AC	.	.	A	AC
Lactose	+	+	+	+	+	+	V	+	+	+	+	+
Maltose	(+)	(+)	(+)	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Acétoïne (VP)	V	V	V	+	-	-	V	V	-	-	-	V*
B-glucuronidase	-	-	-	-	-	-	(+)	+	+	-	(-)	-
Gélatinase	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	V	-
Esculine	+	+	+	V	V	V	-	+	-	V	V	-

V: Variable; (+) positive pour la plupart des Souches ; A : Acidification ; R : Réduction ; C : Coagulation ; (.) : Non signalé; * : + sur citrate ; - : négative

I-5-4- Les genres *Pediococcus*, et *Tetragenococcus* :

Ce sont des coques uniformément sphériques ou ovoïdes mais jamais allongés, dont la particularité est le regroupement en tétrade du a une division dans les deux directions perpendiculaires (Fig.11). Ainsi, ils ne forment jamais de chaînes typiques des autres genres de coques : *Leuconostoc*, *Lactococcus* et *Streptococcus*, qui forment des chaînes en raison de la division dans un seul plan. Certaines espèces se distinguent par leur capacité à se développer à des teneurs très élevées en sels, comme *Pediococcus halophilus*, renommé *Tetragenococcus halophilus* et *Tetragenococcus muriaticus* qui tolère jusqu'à 18% de NaCl (Pilet et al, 2005).

Les espèces du genre *Pediococcus* sont mésophiles, leur métabolisme est homofermentaire, ne produisant pas de CO₂ à partir du glucose, le plus souvent incapable d'utiliser le lactose, et leur développement nécessite la présence de divers facteurs de croissance. Poussant a un pH de 5 mais ne poussent pas à 9. Leur température optimale de croissance varie de 25°C à 35°C. Ils ne sont pas en mesure de réduire le nitrate (Holzapfel et al 2009; Lahtinem et al, 2012; Holzapfel et al, 2006).

Actuellement, le genre *Pediococcus* comprend 11 espèces : *P. acidilactici*, *P. argentinicus*, *P. cellicola*, *P. claussenii*, *P. damnosus*, *P. ethanolidurans*, *P. inopinatus*, *P. parvulus*, *P. pentosaceus*, *P. siamensis* et *P. stilesii* (Zhang et Cai, 2014).

Ils possèdent un pourcentage en G+C de l'ADN compris entre 35 et 44% (Zhang et Cai, 2014).

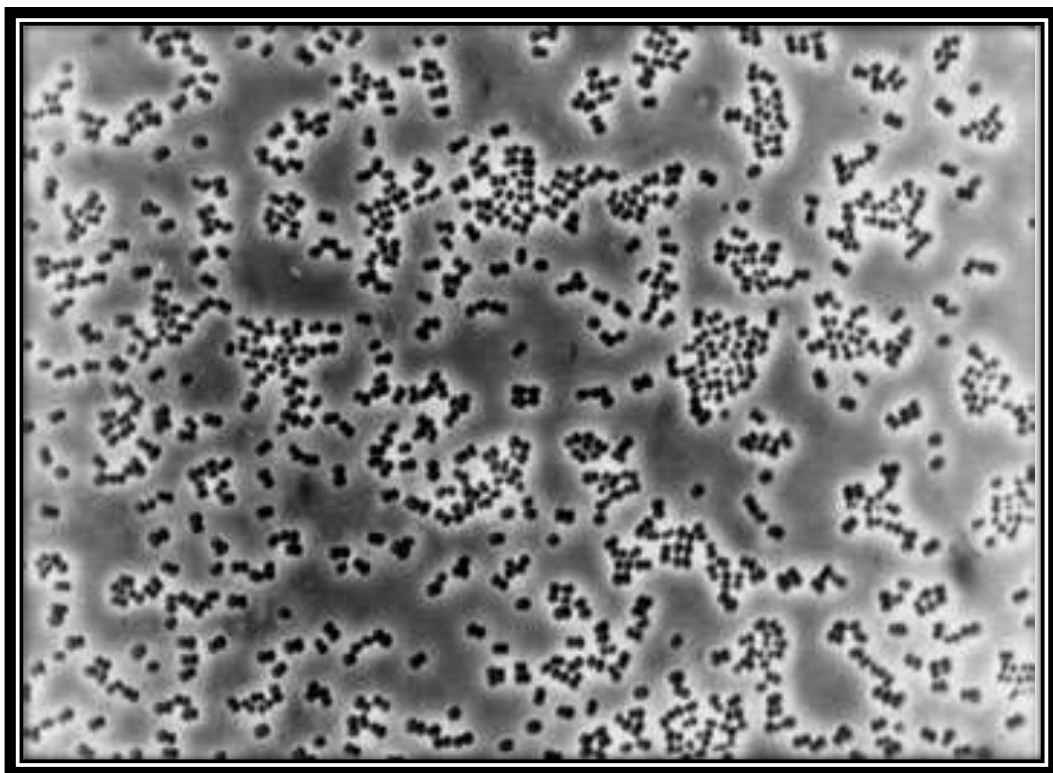


Figure.11 : *Pediococcus damnosus* (Holzapfel et al, 2006).

Ils appartiennent à la famille des Lactobacillaceae. La position phylogénétique du genre *Pediococcus* a été établie à l'aide de l'analyse de l'ARNr 16S et a montré que les genres *Lactobacillus*, *Leuconostoc* et *Pediococcus* sont étroitement liés (Fig.12) (Holzapfel et al 2009; Lahtinem et al, 2012; Holzapfel et al, 2006).

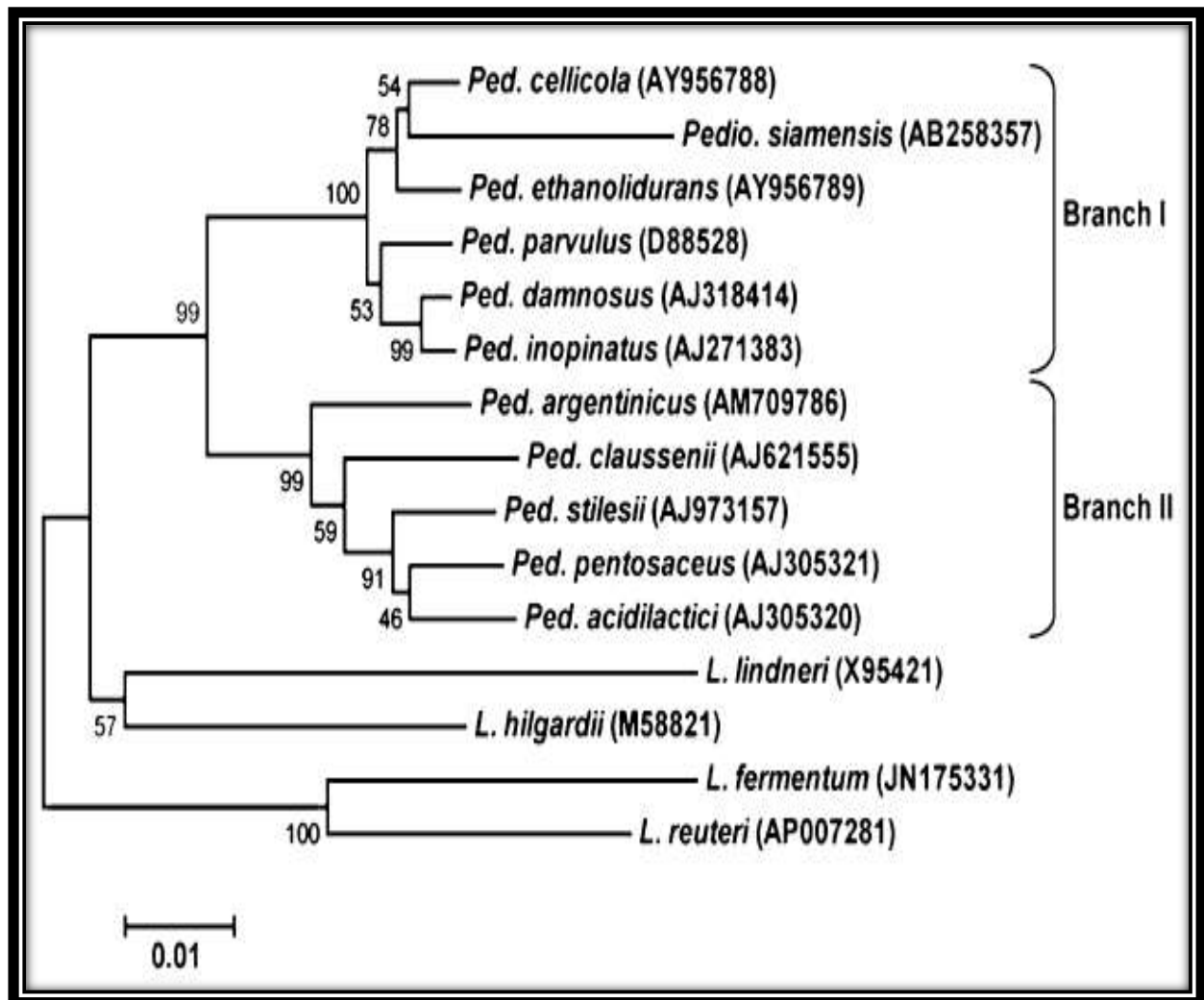


Figure.12 : Les relations phylogénétiques entre les espèces du genre *Pediococcus* et quelques espèces du genre *Lactobacillus* basé sur le séquençage des ARNr 16S (Zhang et Cai, 2014).

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 *Pediococcus* sont parfois utilisés comme levains lactiques pour les charcuteries (Guiraud et Rosec, 2004 ; Tosukhowong et al, 2005).

I-5-5- Le genre *Bifidobacterium* :

Le genre *Bifidobacterium* est considéré comme faisant partie du groupe des bactéries lactiques grâce à la similarité de ses propriétés physiologiques et biochimiques et à sa présence dans le même habitat écologique, tel que le tube gastro-intestinal. Ces microorganismes sont phylogénétiquement sans rapport avec ces dernières. Ils sont davantage liés au phylum *Actinobacteria* (anciennement *Actinomycètes*) (Axelsson et al, 2004 ; Pilet et al, 2005 ; Ho et al, 2007).

Les bifidobactéries ont été découverts pour la première fois dans les fèces de bébés nourris au lait maternel par Tissier (1900), qui a isolé une bactérie avec une forme étrange et caractéristique en « Y » (Zhang et Cai, 2014).

Ce sont des bactéries Gram positif dont l'ADN est à haut pourcentage en G +C (46-67%). Les bifidobactéries se caractérisent par leur forme très irrégulière en forme de V, X ou Y (Fig.13) ressemblant à des branches mais pouvant être coccoïdes (Axelsson et al, 2004 ; Pilet et al, 2005 ; Ho et al, 2007).

Leur morphologie est généralement appelée bifide. La raison réelle pour la forme irrégulière de bifidobactéries n'est pas encore clairement comprise. Cependant, quelques études ont révélé que l'absence ou la faible concentration du N-acétylamino « impliqué dans la synthèse des peptidoglycanes », les ions Ca^{2+} ou des acides aminés dans les milieux de croissance peut induire à la forme bifide (Zhang et Cai, 2014).

La présence d'une enzyme, la fructose-6-phosphate phosphocétolase, leur permet de fermenter les hexoses en produisant de l'acide acétique et de l'acide lactique (Fig.17) (Axelsson et al, 2004 ; Pilet et al, 2005 ; Ho et al, 2007).

Actuellement, le genre *Bifidobacterium* comprend 41 espèces et neuf sous-espèces. Celles-ci ont été isolées à partir du tractus gastro-intestinal des humains, des animaux et des insectes mais aussi de caries dentaires humaines et des produits laitiers (tab.6) (Zhang et Cai, 2014).

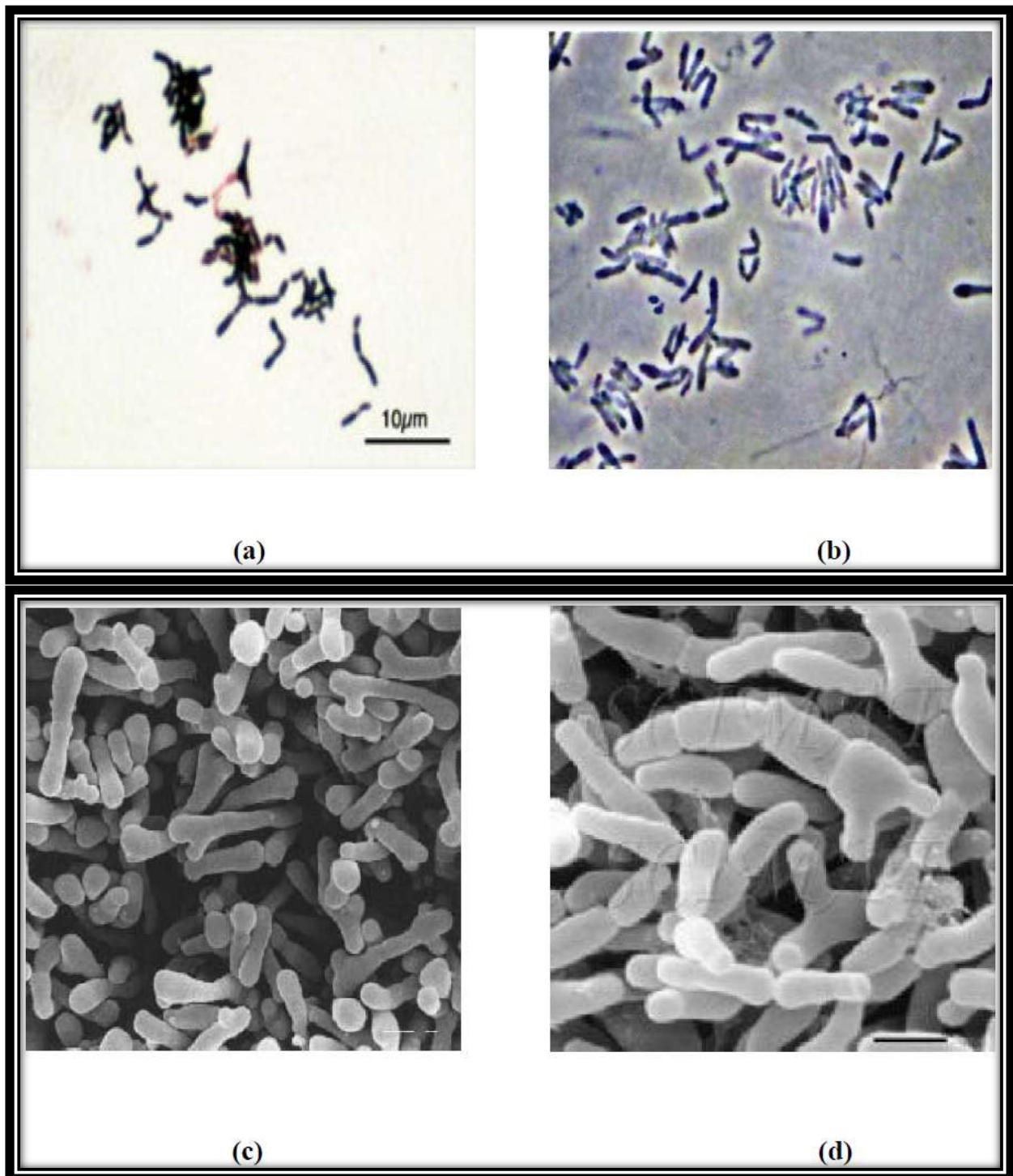


Figure.13 : Observation microscopique des cellules de *Bifidobacterium* sp.

Observation au microscope optique :

(a): *Bifidobacterium adolescentis* (Bar: 10µm) (Anonyme, 2008).

(b): *Bifidobacterium animalis* (x500) (Trojauova et al, 2006).

Observation au microscope électronique:

(c): *Bifidobacterium* sp. (Bar: 1 µm) (Biavati et al, 2000).

(d): *Bifidobacterium breve* (Bar: 1µm) (Anonyme, 2006).

Tableau .6 : Liste des espèces du genre *Bifidobacterium* (Zhang et Cai, 2014).

Numéro	Espèces	Année	Source	Phylogroupe *
1	<i>B. actinocoloniiforme</i>	2011	Bee-GI	B. asteroides
2	<i>B. adolescentis</i>	1963	Human-GI	B. adolescentis
3	<i>B. angulatum</i>	1974	Human-GI	B. adolescentis
4	<i>B. animalis</i> ssp. <i>animalis</i>	2004	Rodent-GI	B. pseudolongum
5	<i>B. animalis</i> ssp. <i>lactis</i>	1997	Dairy products	B. pseudolongum
6	<i>B. asteroides</i>	1969	Bee-GI	B. asteroides
7	<i>B. biavatii</i>	2012	Monkey-GI	B. scardovii
8	<i>B. bifidum</i>	1924	Human-GI	ss
9	<i>B. bohemicum</i>	2011	Bee-GI	ss
10	<i>B. bombi</i>	2009	Bee-GI	ss
11	<i>B. boum</i>	1979	Bovine-GI	B. boum
12	<i>B. breve</i>	1963	Human-GI	ss
13	<i>B. callitrichos</i>	2012	Monkey-GI	B. adolescentis
14	<i>B. catenulatum</i>	1974	Human-GI	B. adolescentis
15	<i>B. choerinum</i>	1979	Swine-GI	B. pseudolongum
16	<i>B. coryneforme</i>	1982	Bee-GI	B. asteroides
17	<i>B. cuniculi</i>	1979	Rodent-GI	B. cuniculi
18	<i>B. dentium</i>	1974	Human-dental	B. adolescentis
19	<i>B. gallicum</i>	1990	Human-GI	B. pseudolongum
20	<i>B. gallinarum</i>	1983	Poultry-GI	B. pullorum
21	<i>B. indicum</i>	1969	Bee-GI	B. asteroides
22	<i>B. kashiwanohense</i>	2011	Human-GI	B. adolescentis
23	<i>B. longum</i> ssp. <i>infantis</i>	2008	Human-GI	B. longum
24	<i>B. longum</i> ssp. <i>longum</i>	1963	Human-GI	B. longum
25	<i>B. longum</i> ssp. <i>suis</i>	2008	Swine-GI	B. longum
26	<i>B. magnum</i>	1974	Rodent-GI	ss
27	<i>B. merycicum</i>	1991	Bovine-GI	B. adolescentis
28	<i>B. minimum</i>	1982	Sewage	ss
29	<i>B. mongoliense</i>	2009	Dairy products	ss
30	<i>B. pseudocatenulatum</i>	1979	Human-GI	B. adolescentis
31	<i>B. pseudolongum</i> ssp. <i>globosum</i>	1992	Bovine-GI	B. pseudolongum
32	<i>B. pseudolongum</i> ssp. <i>pseudolongum</i>	1992	Swine-GI	B. pseudolongum
33	<i>B. psychraerophilum</i>	2004	Swine-GI	B. cuniculi
34	<i>B. pullorum</i>	1974	Poultry-GI	B. pullorum
35	<i>B. reuteri</i>	2012	Monkey-GI	ss
36	<i>B. ruminantium</i>	1991	Bovine-GI	B. adolescentis
37	<i>B. saeculare</i>	1992	Rodent-GI	B. pullorum
38	<i>B. saguini</i>	2012	Monkey-GI	ss
39	<i>B. scardovii</i>	2002	Human-blood	B. scardovii
40	<i>B. stellenboschense</i>	2012	Monkey-GI	B. scardovii
41	<i>B. stercoris</i>	2010	Human-GI	B. adolescentis
42	<i>B. subtile</i>	1982	Sewage	ss

Numéro	Espèces	Année	Source	Phylogroupe *
43	<i>B. thermacidophilum</i> ssp. <i>porcinum</i>	2003	Swine-GI	B. boum
44	<i>B. thermacidophilum</i> ssp. <i>thermacidophilum</i>	2003	Sewage	B. boum
45	<i>B. thermophilum</i>	1969	Swine-GI	B. boum
46	<i>B. tsurumiense</i>	2008	Rodent-dental	ss

*Ss : une seule espèce

La majorité des espèces sont anaérobies stricts, mais certaines espèces, telles que *B. psychraerophilum*, *B. scardovii* et *B. tsurumiense*, peuvent tolérer l'oxygène et croître dans des conditions aérobies. La température optimale de croissance est de 37 à 41° C pour la plupart des espèces avec une température minimale de croissance de 25°C et maximale de 45°C. Il est à noter que *B. psychraerophilum* peut croître à 8° C et *B. thermacidophilum* à 49,5°C. Le pH optimal de croissance est de 6,5 à 7,0 (Zhang et Cai, 2014).

A l'exception de *B. thermacidophilum* subsp. *Thermacidophilum* qui a une croissance retardée a pH 4 (Dong et al, 2000) et *B. animalis* subsp. *animalis* et *B. animalis* subsp. *lactis* qui peuvent survivre exposer au pH 3.5 pendant 3 heures (Matsumoto et al, 2004), les autres espèces du genre ne peuvent pas croître à un pH de 4,5 à 5,0 ou de pH 8,0-8,5 (Zhang et Cai, 2014).

Jusqu'à présent, 54 génomes de 14 espèces et sous-espèces différentes ont été publiés (Zhang et Cai, 2014).

Traditionnellement, les espèces de *Bifidobacterium* ont été identifiées sur la base de l'hôte à partir duquel ils ont été isolé, leur morphologie cellulaire, le type fermentaire ou par leur capacité à utiliser divers sucre. Malheureusement, toutes ces méthodes phénotypiques manquent de reproductibilité car ils varient en fonction de la culture et des conditions utilisées dans les différents laboratoires et même entre les isolats de la même espèce (Zhang et Cai, 2014).

Au cours de la dernière décennie, le développement des outils de biologie moléculaire a conduit à des modifications profondes dans les méthodes d'identification de ces bactéries et a donné lieu à divers ajustements dans leur classification. L'identification génotypique, méthodes utilisant les gènes 16S et 23S de l'ARNr sont plus précises, même si elles ne peuvent pas distinguer clairement entre toutes les espèces de *Bifidobacterium*, par exemple, *B. Catenulatum*, *B. pseudocatenulatum*, *B. adolescentis*, *B. stercoris*, *B. coryneforme* et *B. indicum*, ont montré plus de 99% d'homologie (Zhang et Cai, 2014).

Une analyse phylogénétique basée sur le séquençage des gènes de l'ARNr 16S des 46 espèces et sous-espèces actuellement reconnues du genre *Bifidobacterium* a abouti à un arbre phylogénétique (Fig.14) qui est en accord avec les analyses taxonomiques décrites précédemment. Selon leur relations phylogénétiques, les 46 espèces et sous-espèces du genre *Bifidobacterium* pourrait être divisé en 8 groupes phylogénétiques et 11 espèces simples (Fig.14) (Zhang et Cai, 2014).

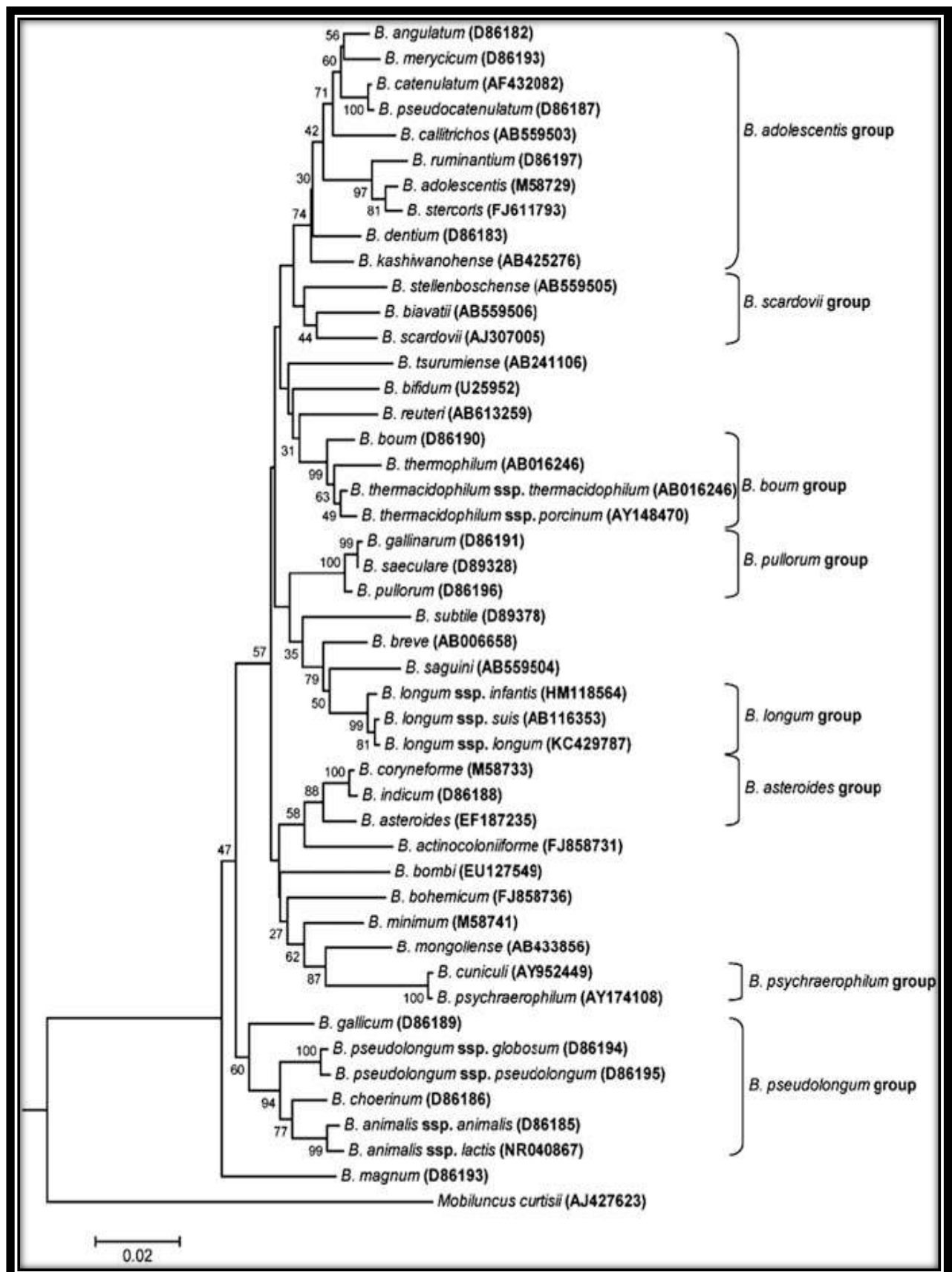


Figure.14 : Les relations phylogénétiques entre les espèces du genre *Bifidobacterium* basé sur le séquençage des ARNr 16S (Zhang et Cai, 2014).

I-5-6- Le genre *Aerococcus* :

Les cellules de ce genre sont de forme ovoïde (1-2µm de diamètre), immobiles, anaérobies facultatifs, catalase-négative, oxydase négative, α- hémolytiques, homofermentaires, arginine(-), pouvant croître à une concentration de 6,5% de NaCl, la division se déroule sur deux plans formant ainsi des tétrades. Cependant, des cellules isolées ou en paires peuvent être observées au milieu de la phase exponentielle (**Collins et Falsen, 2009**)

I-5-7- Le genre *Carnobacterium* :

Ce genre est constitué de bâtonnets courts parfois incurvés isolés ou en paires, psychrotolérants, pouvant se développer à pH : 9 mais pas à 4,5, incapables de croître à 8% de NaCl ; quelques espèces sont catalase (+) en présence d'hème (**Hammes et Hertel, 2006**).

I-5-8- Le genre *Vagococcus* :

Les cellules sont ovoïdes isolées, en paires ou en chaînes. La plupart des espèces sont mobiles par des flagelles péritriches. Elles sont capables de croître à 10°C mais pas à 45°C, homofermentaires et ADH (-) (**Collins, 2009**).

I-6-Physiologie et voies métaboliques centrales des bactéries lactiques :

I-6-1- Transport des sucres :

La membrane cytoplasmique des cellules est imperméable à de nombreux composés et peut donc entraver la pénétration des substrats utiles. Cette particularité est indispensable aux bactéries car une membrane exagérément perméable laisserait s'échapper des composants cellulaires précieux comme l'ATP, les nucléotides ou encore des intermédiaires métaboliques, de plus le maintien d'un potentiel membranaire deviendrait alors impossible. La membrane, structure hydrophobe, laisse donc pénétrer dans la cellule les composés apolaires par diffusion mais se révèle imperméable aux composés polaires hydratés comme les sucres.

Ainsi, l'entrée de ces derniers solutés nécessite la présence de systèmes de transport localisés au niveau de la membrane. Chez la plupart des bactéries lactiques, deux sont particulièrement importants:

- Le système phosphotransférase phosphoénolpyruvate dépendant (PTS), qui couple le transport et la phosphorylation du glucide,
- Le système perméase énergie-dépendant, qui fait pénétrer les sucres sous forme libre (Reynaud, 2006).

I-6-1-1- Le système perméase :

Ce système est basé sur la théorie chimiosmotique de Mitchell (1973). D'après ce concept, une enzyme membranaire (ATPase) couple l'hydrolyse de l'ATP à la sortie de protons générant ainsi un potentiel électrochimique de protons, appelé force motrice, à travers la membrane. Dans ce cas, le transport du sucre est couplé au mouvement de protons le long du gradient électrochimique, il s'agit donc d'un transport actif puisqu'il peut s'effectuer contre le gradient de concentration du sucre (Fig.15). Une fois à l'intérieur de la cellule, le substrat carboné est phosphorylé grâce à une kinase ATP-dépendante puis va être dégradé (Reynaud, 2006).

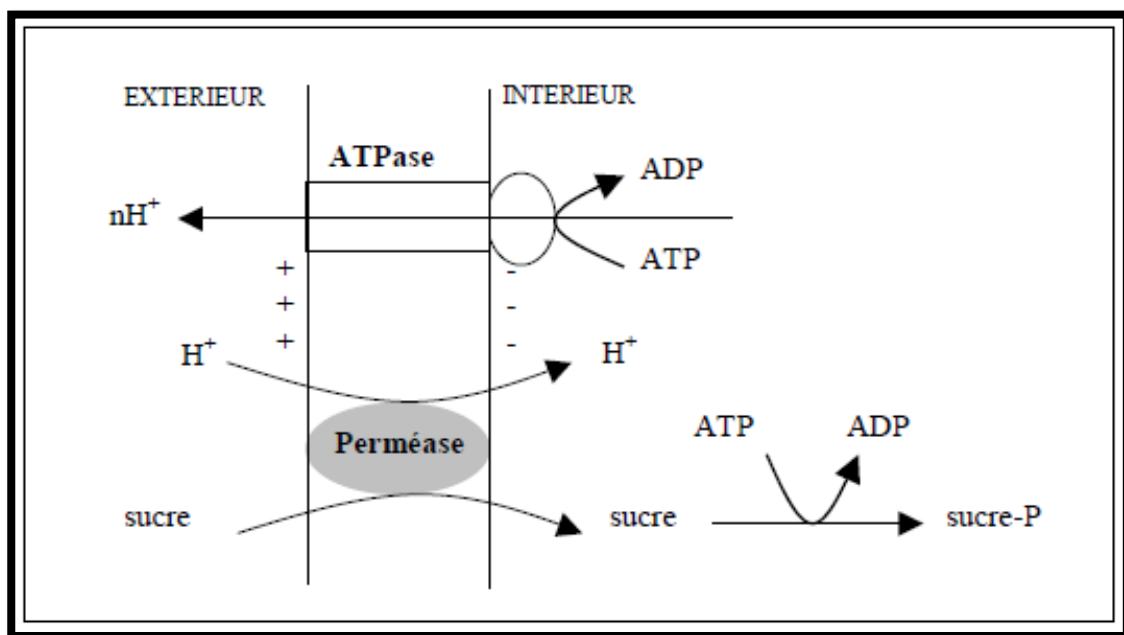


Figure.15 : Système perméase (Reynaud, 2006).

I-6-1-2- Système PTS :

Le système PTS (phosphotransférase PEP-dépendant) (Fig.16) est impliqué dans le transport de divers hydrates de carbone chez les bactéries. Il s'agit d'un groupe de translocation qui catalyse de façon concomitante l'entrée du sucre dans la cellule ainsi que sa phosphorylation.

Différentes protéines sont impliquées dans ce système,

- les deux protéines de couplage énergétique, l'enzyme I (EI) et HPr, sont communes à tous les systèmes,
- « enzyme II » (EII) : sont spécifiques du sucre et impliqués dans son transport. Chaque perméase EII est constituée de trois (IIA, B, C) ou quatre (IIA, B, C, D) domaines ou protéines selon le système.

Une suite de transferts du groupement phosphoryl du PEP vers le sucre s'effectue au sein du groupe de translocation. Le processus commence avec le transfert du groupement phosphoryl du PEP vers EI puis vers la protéine HPr qui a son tour catalyse la phosphorylation d'EII. Les domaines EIIA et B transfèrent le groupement phosphoryl jusqu'au sucre spécifique.

Le système PTS semble énergétiquement plus favorable que le système perméase, en effet, il couple entrée et phosphorylation du sucre avec la dépense d'une molécule de PEP, tandis que l'accumulation du sucre par un système non-PTS nécessite la dépense de plus d'un équivalent ATP car transport et phosphorylation ATP-dépendante sont physiquement séparés (**Reynaud, 2006 ; Deutscher et al, 2006**).

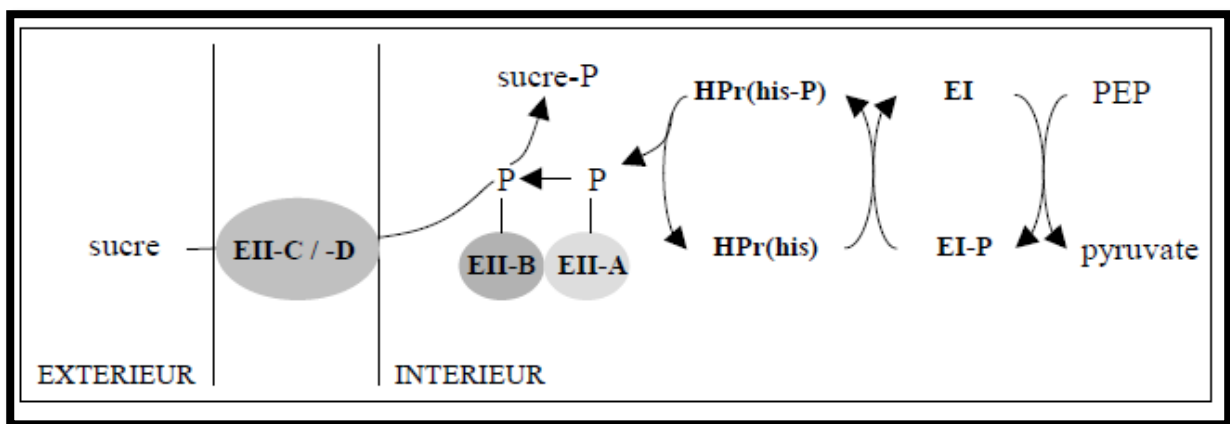


Figure.16 : Système PTS (Reynaud, 2006).

I-6-2-Catabolisme des sucres :

Toute croissance nécessite la production d'énergie et les bactéries lactiques ne font pas exception à la règle (**Atlan et al, 2008**).

Parce qu'elles ne possèdent pas un système respiratoire fonctionnel, elles doivent obtenir leur énergie par phosphorylation au niveau du substrat (**Lahtinen et al, 2012**).



Hétérotrophes, elles tirent leur énergie de la fermentation de substrats carbonés. Les carbohydrates fermentés en acide lactique par les bactéries lactiques peuvent être des monosaccharides tels que des hexoses (glucose, galactose), des pentoses (xylose, ribose, arabinose), hexitols et pentitols (mannitol, sorbitol, xylitol) ou des disaccarides (lactose, saccharose, cellobiose, tréhalose).

La fermentation des sucres s'effectue essentiellement en trois étapes (**Atlan et al, 2008**) :

- le transport du sucre à travers la membrane cellulaire ;
- le catabolisme intracellulaire du sucre ;
- la formation et expulsion extracellulaire des métabolites terminaux.

Selon les genres ou espèces, les bactéries lactiques utilisent principalement l'une des deux voies majeures du métabolisme des sucres (fig.17). Il s'agit des voies homofermentaire (Embden-Meyerhof-Parnas, EMP) et hétérofermentaire (voie des pentoses-phosphate) (**Atlan et al, 2008**).

I-6-2-1- Les voies du métabolisme des sucres chez les BL :

I-6-2-1-1- Voie homofermentaire ou EMP :

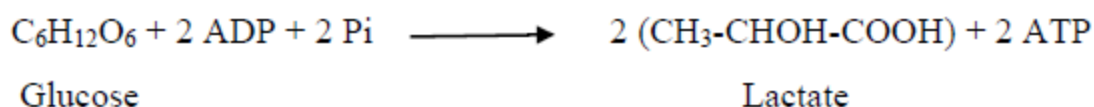
Toutes les bactéries lactiques à l'exception des genres : *Leuconstoc*, *Oenococcus*, *Weissella* et certaines espèces du genre *Lactobacillus*, entravent la voie de la glycolyse pour dégrader les hexoses (ex : glucose).

La fructose-1,6-bisphosphate aldolase (FBA), est une enzyme clé présente chez toutes les espèces homofermentaires et indispensable au fonctionnement de la voie EMP.

Après son transfert vers la cellule, le glucose subit une phosphorylation pour se transformer en fructose qui est à son tour phosphorylé en fructose 1-6 biphosphate (FBP) puis clivé en dihydroxyacétone phosphate (DHAP) et glycéraldéhyde phosphate (GAP). Ces deux derniers sont convertis en pyruvate.

Le pyruvate est dans une dernière étape réduit en acide lactique qui est le produit unique: c'est la fermentation homolactique (Fig.17) (**Mozzi et al, 2010**).

Cette voie conduit dans des conditions optimales de croissance à la production de deux molécules de lactate et deux molécules d'ATP par molécule de glucose consommée (**Thompson et Gentry-Weeks, 1994**).

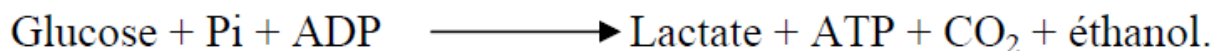


Dans les conditions défavorables telles la limitation du glucose, ces bactéries produisent également l'acide formique, l'acide acétique, l'éthanol et/ou le CO₂ par la voie de fermentation des acides mixtes (**Mozzi et al, 2010**).

I-6-2-1-2- Voie hétérofermentaire ou voie des pentoses phosphate :

Les principaux genres de bactéries lactiques présentant ce type de métabolisme sont les leuconostocs et certains lactobacilles. Ces microorganismes sont dépourvus d'une FBA, d'une triose-phosphate isomérase (TPI) ainsi que d'un système PTS fonctionnel. Dans ces conditions, le glucose est accumulé par l'intermédiaire d'un transport actif puis subit une phosphorylation intracellulaire par le biais d'une glucokinase (GLK) ATP-dépendante. Le glucose-6-phosphate emprunte ensuite la partie oxydative de la voie des pentoses-phosphate qui conduit à la formation de xylulose-5-phosphate. Le xylulose-5-phosphate est scindé en acétyl-phosphate et glycéraldéhyde-3-phosphate par la D-xylulose-5-phosphate phosphocétolase, enzyme spécifique à la voie hétérofermentaire. Enfin, l'acétyl-phosphate est converti en éthanol ou en acétate, et le GAP qui rejoint la glycolyse est métabolisé en acide lactique (Fig.17).

Le métabolisme hétérofermentaire est deux fois moins énergétique que le métabolisme homofermentaire puisqu'une mole de glucose conduit à la production d'une mole de lactate, d'éthanol, de CO₂ et d'un seul ATP (Raynaud, 2006).



Les hexoses autres que le glucose, tels que le mannose, le galactose et le fructose, sont fermentés par beaucoup de BL. Les sucres entrent dans les voies majeures au niveau de la glucose-6-phosphate ou fructose-6-phosphate après isomérisation et / ou phosphorylation. Une exception importante est le métabolisme du galactose par les BL, qui utilisent un système PTS ou une perméase pour l'absorption de ce sucre (Fig.18) (Voir les détails dans le métabolisme du lactose) (Salminen et al, 2004 ; Salminen et al, 2012).

Remarque :

Le métabolisme des bactéries du genre *Bifidobacterium* a une voie particulière appelée voie fermentaire bifide ou voie de la fructose-6-Phosphocétolase (FPC) (Fig.17). Dans cette voie, le fructose-6-P est scindé par la fructose-6-Phosphate phospho-cétolase en érythrose-4-phosphate et en acétyl-phosphate et du glyceraldéhyde-3-phosphate pour former de l'acétyl-phosphate et du glyceraldéhyse-3-phosphate (Atlan et al, 2008).

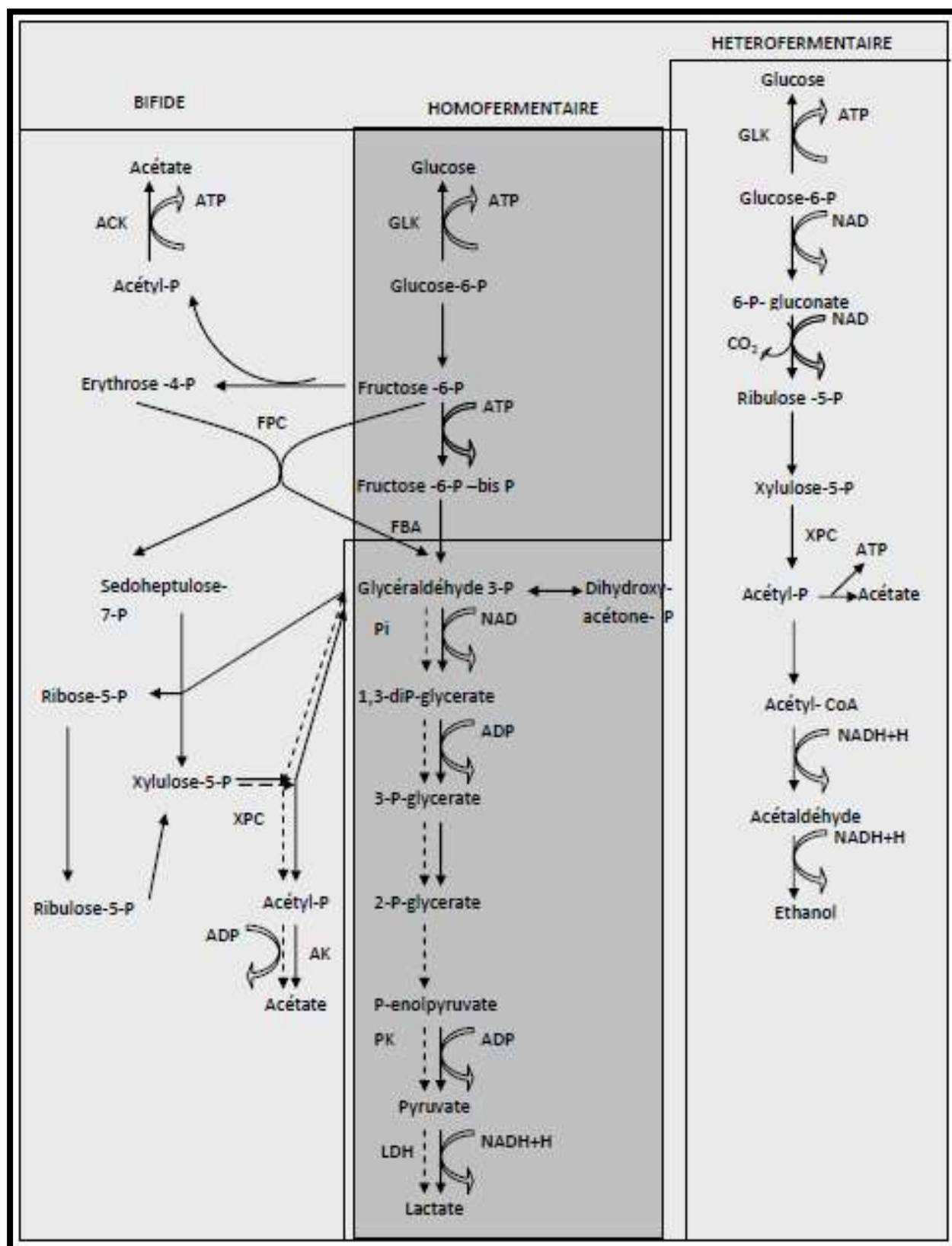


Figure.17: Voies métaboliques homofermentaire, hétérofermentaire et bifide de la dégradation du glucose chez les bactéries lactiques (Atlan et al, 2008).

GLK : glucokinase, FBA : fructose-1,6- bisphosphate aldolase, XPC : xylulose-5-phosphate phosphocétolase, PK : pyruvate kinase, LDH : lactate déshydrogénase.

I-6-2-2- Métabolisme du lactose :

Le lactose-6-phosphate intracellulaire issu du transport du lactose par le système PTSlac (Fig.18) est clivé en galactose-6-phosphate et glucose par la phospho- β -galactosidase (P- β -GAL, gène *lacG*). Le glucose, après phosphorylation par le PTSman ou la GLK, emprunte la glycolyse tandis que le galactose-6-phosphate suit la voie du Tagatose qui elle-même rejoint la glycolyse au niveau des trioses-phosphate (Fig.19).

Il a été montré que les souches, qui métabolisent très lentement ce sucre le transportent via un système perméase (Fig.18).

Le lactose est ensuite clivé en glucose et en galactose par la β -galactosidase, le glucose emprunte la glycolyse, tandis que le galactose est dirigé vers la voie de Leloir qui rejoint la glycolyse (Fig.19).

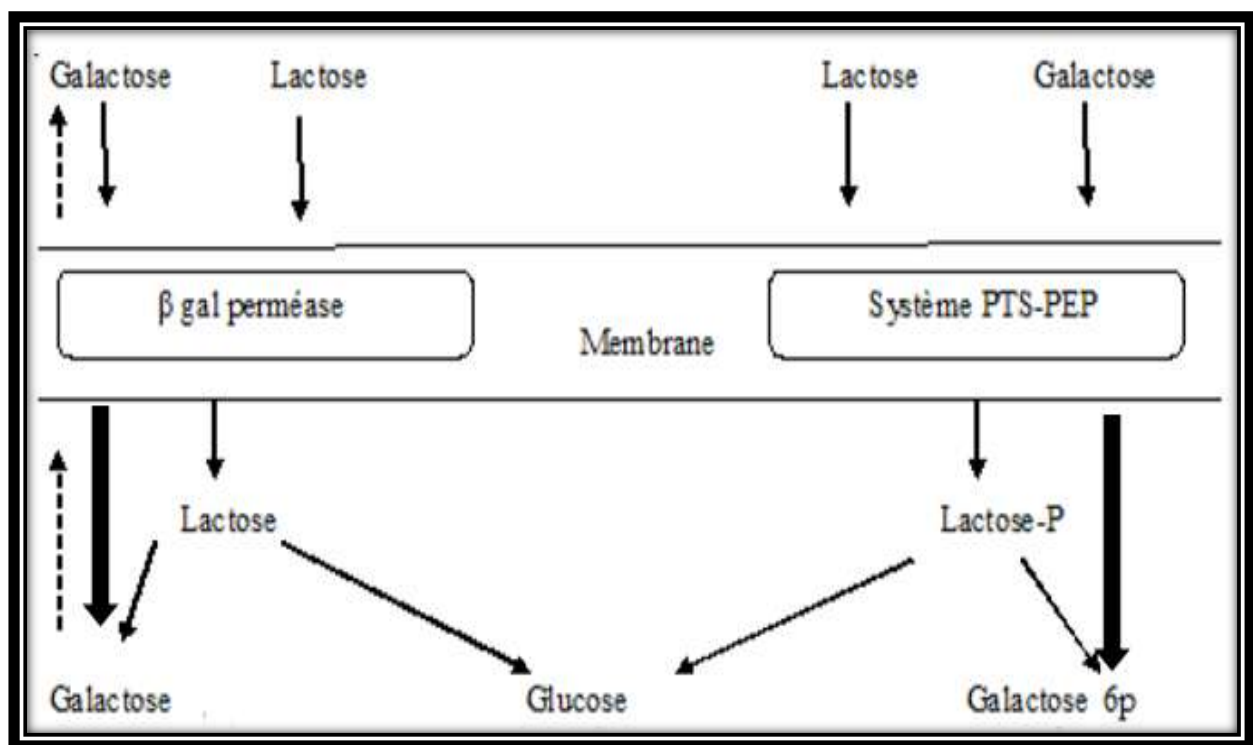


Figure.18 : Transport du lactose et du galactose chez les bactéries lactiques (Guetarni, 2013).

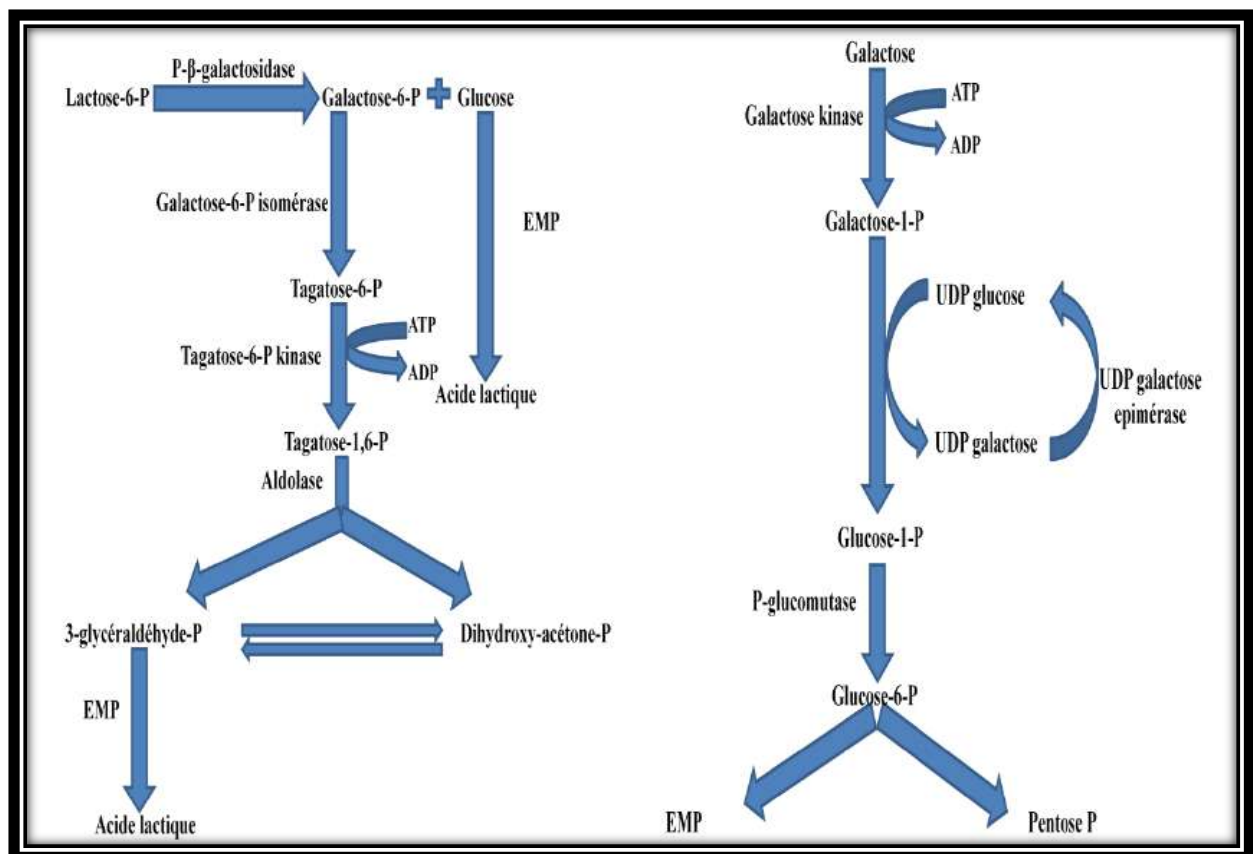


Figure.19 : Voie du tagatose (a gauche) et voie de Leloir (a droite) (Hutkins, 2001).

I-6-3-Métabolisme du citrate :

L'acide citrique est utilisé par de nombreuses espèces des genres *Streptococcus* (*Streptococcus thermophilus*), *Lactococcus* (*Lc. lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*), *Enterococcus* (*E. faecium*), *Pediococcus*, *Leuconostoc* (*Leuc. lactis*, *Leuc. cremoris*) et *Lactobacillus* (*Lb. plantarum*, *Lb. casei*). Cependant il ne peut être dégradé qu'en présence d'un substrat fermentescible et d'une source d'azote (Bekhouche, 2006).

Le pyruvate peut résulter du catabolisme des citrates en présence d'une source d'énergie comme le lactose. Les concentrations élevées en pyruvates sont en étroite relation avec la capacité de la bactérie à transporter le citrate dans la cellule puis le transformer en pyruvates. Les voies métaboliques du citrate ont été mises en évidence par Collins et al (1972) et expliquées par Cogan et al (1981).

La première enzyme impliquée dans le métabolisme du citrate est la citrate perméase qui permet le transport de celui-ci vers l'intérieur de la cellule. Cette enzyme est fonctionnelle au pH inférieur à 6 et son optimum est à pH 5. A l'intérieur de la cellule, le citrate est transformé en acétate et en oxaloacétate (fig.20) par la citrate-lyase (citratase). L'oxaloacétate produit au cours de ses réactions de catabolisme est ensuite converti en pyruvate et CO₂ par une oxaloacétate-décarboxylase (Bourel et al, 2001; Salminen et al, 2004; Alexander, 2008).

Chapitre I : Revue Bibliographique

Les étapes conduisant à l'acétoïne s'effectuent en présence des ions Mg^{++} et Mn^{++} et de la thiamine pyrophosphate. Le reste des enzymes (acétolactate-synthase, diacétyl-réductase, acétoïne-réductase) sont constitutives chez *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis* ou partiellement inductibles (acétolactate-synthase) chez *Leuconocstoc* et chez certaines bactéries hétérofermentaires. Kempler et Mc Kay (1979) ont démontré que le métabolisme du citrate chez les bactéries lactiques est lié à la présence d'un plasmide (Cogan et al, 1981; Bassit, 1994).

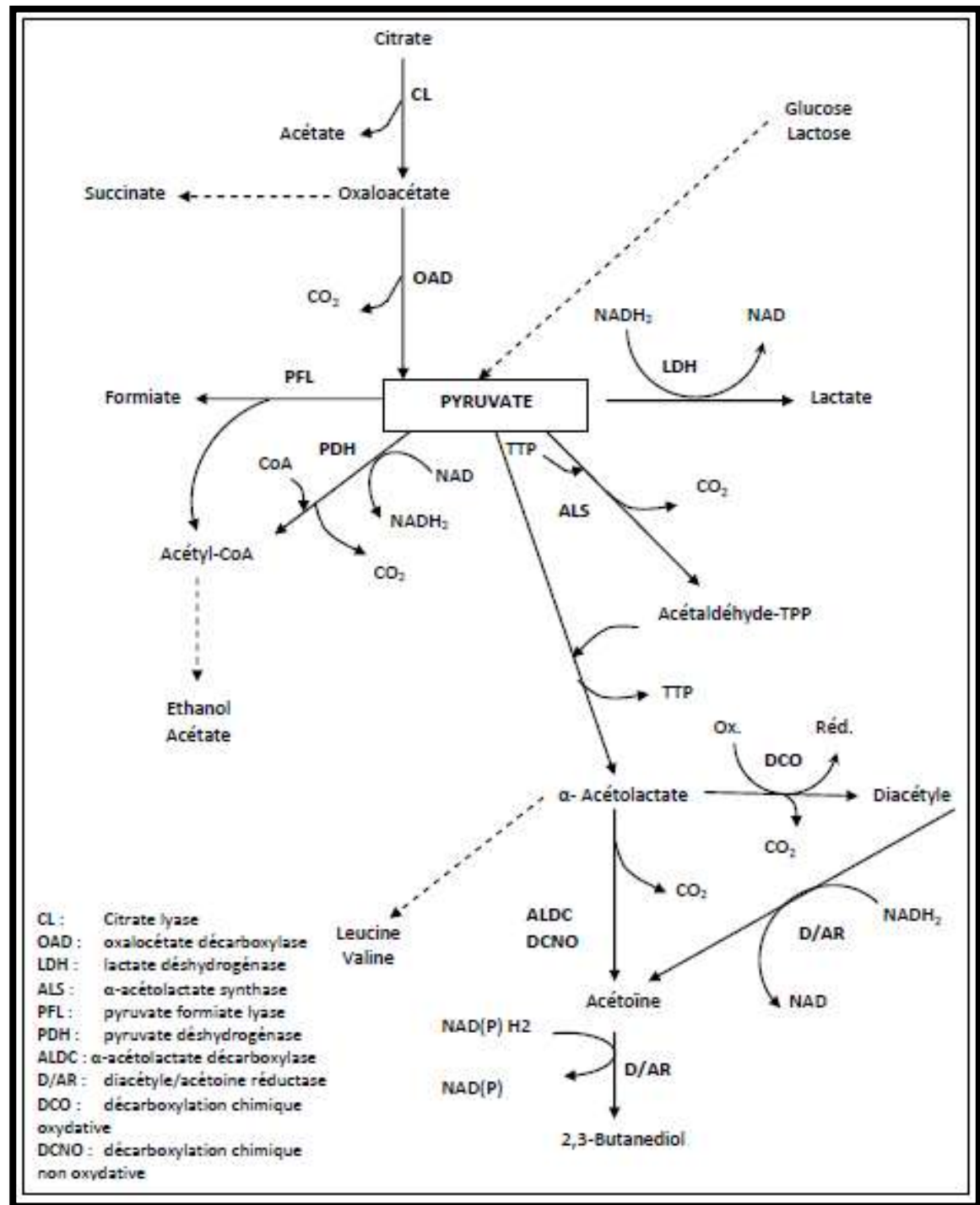


Figure.20 : principales étapes du métabolisme du citrate chez les bactéries lactiques (Atlan et al, 2008).

I-6-4- Activité protéolytique :

Les bactéries lactiques ont des besoins nutritionnels complexes, et les quantités d'acides aminés ou de courts peptides trouvés dans le lait sont insuffisantes pour une croissance optimale. Des études plus précises ont permis de mettre en évidence des enzymes protéolytiques différentes quant à leur nature et leur localisation. Ces bactéries possèdent des protéases localisées à l'extérieur de la membrane plasmique, liées à la paroi et capables d'hydrolyser la caséine. Cette activité protéolytique est favorisée par les ions calcium et les pH acides. Il a été démontré que les *Lactobacilles* ont une activité protéolytique marquée (Fig.21) et produisent à partir des protéines complexes, des composés azotés de bas poids moléculaire. Ce qui explique la situation de *S.thermophilus* cultivée en association avec *Lb.bulgaricus* ou avec *Lb.helveticus* et confirmant l'absence de ces protéases extracellulaires chez la plupart des souches de *S.thermophilus*. De nombreuses protéases intracellulaires ont été caractérisées telles que les métallos-protéases chez *Lc.lactis* et *S.thermophilus*. De nombreuses protéases sont synthétisées par les bactéries lactiques. Elles peuvent être des aminopeptidases, dipeptidases ou tripeptidases, situées au niveau de la membrane plasmique ou dans le cytoplasme (Hols et al, 2005 ; Atlan et al, 2008 ; Salminen et al, 2012).

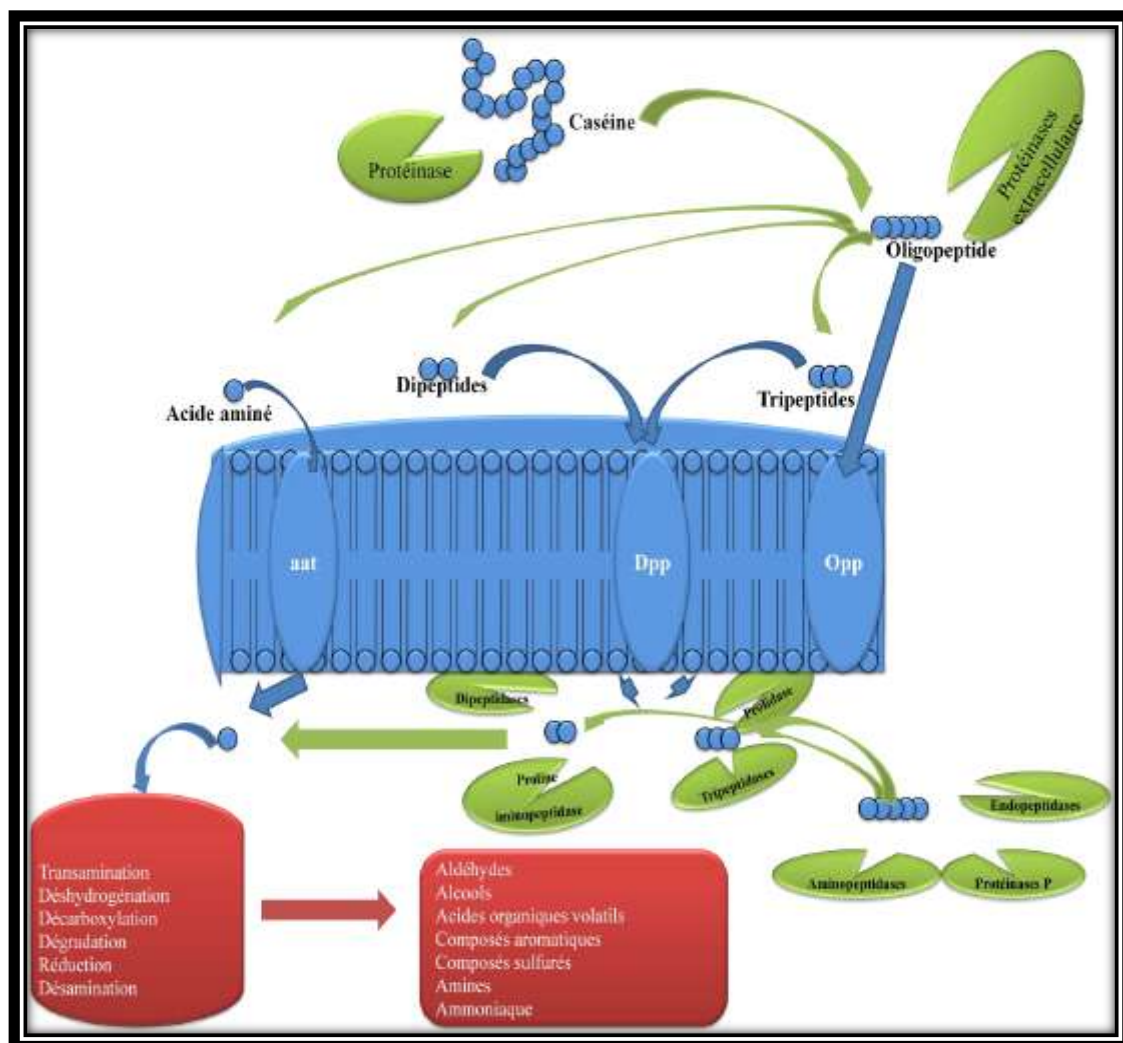


Figure.21: Système de protéolyse chez les Lactobacilles (Grattepanche, 2005)

I-6-5- Métabolisme de l'oxygène :

Les bactéries lactiques sont aéro-tolérantes et l'oxygène peut affecter leur métabolisme, mais aussi leur croissance, leur survie et l'intégrité de leur ADN. Certaines espèces comme *Lc.lactis* disposent de quelques oxydases, mais ne sont pas dotées de la cascade d'enzymes de respiration établissant le gradient électrochimique de protons conduisant à la synthèse d'ATP. En présence d'oxygène, les oxydases à NADH présentes dans le cytoplasme de nombreuses espèces entrent en compétition avec les lactates déshydrogénases pour la régénération des cofacteurs à NADH produits lors de la glycolyse et par conséquent, le métabolisme du pyruvate est modifié (Tailliez, 2001).

Les bactéries lactiques possèdent deux types d'oxydases à NADH. Ces enzymes catalysent la réduction de l'O₂ en H₂O₂ (NADH : H₂O₂ oxydase) ou de l'O₂ en H₂O (NADH : O₂ oxydase) (Fig.22). Chez certaines espèces de *Lactobacillus*, une pyruvate oxydase et une α -glycérophosphate oxydase peuvent catalyser la réduction de l'O₂ en H₂O₂. L'activité des oxydases conduit généralement à la production moléculaire d'H₂O₂ et, dans une moindre mesure de l'O₂, très toxiques pour les cellules (Desmazeaud, 1992). Le radical O₂ peut être facilement transformé en H₂O par les super-oxyde dismutases largement répandues chez les bactéries lactiques des genres *Streptococcus*, *Enterococcus* et *Lactococcus* (Tailliez, 2001). Les bactéries lactiques se caractérisent par l'absence de catalase, enzyme capable d'éliminer le H₂O₂ du milieu. Certaines souches semblent en effet posséder une pseudo catalase active uniquement en présence d'hème dans le milieu (Salminen et al, 2004; Desmazeaud, 1992 ; Tailliez, 2001; Salminen et al, 2012).

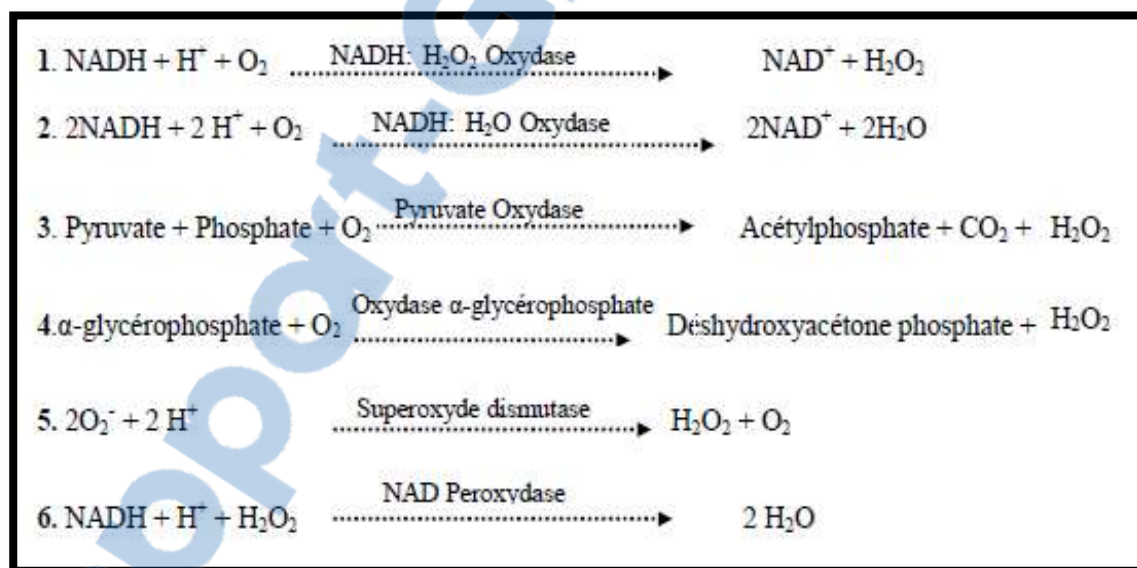


Figure.22 : réactions impliquant l'oxygène moléculaire ou des métabolites de l'oxygène, catalysées par des enzymes des bactéries lactiques (Desmazeaud, 1992).

I-6-6- Influence des cations :

Le magnésium (Mn^{++}) est un activateur des différentes réactions métaboliques : divisions cellulaires, stabilisation des acides nucléiques ou hydrolyse peptidique, comme il est essentiel pour les phosphokinases impliquées dans la glycolyse. Le manganèse (Mn^{++}) joue un rôle important pour les bactéries lactiques en les protégeant contre la toxicité de l'oxygène. Il se substituerait au super oxyde dismutase pour éliminer les radicaux du super oxyde (O₂⁻). Le sodium (Na^+) quant à lui, exerce un effet sélectif sur les différentes espèces de bactéries lactiques (Desmazeaud, 1992).

I-7- Applications industrielles des bactéries lactiques :

Les bactéries lactiques présentent des activités métaboliques assez diversifiées et une capacité d'adaptation à différents environnements. Cette diversité est responsable de leur large gamme d'applications à l'échelle industrielle (**Streit et al, 2007**).

I-7- 1- domaine alimentaire :

I-7-1-1 rôle sur la structure, la texture et les caractéristiques organoleptiques :

Dans l'industrie alimentaire, ces microorganismes permettent la conversion d'une grande variété de matières premières (Tab.7), conduisant ainsi à de nombreux produits : saucissons, les laits fermentés et les fromages représentent des produits fabriqués à partir de matières premières d'origine animale, tandis que la choucroute, les olives et certains vins (fermentation malolactique) sont des exemples de transformation de matières premières d'origine végétale. Ils sont aussi utilisés en boulangerie traditionnelle. Parmi ces applications, l'industrie laitière est, sans doute, le plus grand consommateur de ferments lactiques commerciaux, pour la production de laits fermentés, fromages, crèmes et beurres (**Daly et al, 1998 ; Hugenholtz et al, 2002 ; Axelsson, 2004 ; Streit et al, 2007**).

Selon Mäyrä-Mäkinen et Bigret (1998), la fermentation du lait par des bactéries lactiques est à l'origine de plus de mille produits différents, chacun avec ses caractéristiques spécifiques d'arôme, de texture et de qualité.

En plus de l'industrie fromagère, les lactobacilles sont utilisés dans d'autres produits laitiers. Parmi ces produits, on trouve le Kuele naoto et le Kwerioonik qui sont des produits ethniques du lait fermenté (**Vizoso Pinto et al, 2006**), le Laban zeer, le M'Bannick, le Koumiss et le Zincica (**Codex alimentarius, 2003**).

Pour les laits fermentés, l'acidification provoque la coagulation du lait (en facilitant l'action de la présure) et l'augmentation de la formation du caillé. Selon les produits, la texture recherchée est ferme (yaourt ferme) ou onctueuse (yaourt brassé ; kéfir). Pour obtenir une consistance déterminée; l'utilisation des souches plus ou moins acidifiantes peut être couplée à celle des souches productrices de polysaccharides et de mannitol (**Satura et Federighi, 1998**).

La production en dehors de l'acide lactique, d'autres produits tels que l'acétoïne, le diacétyl et l'acétaldéhyde ou l'éthanol sont responsables des saveurs caractéristiques (**Boudjemaa, 2008**).

Le lait ne pouvant pas être conservé longtemps, ses valeurs nutritionnelles sont gardées sous la forme d'un fromage. L'immense variété des fromages est en partie relative à une grande variété de souches employées dans leurs fabrications, modifiant ainsi le goût et la texture de ces produits. En effet les bactéries lactiques sont responsables de l'apparition de qualités organoleptiques souhaitables de ce produit transformé, en plus de sa protection et sa conservation (**Van de Gudite et al, 2002**).

En fromagerie, les lactobacilles sont généralement utilisés pour la préparation de pâtes dures ou semi-dures typique des fromages suisses et italiens (**Alice et Sanchez-Rivas, 1997**).

Ces espèces participent dans l'affinage des fromages par leur activité protéolytique, et la formation d'arômes qui en résulte (**Lane et al, 1996 ; Lynch et al, 1996**).

La production de CO₂ par les bactéries lactiques provient de l'hétérofermentation du lactose et l'utilisation du citrate.

Dans la technologie des fromages à pâtes persillées, notamment le Roquefort, le CO₂ produit est à l'origine de la formation des cavités dans le caillé, qui seront ensuite peuplées par *Penicillium roqueforti* (**Bourel et al, 2001**).

Le CO₂ produit donne aussi l'aspect légèrement effervescent et onctueux du beurre (**Kihal, 1996**).

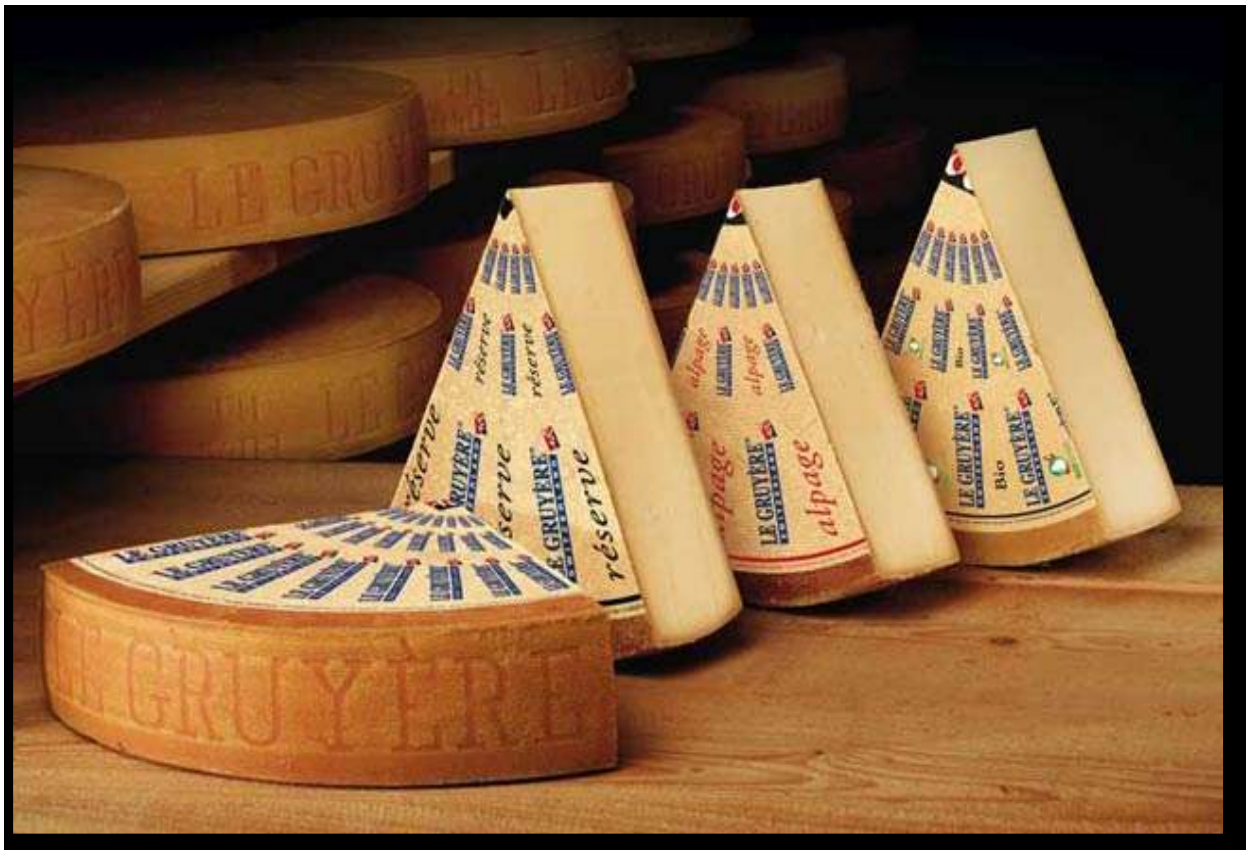
Dans le cas de l'Emmental « fromage à pâte pressée cuite », une fois les meules formées, après caillage du lait et pressage, ils les immergent dans l'eau salée pour permettre la fabrication d'une croûte. Ensuite débute un affinage de 45 jours, dans les caves tempérées. Les meules sont ensuite transférées dans des caves plus chaudes. Une fermentation hétérofermentaire débute alors. Les BL libèrent à l'intérieur de la pâte du CO₂. Ne pouvant s'échapper des meules dont la croûte est imperméable, ces bulles de gaz créent des trous (dits aussi « ouvertures » ou « yeux ») dans la pâte. C'est également ce qui explique que les meules plates deviennent peu à peu bombées, sous l'effet de la pression.

Ces trous sont l'identité de l'Emmental et permettent de savoir si le fromage est correctement affiner. L'affineur sonne régulièrement le fromage avec un petit marteau pour vérifier l'évolution de la meule. Les trous font caisse de résonance, il peut ensuite sonder la meule en prélevant un cylindre pour confirmer si l'affinage est fini ou pas encore.

Le gruyère et l'emmental sont tous deux des fromages à pâte pressée cuite. Leur principale différence réside dans l'aspect de leur pâte : parsemée de larges trous pour l'emmental mais le gruyère (le vrai gruyère donc « suisse ») n'en contient pas (Fig.23).



A



B

Figure.23 : comparaison entre L'emmental et le gruyère (Fromages à pâtes pressées cuites).

A : Emmental (les trous d'air causés par le CO₂)

B : Gruyère (pas de trous d'air)

Tableau.7 : Les principaux produits issus de la fermentation des bactéries lactiques (Penaud, 2006)

Genre	Substrat	Exemples de produits
<i>Bifidobacterium</i>	lait	laits fermentés
<i>Lactobacillus</i>	lait	yaourts, laits fermentés, kéfirs, fromages
	viande	saucissons secs, jambons secs
	végétaux	choucroute, olives, "yaourts" au lait de soja
	céréales	pain au levain, bières
<i>Lactococcus</i>	lait	fromages, kéfirs
<i>Leuconostoc</i>	Végétaux	choucroute, olives, vin
	lait	fromages, kéfirs
<i>Pediococcus</i>	végétaux	choucroute
	viande	saucisses semi-séchées
<i>Oenococcus</i>	végétaux	vin
<i>Streptococcus</i>	lait	yaourts, laits fermentés, fromages

I-7-1-2- rôle dans la conservation :

***production d'acide lactique :** Les bactéries lactiques ont un rôle important dans l'inhibition des flores non lactiques.

***production de bactériocines :** Ces peptides antimicrobiens sont synthétisés par un très grand nombre de souches de bactéries lactique, elles sont généralement thermorésistantes.

7-2- Domaine de santé :

L'intérêt des bactéries lactiques en matière de santé humaine a été initialement proposé au début du XX^{ème} siècle, en 1907 par le Russe Metchnikoff, selon lui les *Lactobacillus.sp* pouvaient réduire la putréfaction intestinale en modifiant sa flore. Le rôle des bactéries lactiques sur la santé était dans le cadre des probiotiques (Langella et al, 2001 ; Calvez et al, 2009).

Les bienfaits des bactéries lactiques sont de plus en plus étudiés, certains sont bien établis d'autres restent encore contre versés (Voir les bienfaits des probiotiques) (Langella et al, 2001 ; Calvez et al, 2009).

L'extraordinaire diversité de structures des EPS en fait une classe de molécules dont les applications directes ou indirectes dans le domaine médical sont en plein essor. Le dextrane et ses dérivés sont utilisés en laboratoire pour la purification de composés d'intérêt médical comme certaines enzymes, mais aussi comme outil thérapeutique en tant que « plasma artificiel ». Ils peuvent servir pour l'encapsulation de médicaments dans le but d'un relargage contrôlé ou en exploitation des propriétés biologiques de ces polymères.

La préparation de vaccins à partir d'EPS évite l'utilisation d'extrait cellulaires et donc les effets secondaires provoqués par les métabolites tels que les lipopolysaccharides et les protéines (Benasla, 2012).

Il a été montré qu'un certain nombre d'exopolysaccharides possédaient des activités biologiques innovantes comparables à celles des héparinomimétiques, propriétés antitumorales ou antivirales par exemple.

L'extrême diversité des EPS a rendu possible l'identification d'homologies de structures avec des polysaccharides provenant de cellules eucaryotes. Ces analogues structuraux pourront être utilisés en substitut ou en complément des produits naturels (Benasla, 2012).

I-7-3- En chimie :

Les bactéries lactiques sont également utilisées dans l'industrie chimique pour la production d'acide lactique.

I-8- Les bactéries lactiques comme probiotiques:

I-8-1- Définitions :

Le terme probiotique a bénéficié de plusieurs définitions qui ont évolué dans le temps en fonction des connaissances scientifiques et des avancées technologiques. La notion de probiotiques a été développée principalement grâce aux travaux de Metchnikoff ayant suggéré que l'ingestion de bactéries lactiques vivantes accroît la longévité en réduisant dans le tube digestif la population de bactéries putréfiantes ou produisant des toxines. Une des premières définitions des probiotiques comme « facteurs promoteurs de croissance produits par des microorganismes » a été proposée par Lilly et Stillwell en 1965. Ensuite, Parker (1974) élargit cette définition à des « organismes et substances qui contribuent à l'équilibre de la flore ». Cette définition inclut potentiellement des produits métaboliques microbiens y compris les antibiotiques. Plus tard, Fuller en 1989, propose une définition très proche du sens actuel : « supplément alimentaire microbien vivant qui affecte de façon bénéfique l'hôte en améliorant l'équilibre de sa flore intestinale ». Par opposition aux précédentes définitions, la définition suivante introduit la notion de souche définie bien caractérisée d'un point de vue taxonomique ainsi que la notion de quantité apporté à l'homme. La FAO (Food and Agriculture Organisation) et l'OMS (Organisation mondiale de la santé ; WHO) ont établi en 2001 des lignes directrices pour l'utilisation du terme « probiotiques » dans les aliments (FAO/OMS, 2001) et formulent la définition suivante : « micro-organismes vivants qui lorsqu'ils sont administrés en quantités adéquates, exercent une action bénéfique sur la santé de l'hôte qui les ingère » (Mack, 2013 ; Malago et al, 2011).

Ils contiennent uniquement les microorganismes non pathogènes. De nombreux microorganismes sont considérés comme probiotiques, parmi eux des bactéries lactiques telles que *Bifidobacterium animalis*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium longum*, *Lb. acidophilus*, *Lb. bulgaricus*, *Lb. casei*, et *Streptococcus thermophilus* (*S.thermophilus*).

Lb. bulgaricus et *S. Thermophilus* sont les premières souches bactériennes qui ont été utilisées pour la fabrication du yaourt (Makhloufi, 2012).

Le microbiote intestinal est l'ensemble des bactéries qui peuplent notre tube digestif. Les liens fonctionnels qui unissent l'organisme humain et les micro-organismes qu'il héberge sont le fruit d'une longue coévolution. À plus d'un titre, cette association peut être considérée comme mutualiste, et les micro-organismes qui nous colonisent sont responsables de nombreuses fonctions essentielles au maintien de notre santé, au point que l'on peut considérer ce microbiote comme un organe supplémentaire de notre organisme (Gérard, 2011).

I-8-2- Applications des probiotiques :

Grâce à leurs propriétés nutritionnelles et thérapeutiques utilisées par les industries agroalimentaires et pharmaceutiques, les probiotiques sont parfois utilisés comme compléments dans des produits comme les yaourts ou bien dans des préparations pharmaceutiques sous forme de gélules. De nombreuses souches bactériennes ont montré leurs bénéfices sur la santé humaine et sont déjà commercialisées par des firmes telles que Danone avec *Bifidobacterium lactis*. Parmi leurs applications on a :

I-8-2-1- L'amélioration de la digestion du lactose :

L'un des effets des BL qui a été le plus mis en avant et démontré chez l'homme est celui qui concerne l'amélioration de l'intolérance au lactose. Ce disaccharide, présent exclusivement dans le lait et ses dérivés, est formé de glucose et de galactose reliés entre eux par une liaison β . Sa digestion nécessite une lactase, ou β -galactosidase, qui hydrolyse cette liaison et permet alors l'absorption des sucres simples libérés. Chez les personnes souffrant d'intolérance au lactose, un déclin de la production de cette enzyme est observé au-delà de la petite enfance. La deuxième cause d'intolérance (intolérance secondaire) est représentée par les maladies dont la conséquence est une réduction de la surface de digestion-absorption intestinale ou une accélération du transit jéjunal, comme les résections intestinales, les gastro-entérites, la maladie céliaque ou les gastrectomies.

Plusieurs études ont montré que la β -galactosidase des BL participait à la digestion du lactose dans l'intestin. En principe, le remplacement du lait par du yaourt conduit à une meilleure absorption et une meilleure tolérance chez les sujets présentant une intolérance au lactose (primaire et secondaire). Il a été démontré que les bactéries qui survivaient dans l'intestin gardaient une activité métabolique suffisante pour hydrolyser le lactose et que celles dont la membrane est facilement lysée par les acides biliaires libéraient leur lactase dans l'intestin (Izquierdo Alegre, 2009).

I-8-2-2- Réduction du taux de cholestérol sanguin :

Il a été observé que, par rapport à des témoins, les animaux élevés en environnement stérile, et donc exempts de microorganismes, excrètent des niveaux de cholestérol dans les selles plus faibles, ce qui a suggéré que la flore intestinale aurait une influence sur les niveaux de cholestérol sanguin. Des tests *in vitro* ont montré une réduction du taux de cholestérol dans un milieu de culture avec certains *Lactobacillus*. Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer ce fait, comme l'assimilation du cholestérol par les bactéries (Fig.24) ou l'hydrolyse des sels biliaires conjugués (Izquierdo Alegre, 2009).

Les acides biliaires, synthétisés par le foie à partir du cholestérol, sont "recyclés" et utilisés en moyenne trois fois pendant un même repas. L'hydrolyse des sels biliaires conjugués (les acides biliaires doivent être conjugués à la taurine et à la glycine pour être solubles) rend nécessaire la synthèse de sels biliaires supplémentaires, ce qui conduirait à une réduction du cholestérol. Bien que la déconjugaison des sels biliaires puisse avoir des effets bénéfiques sur l'hôte, comme la diminution des niveaux de cholestérol, une déconjugaison excessive ou une déshydroxylation des acides biliaires par certains microorganismes semble avoir plusieurs effets néfastes sur l'hôte. En effet, il a été suggéré que les sels biliaires secondaires qui en découlent (acide désoxycholique et lithocholique) endommagent l'ADN, augmentent les risques de cancer du colon et de calculs biliaires et peuvent causer des altérations de muqueuses digestives provoquant de l'inflammation et de la diarrhée. Les bactéries les plus fréquemment désignée comme probiotiques, telles que les

souches des genres *Lactobacillus* et *Bifidobacterium*, sont incapables de déshydroxyler les sels biliaires déconjugués (Izquierdo Alegre, 2009).

Une autre explication évoque une diminution du taux de cholestérol qui serait uniquement due à la co-précipitation du cholestérol avec les sels biliaires déconjugués, phénomène qui ne peut pas se produire *in vivo* car le pH est plus élevé que dans un milieu de culture acidifié par les BL. Des études ont été réalisées sur des humains pour tester l'influence de la consommation de produits laitiers fermentés sur le taux de cholestérol sanguin, mais les résultats n'ont jamais été concluants (Izquierdo Alegre, 2009).



Figure.24 : Bactérie intestinale dégradant le cholestérol vue par microscope électronique (Gérard, 2011)

I-8-2-3-Diminution des allergies alimentaires :

L'incidence au cours des dernières décennies des maladies allergiques est en constante augmentation dans les pays industrialisés, pouvant toucher plus de 20 % de la population (Grangette, 2011 ; Waligora et al, 2011).

Cette théorie est à l'origine de l'utilisation des probiotiques, modulateurs du microbiote, dans la prévention et le traitement de l'allergie, stratégie qui suscite beaucoup d'intérêt (Waligora et al, 2011).

L'augmentation dans les pays industrialisés d'incidence d'un certain nombre de désordres immunitaires a coïncidé avec l'amélioration des conditions de vie. Cette augmentation est actuellement reliée, entre autres facteurs, à un défaut de maturation du système immunitaire par

les bactéries commensales (le manque d'exposition aux agents microbiens en bas âge), à une hygiène accrue, à la vaccination et à l'utilisation fréquente d'antibiotiques, responsables d'une modification d'établissement du microbiote intestinal au cours des premiers mois de vie ; ce qui serait responsable de l'augmentation de fréquence des allergies, suite à un défaut de réponse précoce (**Grangette, 2011 ; Waligora et al, 2011**).

La réaction allergique inflammatoire intervient dans un certain nombre de pathologies telles que la rhinite allergique, la dermatite atopique, les allergies alimentaires et l'asthme. Ces réactions allergiques sont dues à des réponses immunes exagérées, initiées par le contact avec des molécules allergènes. Elles sont caractérisées par une production accrue d'immunoglobulines IgE spécifiques de ces allergènes, associée au développement d'une réaction inflammatoire.

L'allergie alimentaire du nourrisson se traduit souvent par de l'eczéma atopique. Les traitements curatif et préventif de cette pathologie par des BL ont été évalués lors d'une étude clinique sur 27 enfants nourris au sein et souffrant d'eczéma atopique par Isolauri et al(2000). Il a été notamment observé qu'après deux mois de traitement avec une formule supplémentée en *Lb. rhamnosus* GG et *B.lactis* Bbl2, il y a eu une amélioration plus rapide de l'état atopique en comparaison avec le groupe placebo. Un effet préventif de *Lb. rhamnosus* GG a aussi été observé chez des enfants à risque nés de parents atopiques (**Izquierdo Alegre, 2009**).

Les mécanismes ainsi que les processus régulateurs de l'allergie sont loin d'être tous connus. Plusieurs mécanismes touchant à l'immunité ou à l'état de la muqueuse ont été suggérés pour expliquer l'effet protecteur des BL. Celles-ci pourraient, en diminuant la perméabilité intestinale très augmentée en période de réactivité allergique, participer aux mécanismes du passage des protéines alimentaires. Elles pourraient également influencer directement les mécanismes régulateurs de la tolérance orale. Les premières données cliniques sont prometteuses, cependant, d'autres études sont nécessaires pour apporter des preuves supplémentaires quant aux effets protecteurs des BL dans les processus allergiques et quant aux mécanismes impliqués (**Izquierdo Alegre, 2009**).

I-8-2-4- Réduction du risque de diarrhée :

Plusieurs types de diarrhées sont dus à des infections microbiennes. Des effets protecteurs de souches probiotiques contre certaines infections intestinales ont été observés sur des animaux. Les mécanismes potentiellement impliqués incluent la production d'acide lactique, de peroxyde d'hydrogène, d'autres substances antimicrobiennes telles que les bactériocines, la compétition pour des nutriments ou des récepteurs d'adhésion, des actions anti-toxines et la stimulation du système immunitaire. Plusieurs études randomisées contrôlées sur l'homme ont montré l'efficacité des souches probiotiques pour prévenir ou atténuer les perturbations digestives liées à la prise d'antibiotiques et les diarrhées nosocomiales infantiles dues surtout à des rotavirus. Cependant, ces effets ne sont pas universels et les probiotiques ne semblent pas efficaces en toutes circonstances (**Izquierdo Alegre, 2009**).

Les souches probiotiques *Lb. acidophilus* et *Lb. casei*, qu'on retrouve entre autre dans le lait fermenté, ont fait l'objet d'études montrant leur efficacité contre la diarrhée associée à la prise d'antibiotiques en milieu hospitalier (**Penner et al, 2005**).

L'une des affections les plus fréquentes, la diarrhée du voyageur, est une situation clinique le plus souvent due à un mécanisme infectieux. De nombreux produits pharmaceutiques destinés à prévenir cette pathologie existent sur le marché. Cependant, les études randomisées et contrôlées ayant été menées n'ont pas permis de démontrer un effet indiscutable d'un probiotique sur la diarrhée du voyageur, soit du fait d'une méthodologie statistique critiquable, soit du fait d'un trop grand nombre de sujets ayant abandonné l'étude (**Izquierdo Alegre, 2009**).

I-8-2-5- Le traitement des maladies inflammatoires chroniques intestinales (MICI) :

Les MICI représentent un problème majeur de santé publique, affectant environ 2,2 millions de personnes en Europe. Elles regroupent deux grandes pathologies, la maladie de Crohn (MC) et la rectocolite hémorragique (RC) (**Grangette, 2011**).

L'étiologie de ces maladies reste mal connue, cependant elle semble liée à une perte de tolérance vis-à-vis de la flore endogène chez des sujets génétiquement prédisposés.

De récentes études métagénomiques indiquent clairement que le microbiote des patients atteints de MICI est instable et que la complexité des différents phyla bactériens est réduite, indiquant de sérieuses dysbioses. Des études ont reporté des niveaux plus faibles de lactobacilles et de bifidobactéries. De ce fait, l'utilisation de probiotiques a émergé comme un outil thérapeutique intéressant pour le traitement des patients, représentant une alternative intéressante à l'utilisation de drogues immunosuppressives/anti-inflammatoires qui présentent de nombreux effets secondaires (**Grangette, 2011**).

Un certain nombre d'études cliniques randomisées ont indiqué des effets positifs de certains probiotiques pour le traitement des MICI. Les résultats les plus probants sont essentiellement basés sur l'utilisation du cocktail VSL#3 (mélange de quatre lactobacilles, trois bifidobactéries et d'une souche de *Streptococcus thermophilus*). Le mélange VSL#3 est efficace dans le traitement de maintenance des MICI et des RC, voire même dans la prévention de colite aiguë (**Grangette, 2011**).

I-8-2-6- Le traitements gastriques:

L'infection à *Helicobacter pylori* (*H. pylori*) touche plus de 50% de la population mondiale et 80% de la population dans les pays en développement. Elle est la principale cause de l'ulcère gastroduodénal (70-90% des cas), le lymphome et dans 1% des cas, ça conduit au développement de cancer de l'estomac (**Malago et al, 2011**).

En médecine classique le traitement, une trithérapie de sept jours associant un inhibiteur de la pompe à protons à deux antibiotiques, permet de s'en débarrasser dans 70 % des cas. Pour les malades résistants, un second traitement, quadrithérapie, plus puissant et plus long, fait disparaître la bactérie dans 63 % des cas, soit au total, un taux d'éradication de 90 %. L'inflammation persiste pendant 6 à 24 mois et la muqueuse redevient normale. Si celle-ci était déjà atteinte, les lésions persistent, mais leur extension et leur aggravation sont définitivement stoppées.

Plusieurs souches de lactobacilles et bifidobactéries semblent réduire les effets secondaires des traitements antibiotiques et améliorer la complaisance des patients. Une méta-analyse récente de 14 essais randomisés suggère que l'adjonction de certains probiotiques aux traitements antibiotiques anti-*H. pylori* peut augmenter les taux d'éradication et pourrait se révéler utile chez les patients chez lesquels l'éradication de *H. pylori* a échoué. Actuellement l'évidence est insuffisante pour supporter le concept qu'un probiotique seul, sans antibiothérapie associée est efficace (WGO, 2011).

Plusieurs études ont montré que les patients traités avec des probiotiques associés à l'antibiothérapie ont eu un taux d'éradication supérieur avec moins d'effets secondaires.

Une étude pilote effectuée par Saggioro et al en 2005 sur 30 adultes infectés par *H.pylori* traités avec l'oméprazole + Placebo ou oméprazole + *Lb. reuteri* pendant 30 jours, a montré que 60% des patients ont été éradiquée, tandis qu'aucun dans le groupe placebo. Lionetti et ses collègues en 2006 ont montré une réduction des symptômes gastro-intestinaux par *Lb. reuteri* supplémentation pendant et après la thérapie d'éradication dans un groupe d'enfants infectés. Enfin, Francavilla et ses collègues en 2008 dans une étude pilote récente menée sur 40 adultes *H. pylori* positifs, subissant le traitement d'éradication standard, ont montré que la pré-administration de *Lb. reuteri* dans les quatre semaines avant le traitement réduit significativement la charge bactérienne, et diminue les symptômes gastro-intestinaux associés.

D'excellents résultats sont également signalés par l'administration de lait fermenté enrichi avec des probiotiques (Tong et al 2007; Sachdeva et Nagpal 2009).

I-8-2-7- La prévention du cancer du côlon et autres cancers :

La flore intestinale et le système immunitaire jouent un rôle dans la cancérogenèse colique, ces deux paramètres pouvant être eux-mêmes modulés par des probiotiques. Plusieurs études ont montré que certains probiotiques pouvaient diminuer l'activité d'enzymes, la concentration de mutagènes ou d'acides biliaries secondaires dans les selles, qui pourraient être impliqués dans la cancérogenèse colique. Les probiotiques pourraient empêcher la croissance d'autres souches qui transforment les procancérogènes en cancérogènes, réduisant ainsi la quantité de cancérogènes dans l'intestin (Moroni, 2007 ; Izquierdo Alegre, 2009).

Des études épidémiologiques ont montré une relation inverse entre la consommation de produits laitiers fermentés contenant des lactobacilles ou des bifidobactéries et l'incidence des cancers du colon et du poumon. Des études sur l'animal ont montré que la supplémentation de l'alimentation avec des souches spécifiques pouvait prévenir l'établissement, la croissance et la métastase des tumeurs induites chimiquement. Deux études randomisées et contrôlées au Japon ont montré que l'administration orale de *Lb. casei* souche *biolactis* diminuait de manière significative le risque de récurrence de tumeurs superficielles de la vessie chez l'homme.

D'un autre côté, bien qu'il n'y ait pas de preuves expérimentales directes de la suppression des cancers par la consommation de cultures probiotiques : il existe de nombreuses preuves indirectes basées sur des études de laboratoire, ce qui ouvre des perspectives pour l'application des probiotiques dans la prévention de certains types de cancer et encouragent la recherche dans ce domaine (Izquierdo Alegre, 2009).

Le Tableau.8 récapitule les effets sur la santé le plus couramment attribués aux bactéries probiotiques.

Tableau. 8: Effets positifs des probiotiques sur la santé humaine (Izquierdo Alegre, 2009).

Effets des probiotiques	Mécanismes d'activité proposés
Amélioration de la digestion du lactose	- Action de la β -galactosidase bactérienne dans l'intestin grêle
Diminution des allergies alimentaires	- Diminution du passage des protéines alimentaires par diminution de la perméabilité intestinale - Stimulation du système immunitaire
Réduction du risque des diarrhées	- Résistance à la colonisation par des pathogènes - Stimulation du système immunitaire
Traitement des maladies inflammatoires de l'intestin	- Modulation de la flore intestinale - Stimulation du système immunitaire
Réduction du cholestérol	- Assimilation du cholestérol - Déconjugaison des sels biliaires
Prévention du cancer du côlon	- Stimulation du système immunitaire - Production de composés antimutagéniques - Modulation des enzymes fécales carcinogéniques - Dégradation de carcinogènes - Elimination des bactéries impliquées dans la production de cancérogènes

I-8-3- La sélection des probiotiques :

Une grande variété de produits probiotiques a été développée et mise sur le marché ces dernières années ; cependant, les effets attribués à bon nombre de ces produits ne sont pas soutenus par une justification scientifique adéquate. Les produits de qualité médiocre doivent être dénoncés car ils discréditent les autres aux yeux des non spécialistes. Par conséquent, il est nécessaire d'établir des critères rationnels pour le criblage et la sélection des microorganismes candidats, sans oublier d'évaluer l'efficacité des souches sélectionnées sur l'homme avec des essais cliniques contrôlés. L'élucidation des mécanismes à la base des effets santé et nutritionnels attribués aux probiotiques peut aider à associer de façon plus rationnelle ces effets aux bactéries probiotiques, et à choisir les souches ou les mélanges de souches les plus prometteurs à cet égard (Izquierdo Alegre, 2009).

Il est généralement admis que les effets manifestés par une souche probiotique ne peuvent pas être extrapolés à une autre souche, même si elles appartiennent au même genre et à la même espèce. L'activité probiotique est donc "souche-spécifique", ce qui n'est pas surprenant si l'on considère la grande variété de résultats qui sont obtenus dans les tests *in vitro* en fonction des souches utilisées et peut être expliqué par des différences métaboliques et physiologiques entre celles-ci (Izquierdo Alegre, 2009).

C'est un comité mixte d'experts FAO/OMS qui a établi des critères et une méthodologie à utiliser pour l'évaluation des probiotiques et défini des données nécessaires à la justification des allégations santé. Le schéma de la Figure 25 résume les lignes directrices exposées dans le rapport rendu par ce comité. Il est ainsi recommandé de suivre celles-ci connues préalablement à toute allégation concernant un produit probiotique.

Dans un premier temps, les tests *in vitro* sont critiques pour s'assurer de l'innocuité des microorganismes utilisés comme probiotiques. Dans ce sens, le comité recommande, même pour les groupes de bactéries ayant une longue histoire en terme de sécurité d'utilisation (GRAS), une certaine caractérisation des souches pour éliminer la possibilité de résistance aux antibiotiques, d'activités métaboliques nocives (production de D-lactate, déshydroxylation des sels biliaires, etc.), de production de toxines d'activité hémolytique, ou d'effets secondaires particuliers (Izquierdo Alegre, 2009).

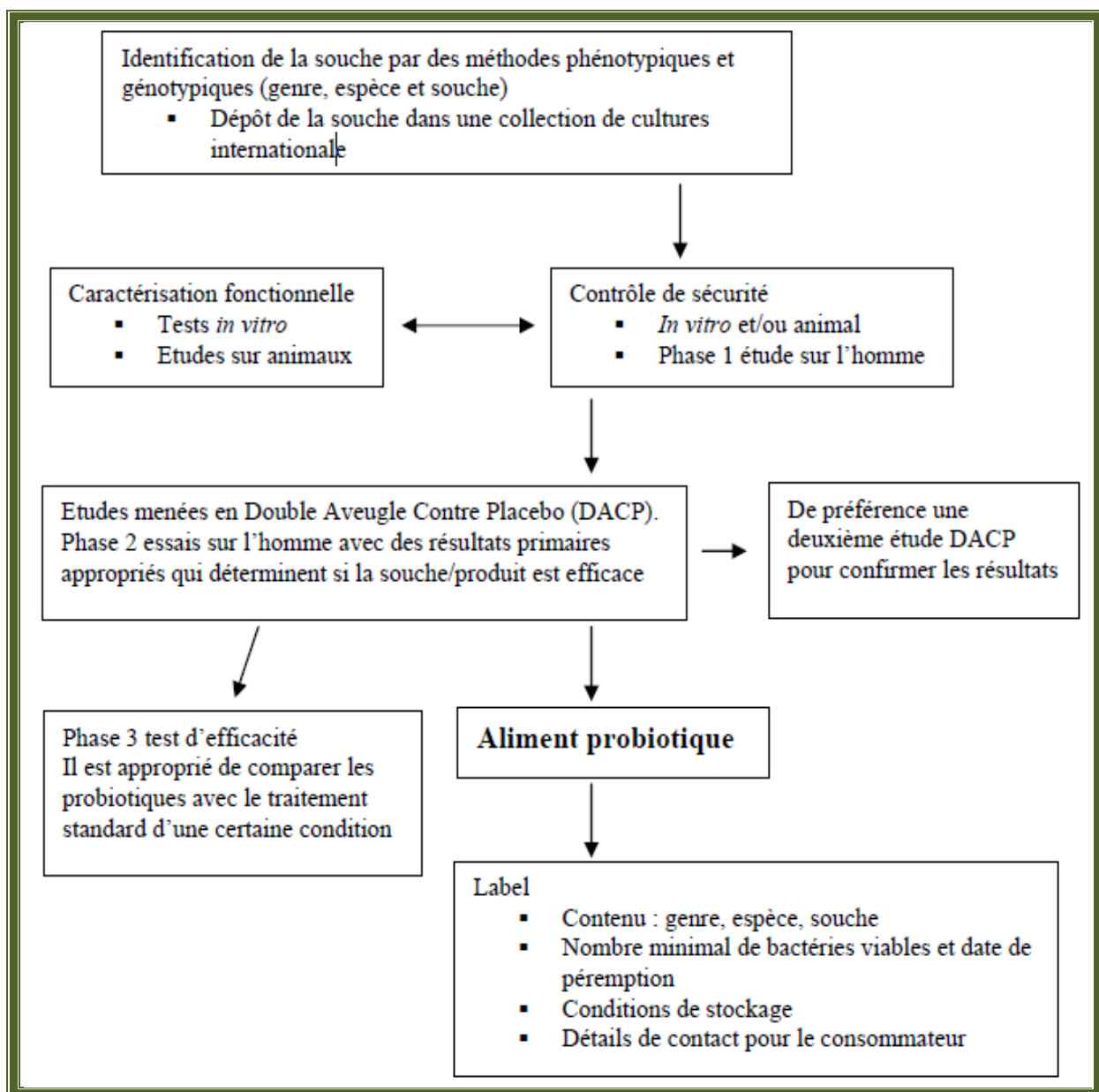


Figure.25 : Lignes directrices pour l'évaluation des probiotiques en vue d'une utilisation alimentaire (Izquierdo Alegre, 2009).

En plus d'assurer l'absence totale de toxicité ou de pathogénicité de la souche, et afin de satisfaire la définition des probiotiques, les microorganismes doivent survivre, persister temporairement dans le tractus digestif et montrer une activité qui doit se traduire par des effets positifs pour l'hôte. Les microorganismes potentiellement probiotiques doivent donc être sélectionnés selon différents critères qui sont décrits dans le Tableau.9. Ces critères de sélection, ainsi que le test *in vitro* utilisés se réfèrent souvent à des propriétés bactériennes, telles que l'adhésion aux cellules épithéliales, la résistance aux conditions gastriques et la production de bactériocines, et plus rarement à des effets probiotiques proprement dits. Ces derniers sont en effet plus difficiles à mesurer et il n'existe pas de tests *in vitro* établis capables de les déterminer de manière fiable (Izquierdo Alegre, 2009).

Tableau. 9: Principaux critères utilisés pour la sélection des souches probiotiques (Izquierdo Alegre, 2009).

Critères de sécurité	▪ Historique de non pathogénicité (GRAS) ▪ Souche d'origine humaine ou alimentaire ▪ Souche caractérisée par des méthodes phénotypiques et génotypiques ▪ Souche déposée dans une collection de cultures internationale ▪ Aucune possibilité de transmission de gènes de résistance aux antibiotiques ▪ Pas de déshydroxylation des sels biliaires
Critères fonctionnels	▪ Tolérance à l'acidité gastrique ▪ Tolérance à la bile ▪ Antagonisme vis-à-vis des pathogènes et production de substances antimicrobiennes (bactériocines) ▪ Adhésion à diverses lignées de cellules intestinales et/ou au mucus ▪ Stimulation du système immunitaire
Critères technologiques	▪ Stabilité au cours des procédés de production et dans le produit fini ▪ Conservation des propriétés probiotiques après production.

II- DE L'OLIVE A AMOREDJ



II-1- Historique :

L'histoire de l'olivier se confond avec celle des civilisations qui ont vu le jour autour du bassin méditerranéen. Ainsi, l'olivier et son huile occupent une place prépondérante dans la culture et le patrimoine des grandes civilisations antiques (Fig.26 et 27).

L'origine lointaine de l'olivier a toujours été accompagnée d'innombrables légendes car les différents peuples méditerranéens ont attribué à leurs propres dieux la création de l'olivier. Dès lors, l'olivier est devenu un arbre sacré et l'arbre symbolique par excellence **(Henry, 2003)**.

II-1-1- Origine et expansion de l'olivier :

Le berceau de l'olivier fut vraisemblablement l'Asie Mineure ou la Crète.

Les premières traces que l'on a de cet arbre datent de 37 000 ans avant Jésus Christ, sur des feuilles fossilisées découvertes dans les îles de Santorin, en Grèce.

Bien que les historiens et les archéologues ne soient pas unanimes sur le pays d'origine de l'olivier, cet arbre a incontestablement trouvé en Méditerranée des conditions naturelles, principalement climatiques, auxquelles il s'est parfaitement adapté **(Henry, 2003)**.

Dès 3000 avant J-C, l'olivier est cultivé dans le Croissant fertile, aire englobant l'Égypte, la Syrie, la Palestine et la Phénicie.

Des fouilles archéologiques confirment, par la découverte de stèles, de fresques et de jarres une intense activité née de la culture de l'olivier et du commerce de l'huile en Crète, sur les îles et les rivages égéens dès cet III^{ème} millénaire **(Henry, 2003)**.

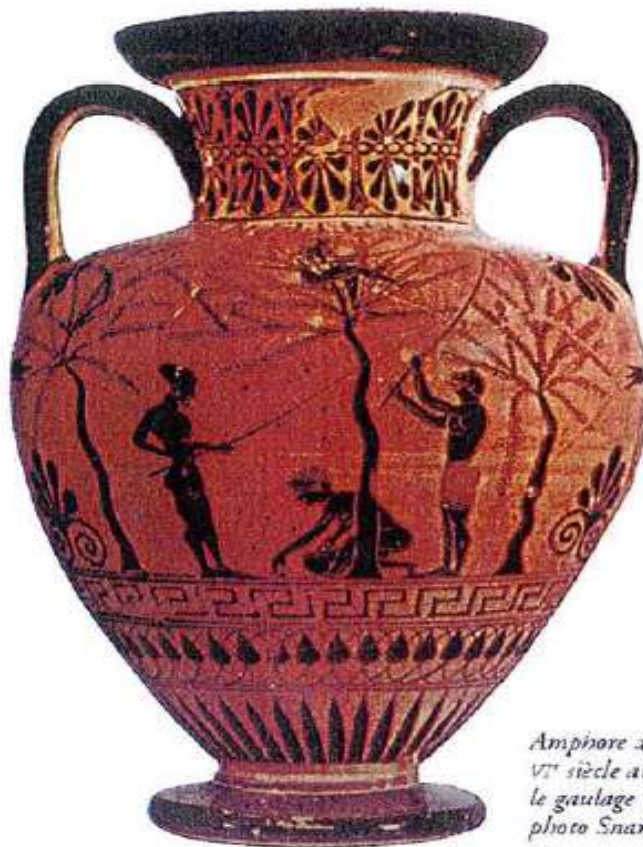
Vers 1600 avant J-C, les Phéniciens diffusent l'olivier dans toute la Grèce. **(Henry, 2003)**.

Sa présence, selon le linguiste Mohand Akli Haddadou, est attestée au Sahara où il est désigné par ahatim (du phénicien : zytim), comme en témoignent les oliviers fossilisés du Hoggar **(Mokdad, 2015)**.

A partir du VI^{ème} siècle avant J-C, sa culture s'est étendue à tout le bassin méditerranéen en passant par la Libye, la Tunisie, la Sicile puis en Italie.

Les Romains, lors de leurs conquêtes, poursuivent la propagation de l'olivier dans tous les pays côtiers de la méditerranée (Fig.28). De plus, à cette époque, les colons phocéens fondent Marseille(Massalia) et l'olivier s'implante en Provence. Avec l'implantation par les Grecs de comptoirs commerciaux sur le Rhône, l'huile d'olive avec le blé et le vin, constitue un des éléments majeurs des échanges avec la Gaule. Les Grecs initient les peuples de Provence, de Corse et d'Italie à l'exploitation agricole de l'olivier, de l'entretien des sols jusqu'à la récolte et au système d'extraction de l'huile **(Henry, 2003)**.

Au II^{ème} siècle, à Rome, l'huile d'olive est la première source de lipides dans l'alimentation. Peu de documents historiques sont disponibles pour la période du Moyen Âge. Toutefois, on sait que l'huile était encore employée pour l'hygiène corporelle, les besoins du culte et les usages domestiques **(Henry, 2003)**.



*Amphore attique à figures noires
VII^e siècle av. J.-C. illustrant
le gaulage (British museum B. 226,
photo Snark).*

Figure. 26 : amphore attique (Henry, 2003).

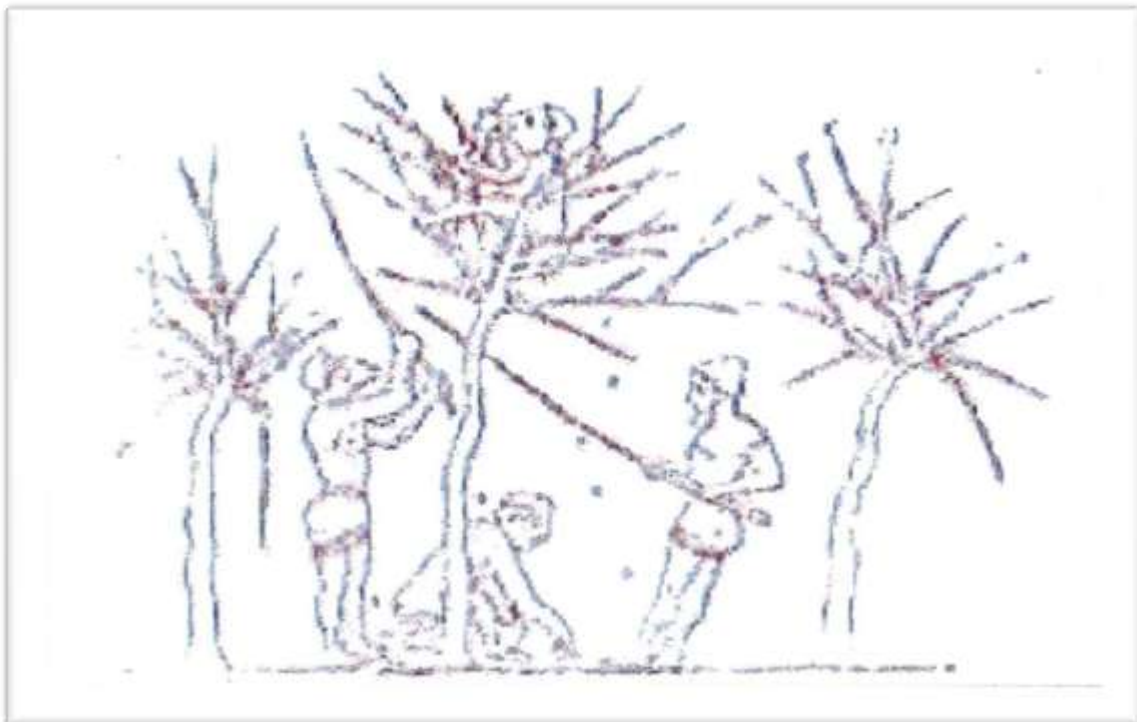


Figure.27 : cueillette des olives dans la Grèce Antique (Henry, 2003).



Figure.28 : Diffusion de l'olivier en méditerrané (Roson et Sanchez, 2009).

La culture de l'olivier fait un bond en dehors du bassin méditerranéen avec la découverte de l'Amérique. Au XVI^{ème} siècle, conséquence des grandes expéditions maritimes parties d'Espagne et du Portugal en direction du Nouveau Monde, l'olivier est introduit en Amérique centrale, au Pérou, au Chili, en Argentine, puis au XVIII^{ème} siècle en Californie.

Enfin, plus récemment, l'olivier a poursuivi son expansion au delà de la méditerranée, s'implantant en Afrique de Sud, en Australie, en Chine et au Japon. Mais jamais l'olivier ne poussera aussi bien que sur sa terre de prédilection, la méditerranée: «Là où l'olivier renonce, s'achève la méditerranée (Henry, 2003 ; Leva, 2011).

II-1-2- Un arbre tout en symbole

L'olivier possède une très grande richesse symbolique reconnue par tous les peuples en tout temps.

***Symbole de paix et de réconciliation:** l'olivier est le premier arbre à émerger quand la mer se retire de la surface de la Terre. En effet après le déluge, Noé qui avait lâché une colombe dans le ciel la vit revenir sur l'arche, tenant en son bec un rameau d'olivier (Fig.29), signe que l'épreuve touchait à sa fin et que la terre était proche (La Genèse, VIII-10, La Décrue).

***Symbole d'éternité, d'immortalité et d'espérance:** incendié par les Perses, l'olivier sacré de l'Acropole repoussa en une nuit, grâce à la déesse Athéna.

***Symbole de sacrifice:** depuis la passion du Christ sur le Mont des Oliviers jusqu'à la croix faite en ce même bois.

***Symbole de puissance et de force:** la massue d'Hercule était en bois d'olivier.

***Symbole de victoire:** les rameaux d'olivier couronnaient les meilleurs athlètes aux Jeux Olympiques. Aujourd'hui encore, la flamme allumée sur le site antique d'Olympe, à l'ouverture des JO, jaillit d'un rameau d'olivier sur lequel on concentre les rayons du soleil au moyen d'un miroir parabolique.

***Symbole de fécondité, de fertilité et de richesse:** après chaque victoire ces mêmes athlètes recevaient de l'huile des oliviers sacrés de la plaine d'Athènes.

***Symbole de lumière, de pureté:** son huile éclaire, lave, consacre (Henry, 2003 ; Iserin, 2001).



Figure.29 : Colombe de la paix (Henry, 2003).

Le meilleur symbole de l'importance de l'olivier se trouve certainement sur le drapeau de l'ONU, où la carte du monde est placée dans une couronne de rameaux d'olivier. Il tirerait cette position honorifique de son origine géographique de la Méditerranée considérée comme le lac de la paix, mission principale, par ailleurs, de l'institution internationale. C'est dire si l'olivier est un patrimoine de l'humanité.

II-2-Religions et usages sacrés :

L'arbre fétiche de la Méditerranée influença toutes les religions qui naquirent en son sein.

II-2-1- La civilisation grecque :

Lors des cérémonies religieuses, l'huile d'olive est versée sur les pierres sacrées, en guise d'offrande. Celle-ci fait partie des présents traditionnels qui plaisent aux dieux. Parmi les cadeaux, on retrouve la laine de brebis, les fruits et la cire des abeilles ou encore les contenants vides d'huile.

II-2-2 L'Islam :

L'olive et son huile ont été mentionnées sept fois dans le Coran.

II-2-3- Le Christianisme :

L'huile d'olive est abondamment citée dans la bible (140 fois), de même que l'olivier (100 fois), pressenti pour être le roi de tous les arbres.

II-3- Le secteur oléicole dans le monde :

La culture de l'olivier était utilisée depuis l'antiquité pour l'obtention d'olives et d'huiles d'olive.

Le patrimoine mondial a été évalué par le conseil oléicole international (COI) en 2013 à 1,5 milliards d'oliviers étendue sur une superficie de 10,3 millions d'hectares, réparties essentiellement autour du bassin méditerranéen méditerranéenne (Fig.30); avec 98% des oliviers assurant 90% de la production mondiale d'huile d'olives (COI, 2015; FAO, 2015).

La superficie cultivée en olivier n'a cessé d'augmenter depuis 1961 (Tab.10), encore plus au cours des 15 dernières années où le secteur oléicole s'est fait accorder beaucoup d'importance en implantant plus d'olivier et en faisant des études sur le sujet.



Figure.30: Localisation de la culture de l'olivier autour du bassin méditerranéen (Ghedira, 2008).

L'olivier de part sa nature est adapté aux conditions xériques ; donc traditionnellement il n'est pas arroser. Il a été démontré par plusieurs études ; entre autres celles de García et al (2013) ; Grattan et al , (2006) ; Gomez et al , (2013) et Presnov et al ,(2011) que l'approvisionnement en eau supplémentaires surtout dans les régions a faible précipitations, induit a une augmentation signifiante de la production des fruits et, par conséquent, dans la quantité d'huile d'olive vierge. Ca peut conduire jusqu'à quadrupler le rendement (García et al 2013; Grattan et al ,2006; Gomez et al, 2013 ; Presnov et al, 2011).

Tableau.10: Les superficies d'oliveraies et les rendements en olives dans le monde (FAO, 2014).

Année	Superficie cultivée (Ha)	Production (tonne)
1961	2608804.00	8205586.00
1970	3387293.00	7527383.00
1980	5129301.00	11217525.00
1990	7409538.00	9023906.00
2000	8349659.00	15623430.00
2010	9845398.00	19627471.00
2011	10089505.00	20415392.60
2012	10337167.00	16882025.30
2013	10309274.70	20396699.53

L'Europe représente plus de 65% de la production mondiale d'olives, principalement par les pays méditerranéens à savoir : l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Turquie, le Portugal et la France ; tandis que l'Afrique du nord représente dans les 17% par l'Algérie, le Maroc, La Tunisie et l'Egypte. En Asie le plus grand producteur est la Syrie suivie par la Jordanie (Tab.11).

Tableau.11 : Les superficies d'oliveraies et les rendements en olives des principaux pays producteurs en 2013 (FAOSTAT, 2013 ; Stefanou et al, 2015).

Pays	Superficie cultivée (Ha)	Production (tonne)
Espagne	2580000.00	7875800.00
Italie	1146863.00	2940545.00
Grèce	930000.00	2000000.00
Turquie	825830.00	1676000.00
Maroc	922235.00	1181675.00
Tunisie	1822820.00	1100000.00
Syrie	697443.00	842097.00
Algérie	348196.00	578740.00
Egypte	52100.00	510000.00
Portugal	347300.00	350900.00
Jordanie	62390.00	128186.00
France	17174.00	26850.00
Europe	5017343.00	13332122.00
Afrique du nord	3355351.00	3508415.00
Monde	10309274.70	20396699.53

L'Espagne occupe la première place au niveau mondial dans l'huile et les olives. Ce secteur joue un rôle social, économique et environnemental important dans l'économie espagnole car il englobe plus de 2.58 millions d'hectares (Stefanou et al, 2015 ; De La Casa et al , 2009 ; Román et al, 2014).

Seul en Andalousie « Le royaume de l'olivier », il y'a dans les 300 millions d'oliviers représentant la plus grande oliveraie du monde sur une étendu d'environ 2,4 millions d'hectares (Fig.31).





Figure.31 : l'oliveraie andalouse (Espagne) en 2013
(Source : documentaire sur France 5 « La route des oliviers »).

Chapitre I : Revue Bibliographique

La production mondiale d'huile d'olive a atteint un pic historique de 3 377 500 tonnes en 2011/2012, mais pour la campagne 2012/2013 elle était de 2 500 000 tonnes (soit en baisse de 26%) (dont l'Espagne - 62%, Portugal - 23%, Grèce + 22%, Italie +9%, Tunisie + 21%...), chutant à un niveau comparable à celui de 2002/2003. Cette baisse de production globale est principalement due à une diminution de 1 006 600 tonnes de la production espagnole, en baisse de - 62 % par rapport à la campagne précédente due à la succession d'une gelée sévère d'hiver et aux fortes chaleurs de l'été (MAPM, 2013).

Par ailleurs, la production moyenne d'huile d'olive dans l'UE au cours des dernières campagnes s'élève à 2,2 millions de tonnes et représente environ 73 % de la production mondiale en huile d'olive. L'Espagne, l'Italie et la Grèce représentent environ 97 % de la production d'huile d'olive de l'UE dont environ 62 % pour l'Espagne (MAPM, 2013 ; COI, 2014).

La figure 32 représente l'évolution de la production mondiale de l'huile d'olive entre les années 1990 et 2012.

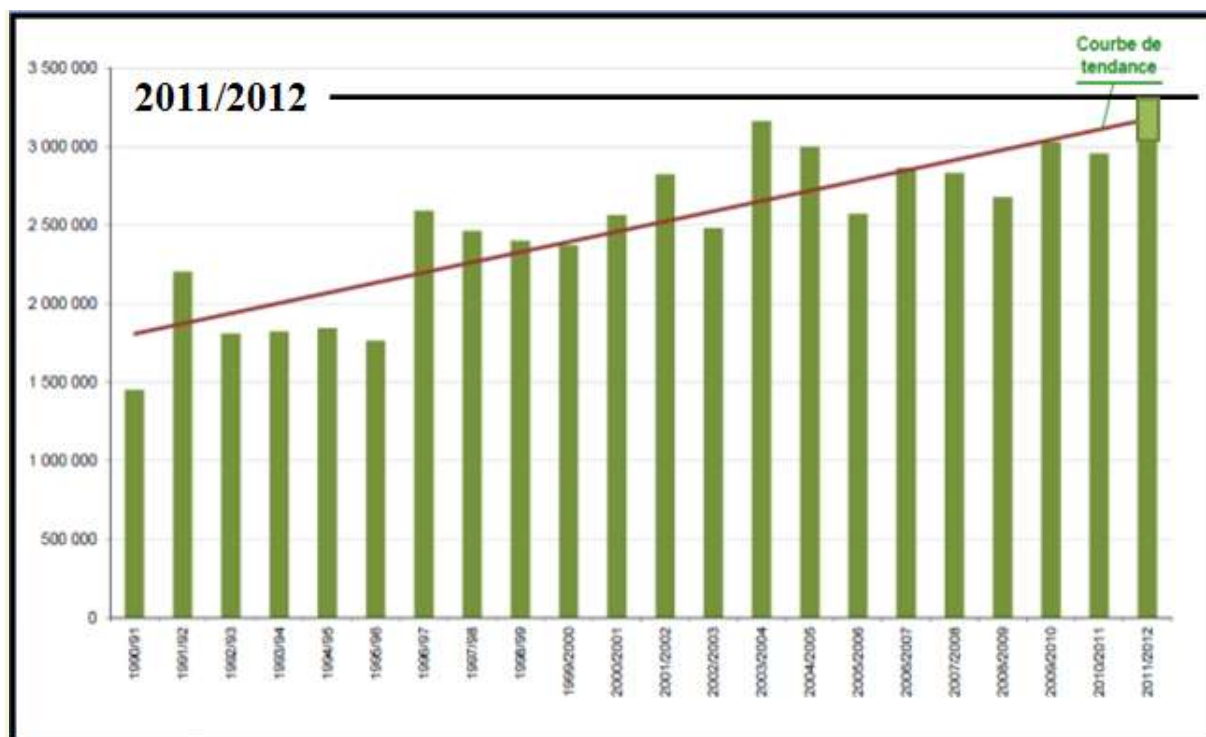


Figure. 32: L'évolution de la production mondiale d'huile d'olive entre les années 1990 et 2012 (MAPM, 2013) (modifiée).

NB : le graphe a été réalisé au cours de l'année 2012, donc avant de finir le calcul de toute la production, d'où la modification apportée.

Sur le plan international, la production mondiale d'huile d'olive a plus que doublé en l'espace de 20 ans. Elle est passée d'à peu près 1,5 million de tonnes dans les années 90 à 3,37 millions de tonnes en 2013.

Chapitre I : Revue Bibliographique

La production d'huile d'olive a toujours été concentrée dans les pays méditerranéens : l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Turquie, la Syrie, la Tunisie, le Maroc et l'Algérie. Ils représentent à eux seuls plus de 90 % de la production mondiale (Fig.33 et 34) (Haddam et al, 2014).

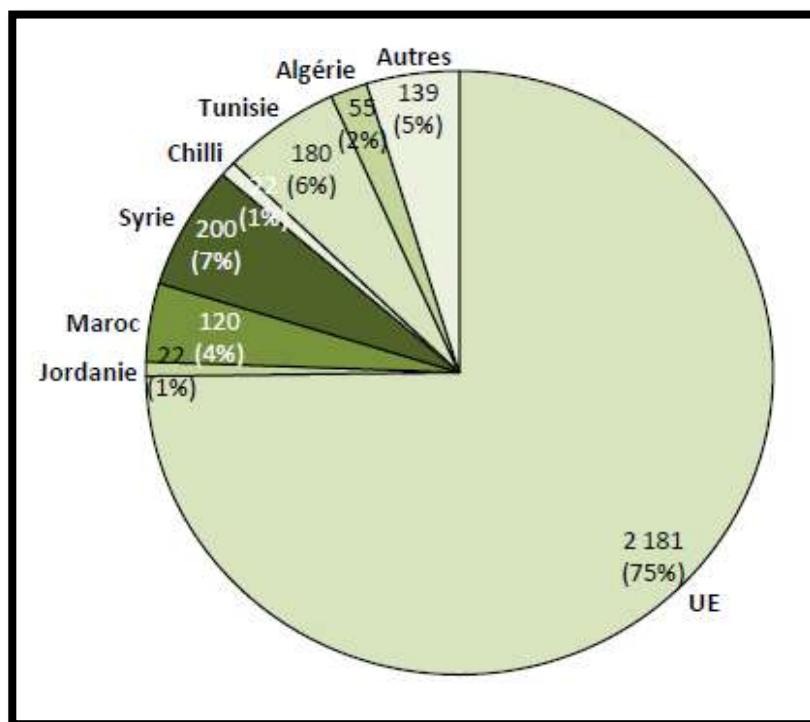


Figure.33 : Pourcentages d'huile d'olives des principaux pays producteurs (MAPM, 2013)

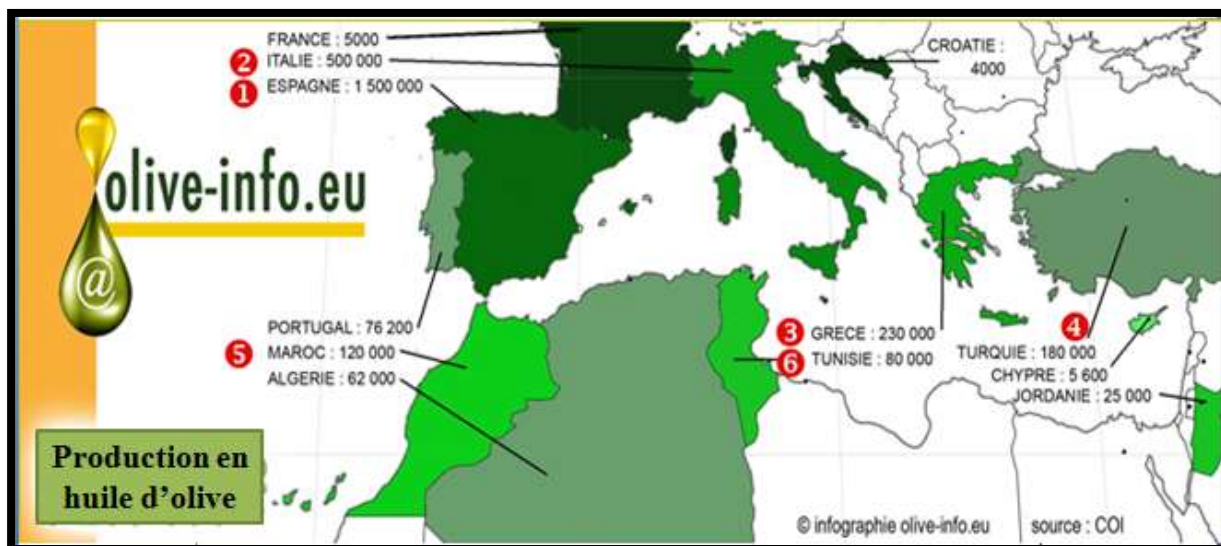


Figure.34 : Production d'huile d'olive dans les pays méditerranéens pour l'année 2014 (COI, 2014).

Remarque: Comparée à la campagne 2012/13, la production de la Tunisie semble chuter de presque 64 % pour s'établir à 80 000 tonnes.

Sur le plan qualitatif en Espagne et pour l'année 2009, 35% de la production d'huile d'olive était de l'extra vierge, 32 % de la vierge et 33% de la lampante. En Italie, les pourcentages sont respectivement de 59%, 18% et 24 % pour ces trois catégories d'huile. Ces pourcentages varient d'une campagne à l'autre, notamment du fait des variations des conditions climatiques et de tendances du marché s'orientant vers des huiles de meilleures qualités (MAPM, 2013).

II-4-le secteur oléicole en Algérie :

L'Algérie fait partie des principaux pays méditerranéens dont le climat est des plus propices à la culture de l'olivier. L'oléiculture est la première richesse arboricole de l'Algérie, elle constitue une source de subsistance pour plusieurs familles.

L'olivier occupe une place de choix dans le processus de relance économique de notre pays. L'olivier, de par ses fonctions multiples de lutte contre l'érosion, de valorisation des terrains agricoles et de fixation des populations dans les zones montagneuses, constitue une des principales espèces fruitières cultivées en Algérie par rapport aux autres cultures fruitières algériennes, avant le dattier (20,9 %), les agrumes (8,4 %) et le figuier (6,5 %), elle s'étendait sur **348196** ha en 2013, soit 42 % de la superficie cultivée, répartis sur tout le territoire national en particulier au Nord de l'Algérie (Fig.36) avec une production de **348196** tonnes d'olives pour la même année (Bachouche et Kellouche, 2013 ; Saad, 2009 ; FAOSTAT, 2013).

L'Algérie disposait en 2010 plus de 32 millions d'oliviers, couvrant approximativement quelque 300.000 hectares (INRA, 2010)

L'oliveraie algérienne a généré en 2010 une production moyenne annuelle d'huile d'olive autour de 192 000 t et environ 45 000 t d'olives de table (INRA, 2010)

La filière huile accuse un retard de développement par rapport au Maroc et à la Tunisie sans comparer avec l'Espagne, la Grèce, l'Italie ou encore la Turquie qui sont loin devant.

En 2000, la culture de l'olivier en Algérie occupait une superficie de 168080 hectares de terrain, soit 33% de la superficie arboricole nationale et 2% des terres cultivables. La restructuration du secteur agricole en 1997 a permis d'augmenter les surfaces oléicoles. Cette tendance s'est confirmée avec la relance du plan national de développement de l'agriculture (PNDA), en 2000 et grâce au financement du secteur par le Fonds National de Régulation et de Développement Agricole (FNRDA), le ministère de l'agriculture et du développement rural a mis en place un programme spécial pour le développement de l'oléiculture en intensif dans les zones steppiques présahariennes et sahariennes pour augmenter les productions de l'huile d'olives.

A partir de 2005, le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR) a lancé un nouveau programme de développement de l'oléiculture en intensif (400 plants/ha), qui a permis la réalisation de 13.410 ha à travers 15 wilayas des régions steppiques et sahariennes (FILAHA, 2009).

Avec ces nouvelles mesures, L'Algérie, veut développer son secteur oléicole, en plus de l'augmentation des surfaces plantées, il y'a la modernisation des industries d'extraction d'huile d'olive, et ainsi se placer parmi les premiers pays producteurs d'huile d'olive.

La surface oléicole en Algérie est répartie dans trois régions : le Centre, avec 54,3 % de la superficie totale ; l'Est, avec 28,3 % ; l'Ouest, avec 17 % ; et le Sud avec 0.4% (COI, 2010).

II-4-1- Les oliveraies en Algérie :

Le verger oléicole national est constitué, selon les conditions du milieu, de deux catégories principales, à savoir : l'oliveraie moderne et traditionnelle.

II-4-1-1- Oliveraie dite moderne :

Elle représente 21% de la superficie oléicole nationale avec près de 47500 ha (M.A.A, 2005). Il s'agit surtout de verger semi intensif, homogène avec une densité de 100 à 200 arbres/ha. Cette oliveraie bénéficie des techniques et des moyens de production relativement modernes dans le but d'obtenir une meilleure production en quantité, en minimisant les coûts de production.

II-4-1-2- Oliveraie dite traditionnelle :

Elle représente 79% de la superficie oléicole nationale (M.A.A, 2005) La densité dans ce type de conduite est de 40 à 70 arbres /ha mais la répartition des arbres reste hétérogène et leur âge dépasse très souvent les 75 ans qui est l'âge limite de pleine production. Il est à noter que les opérations culturales au niveau des oliveraies traditionnelles sont marginales (M.A.A, 2005).

Remarque: si on suit la logique, en 2013 vu que la superficie totale des oliveraies était de 348196ha et que les nouvelles plantations sont comprises dans les oliveraies modernes, on estime que leur taux serait de 35% au lieu de 21%.

II-4-2- La consommation de l'huile d'olives en Algérie :

La consommation nationale d'huile d'olives par habitant est passée de 0,80 kg/an au début des années 90 à 1,2 kg/an en 2002 (COI, 2003), pour atteindre en 2013 1.5 kg/an (COI, 2015) L'augmentation de la consommation est due essentiellement à l'augmentation de la production, à la prise en charge récente des activités de conditionnement et de commercialisation sur le marché national mais surtout après que plusieurs études ont démontré toutes les vertus de cette huile magique.

Les grecques reste de loin les plus grands consommateurs d'huile d'olives avec 16.3kg/an/habitant ; et ceci malgré la diminution de la consommation totale (COI, 2015).

II-4-3- Les variétés d'olivier en Algérie et leur localisation:

L'olivier (*Olea europaea*. L), compte de nombreuses variétés ayant une diversité phénotypique importante. Les origines de ces variétés demeurent imprécises.

Divers travaux ont suggéré que l'inter-fertilité entre les formes cultivées et /ou les formes sauvages soit à l'origine de la diversification de l'olivier cultivé (**Benrachou, 2013**).

Les variétés d'olivier se divisent en trois catégories :

- Les variétés à huile : sont principalement destinées à l'extraction de l'huile et sont caractérisées par un rendement variable mais normalement non inférieur à 16- 18 %.

- Les variétés de table: sont les variétés dont les fruits sont destinés à la consommation directe.

- Les variétés à double aptitude : sont celles qui peuvent être utilisées tant pour l'extraction de l'huile que pour la production d'olives de table (**Benrachou, 2013**).

L'Algérie grâce à sa situation géographique et à sa diversité pédoclimatique dispose d'un assortiment assez riche de variétés marquant chacune les traits édaphiques et climatiques qui caractérisent sa zone d'implantation. Plus de 150 variétés d'olives autochtones ont été dénombrées par Chaux en 1955 et 173 variétés entre autochtones et introduites ont été collectionnées par l'INRA. 48 variétés sont autorisées, dont 11 font actuellement la réputation de l'oléiculture algérienne (Tab.12) et (Fig.36) (**Boutkhil, 2012**).

Le centre et l'Est algérien en particulier, Béjaia, Tizi Ouzou, Bouira, Bordj Bou Arreridj, Sétif et Jijel, représentent ensemble à elles seules près des 2/3 de la superficie totale d'oliveraies (Fig.35). Dans cette région les variétés « Hamma » (pour la confiserie), « Chemlal », « Azeradj », « Bouchouk », « Rougette », « Blanquette » et « Limli » (pour l'extraction d'huile) prédominent.

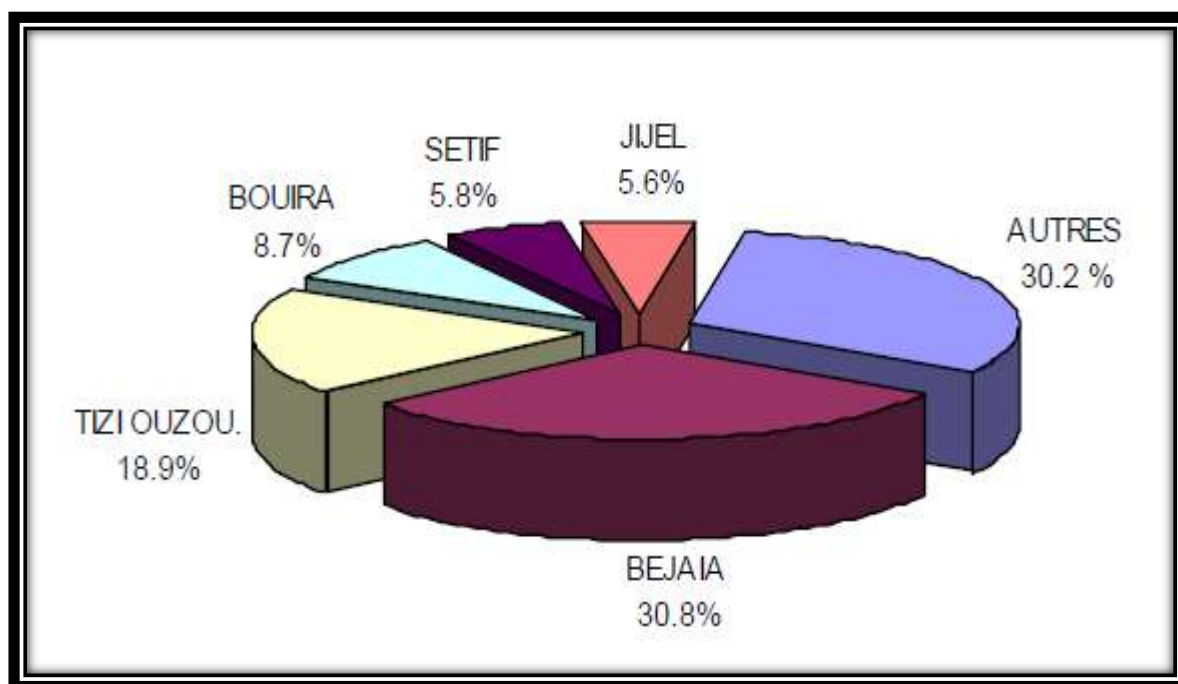


Figure.35: Répartition de la superficie d'olivier cultivées en Algérie (**Benabid, 2009**).

Chapitre I : Revue Bibliographique

La variété Chemlal, qui existe dans toute la Kabylie ; du littoral au sud de la vallée de la Soummam, est considérée comme la meilleure productrice d'huile de bonne qualité. En plus d'être la plus représentative, elle occupe environ 55% de la superficie oléicole du pays (**Serdoun Bekri, 2013 ; Saad, 2009**).

Les variétés Limli, Azeradj et Bouchouk, se trouvent surtout dans la vallée de la Soummam.

Ces quatre variétés « Chemlal, Limli, Azeradj et Bouchouk » représentent les trois quarts de la production oléicoles nationale (**Serdoun Bekri, 2013**).

A l'Ouest, la variété Sigoise appelée aussi « Zitoune Tlemcen », occupe la plus grande partie des oliveraies « 80 à 90% » (plaines de Sig et de Tlemcen). Cette variété est destinée à la consommation (olives de table) (**Saad, 2009 ; COI, 2010 ; Serdoun Bekri, 2013**).

Les variétés introduites durant l'époque coloniale sont Comicabra, la Lucque, la Frontoio et la Lleccino, d'origine Italienne ou Française et se sont bien adaptées aux conditions climatiques de notre pays (**Serdoun Bekri, 2013**).

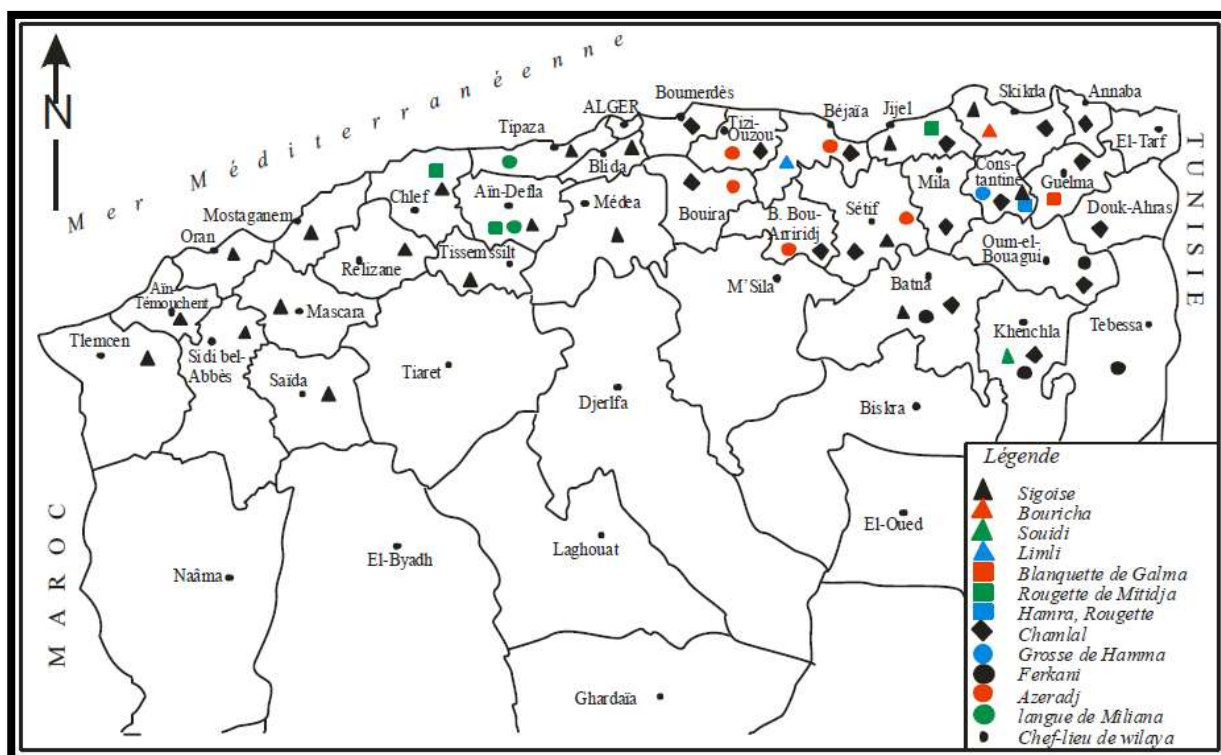


Figure.36 : Localisation des principales variétés d'olives en Algérie (**Saad, 2009**).

De nombreuses études (**Beddiar et al, 2008 ; Saad et al, 2009 ; Ben Sid et Chaouch Kouane, 2010 ; Meddad-Hamza et al, 2010 et 2011**) ont été faites pour identifier et caractériser le patrimoine génétique des cultivars d'olivier existant en vue d'en améliorer et mettre au point une éventuelle variété résistante aussi bien à la grande diversité agro-écologique de nos zones de production qu'aux maladies abiotiques et biotiques qui menacent le verger algérien (**Boutkhil, 2012**).

Chapitre I : Revue Bibliographique

Tableau.12 : Orientations variétales de l'olivier en Algérie (Benrachou, 2013).

Variétés	Aire de culture	Destination	Observations
Sigoise	Ouest Algérien (Oranie, Tlemcen)	Table + Huile	Très estimée pour la conservation et l'huilerie, rendement élevé en huile, variété autofertile.
Blanquette	Est Algérien	Table +Huile	-
Azeradj	Centre Algérien	Table +Huile	Très bon pollinisateur de Chemlal
Rougette	Est Algérien	Huile	-
Chemlal	Centre Algérien Kabylie	Huile	Huile très appréciée. Résiste en culture sèche. Inconvénients: autostérile, floraison tardive.
Limli	Est Algérien	Huile	Variété conseillée dans la région de jijel à Sidi-Aich
Bouricha	Est Algérien (Collo-Oued El Kebir)	Huile	Cultivée dans les régions à forte pluviométrie
Cornicabra	Ouest Algérien (Oranie, Tlemcen)	Table + Huile	Très bon pollinisateur de Sigoise Originaire d'Espagne
Ronde de Miliana	Centre et Ouest	Table +Huile	Très localisée dans la région de Miliana
Longue de Miliana	Centre et Ouest	Table +Huile	Très localisée dans la région de Miliana
Neb Djmel	Sud Est Algérien	Table + Huile	Variété des régions présaharienne
Sevillane	Ouest Algérien (Plaine d'Oran)	Table	Très intéressante par le gros calibre des fruits
Picholine Marocaine	Ouest du pays	Huile	Très commune avec la Sigoise (même caractère)
Bouchouk la Fayette	Centre Algérien	Table +Huile	Intéressante pour la région de Bougaâ
Boukhenfas	Centre Algérien	Huile	Donne les meilleurs résultats à la station de Sidi-Aich
Coratina	Centre et Est	Huile	Variété italienne très rigoureuse et très productive
Frontoio	Centre et Est	Huile	Variété italienne, bon pollinisateur de Chemlal
Ascolana	Ouest	Table	Fertilité excellente et régulière. Bonne rusticité de l'arbre. Résiste au froid. Pourrait avoir un grand avenir en Algérie
Hamma de Constantine	Est Algérien	Table	Meilleurs variété de la région constantinoise pour la conservation, nécessite des irrigations.

II-4-4- L'Industrie oléicole en Algérie :

À la fin des années 2000, l'industrie oléicole algérienne était composée majoritairement d'huileries traditionnelles.

Dans ce contexte, en vue de moderniser le secteur de l'extraction de l'huile d'olive pour améliorer la qualité du produit, les autorités algériennes ont adopté un programme de modernisation de l'industrie de l'huile d'olive et de l'huile de grignons d'olive) et de traitement des sous produits, dans l'objectif de disposer de plus d'unités modernes d'extraction d'huile d'olive équipées d'un système continu (COI, 2010).

Le dernier recensement effectué par le COI en 2010 est de 1 400 huileries traditionnelles d'un total de 1650 en Algérie (Tab.13) (COI, 2010).

En 2015 Rien qu'à Tizi Ouzou il y'a 475 huileries, dont 350 sont de type traditionnel et 125 modernes (Oularbi, 2015).

Tableau.13: Infrastructure de production oléicole en Algérie (COI, 2010).

Unités	Nombre	Capacité moyenne de production (tonnes/8 heures)
Huileries traditionnelles	1 400	1 740
Huileries avec presses ou super-presses	85	425
Huileries avec système continu (2 ou 3 phases)	165	825
Total des huileries	1 650	2 840
Unités d'élaboration d'olives de table	45	450
Raffineries d'huiles alimentaires	06	/
Unités de conditionnement d'olives de table	45	/
Unités de conditionnement d'huiles alimentaires	06	/

II-5- Etymologie :

La première appellation de l'olivier date du 13ème siècle avant J-C en Grèce (trouvé sur une table en argile). D'ailleurs le terme « olive » et les autres noms communs, dérivent des termes grecs « elaa » et « elam ».

Voici quelques appellations de l'olivier :

Arabe: Zeitoun (olivier cultivé); **Berbère :** Azemour ; **Français :** Olivier ; **Anglais :** olive tree ; **Espagnole :** oliva ; **Italien:** Olivo ; **Latin:** oliva, oleum, olivum ; **vieux Scandinavie :** Olia ; **Portugais :** Oliveira; **Turque:** Zeytin ; **hongrois :** olay ; **flamand et hollandais:** oliifbroom ; et en **allemand:** oliven (Gigon et Le Jeune, 2010 ; Ghedira, 2008 ; Sidhoum, 2011 ; Boutkhil, 2012)

II-6- Classification botanique de l'olivier :

D'après Kadereit et Bresinsky (2013), Dupont et Guignard (2012) et Chase et Reveal (2009) l'olivier appartient à :

- **Régne** : Plantae
- **Embranchement** : Embryophytes
- **Sous Embranchement** : Trachéophytes (Plantes vasculaires)
- **Super-classe**: Spermatophytes (Plantes à graines)
- **Classe** : Magnoliopsida (Angiospermes)
- **Sous-classe** : Lamiids
- **Ordre** : Lamiales
- **Famille** : Oleacées (la famille de l'Olivier)
- **Genre** : *Olea*
- **Espèce**: *Olea europaea* L. (Kadereit et Bresinsky, 2013 ; Dupont et Guignard, 2012 ; Chase et Reveal, 2009).

La famille des Oléacées comporte 24 genres et 615 espèces (Kadereit et Bresinsky, 2013). Le genre *Olea* est réparti sur tous les continents comme plantes ornementales ou dans les vergers productifs, il est lui même composé de plus de 40 espèces différentes parmi lesquelles on trouve, *Olea europaea* L. avec six sous espèces (Diaz, 2012 ; Doveri et Baldoni, 2007; Murphy, 2014 ; Rugini et al, 2011) :

- *Olea europaea* subsp. *europaea*, caractéristique du bassin méditerranéen, dont la variété cultivée (var. *europaea*) est l'olivier et la variété sauvage (var. *sylvestris*) est désignée sous le nom d'oléastre
- *Olea europaea* subsp. *cuspidata*, la sous-espèce la plus largement répandue dans le monde (sous-espèce ubiquiste), distribuée de la péninsule arabique jusqu'en Chine, ainsi qu'à travers l'Afrique d'Est et du Sud;
- *Olea europaea* subsp. *Cerasiformis* : endémique de l'île de Madère
- *Olea europaea* subsp. *guanchica* : endémique des îles Canaries
- *Olea europaea* subsp. *laperrinei* : caractéristique des régions sahariennes
- *Olea europaea* subsp. *maroccana* : caractéristique du Maroc.

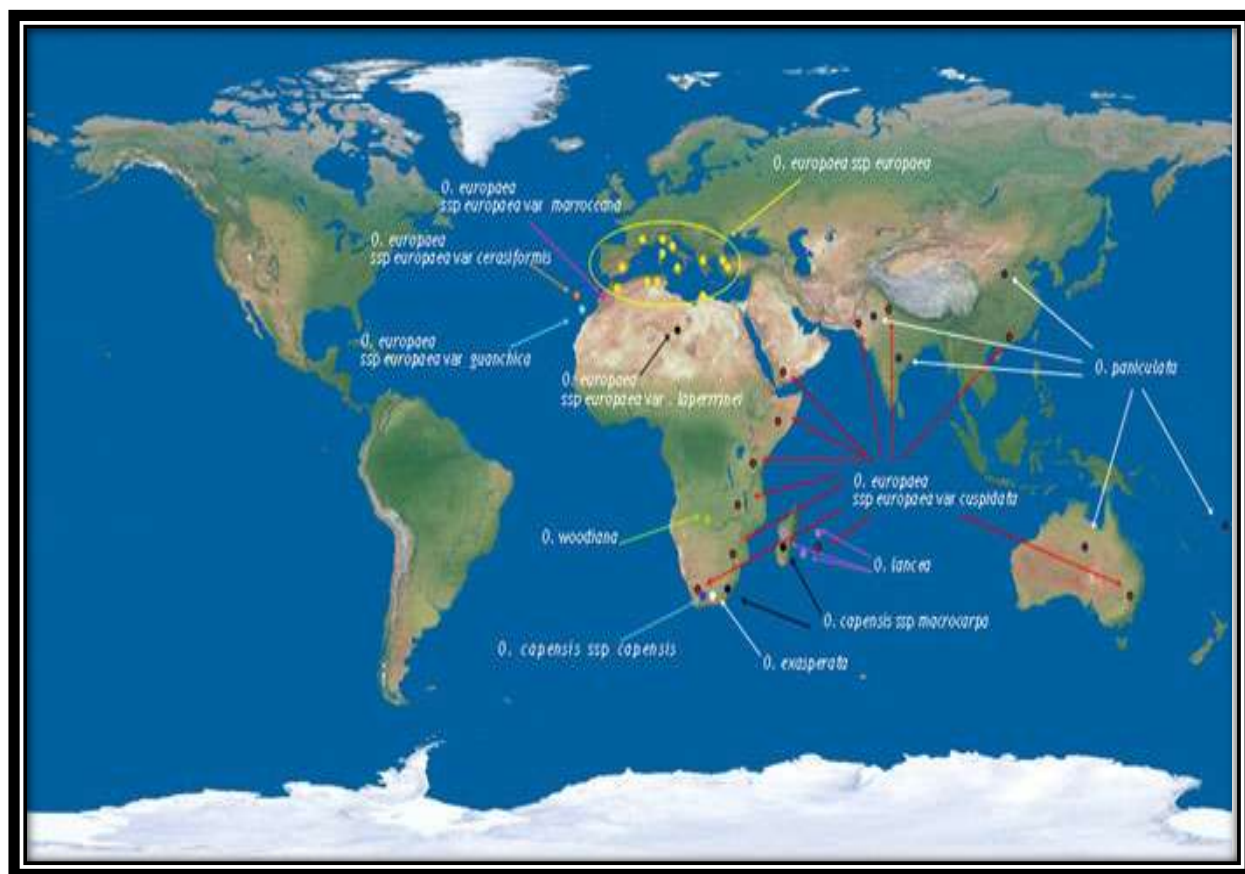


Figure.37 : Distribution mondiale des principales espèces et sous-espèces du genre *Olea* (Rugini et al, 2011).

II-7- Description botanique :

L'olivier (*Olea europaea* L.) est un arbre méditerranéen par excellence, originaire d'un climat subtropical sec. Il s'adapte bien à des conditions d'environnement extrêmes telles que: la sécheresse, la salinité, la chaleur et à des basses températures, mais il craint le gel (Ghedira, 2008 ; Murphy, 2014).

L'olivier est un arbre vivace, généralement plus de 500 ans, mais des arbres plus âgés de 2000 ans ont été enregistrés (Fig.38) (Murphy, 2014).

L'olivier se caractérise par un tronc bas, de couleur grise. C'est un arbre à croissance lente qui peut atteindre 15 à 20 mètres de hauteur selon les sols et les climats. Il est toujours vert mais dont les dimensions et les formes peuvent être très variables (Gigon et Le Jeune, 2010 ; Ghedira, 2008 ; Doveri et Baldoni, 2007 ; Iserin, 2001).

Les feuilles de l'olivier sont persistantes et d'une durée de vie de trois ans. La face supérieure est luisante de couleur vert foncé, tandis que la face inférieure présente un aspect argenté dû à une pruine. Le dessus des feuilles exposé au soleil est protégé par une cuticule vert sombre d'une texture vernissée, imperméable. La face inférieure est duveteuse et contrôle la sortie des eaux par un poil qui le coiffe à la manière d'un parasol (Ghedira, 2008).

Les fleurs sont petites, blanches, odorantes, regroupées en grappes dressées à l'aisselle des feuilles, l'olivier produit deux sortes de fleurs, une parfaite qui contient les deux sexes male et femelle et une staminée (Fabbri et al, 2009 ; Ghedira, 2008)



Figure.38 : Le plus ancien olivier au monde (Vollmann et Rajcan, 2009).

L'olive, fruit de l'olivier est une **drupe** à mésocarpe charnu, indéhiscence (ne s'ouvrant pas), à noyau. Sa forme est ovoïde ou ellipsoïde. Ses dimensions sont très variables suivant les variétés. La paroi de ce fruit est constituée (**Gigon et Le Jeune, 2010 ; Ghedira, 2008 ; Murphy, 2014 ; Doveri et Baldoni, 2007 ; Aparicio et Harwood, 2013**) :

- de l'épicarpe (épiderme ou peau) solidement attaché à la pulpe. A maturation, l'épicarpe passe de la couleur vert tendre (olive verte), à la couleur violette ou rouge (olive tournante) puis à la coloration noirâtre (olive noire).
- du mésocarpe (pulpe ou chair), charnu, riche en huile.
- de l'endocarpe (noyau), se compose d'une enveloppe boisée renfermant un ou, rarement deux graines.

II-8- La composition chimique de l'olivier et de son huile :

La composition chimique de l'olive (Tab.14) est fonction de plusieurs paramètres dont la variété, le climat et les conditions culturales.

Tableau.14 : Les principaux constituants du fruit et des feuilles d'olivier (**Ghedira, 2008**)

Parties utilisées	Fraction ou famille chimique	Constituants chimiques
Fruit L'olive est riche en eau (40-45 %), en glucides (10-20 %) et en lipides qui représentent environ 30 % du fruit mûr (environ 50 % du péricarpe et 35-40 % de l'amande qui représente 15 % du poids du noyau).	Fraction saponifiable	Acide palmitique 7,5-20 %, Acide palmitoléique 0,3-3,5 Acide stéarique 0,5-5,0 % Acide oléique 55-83 % Acide linoléique 3,5-21,0 % Acide α -linoléique > 0,9 %
	Fraction insaponifiable (teneur/100 g) :	Hydrocarbures dont le squalène : 300-700 mg Stérols dont le β -sitostérol : 70-90 mg Alcools triterpéniques : 100-300 mg α -tocophérol 4-13 mg, β -tocophérol : 1-2 mg composés phénoliques : 50 mg dont hydroxytyrosol 0,01-1 mg et tyrosol
Feuilles	Triterpènes	Acide oléanolique, acide maslinique, acide hydroxy- oléanolique
	Flavonoïdes	- Lutéoline, kaempférol, myricétine, quercétine, apigénine - Rutoside, quercitrine et des glucosides de l'apigénine et de la lutéoline
	Sécoiridoïdes	Oleuropéoside, 11-déméthyl- oleuropéoside, oléoside, diméthylester oléoside, ligustroside, oleurososide et des aldéhydes séco-iridoïdiques non hétérosidiques (oléacéine)
	Acides phénols	Acide caféique, acide caféoylquinique (ac. chlorogénique), acide p-coumarique, verbascoside

Les vitamines A, B₁, B₂, PP et E sont synthétisées durant la période de maturation du fruit.

L'olive renferme aussi les constituants suivants :

- mannitol (dans les olives non mûres)
- un pigment rouge : l'oléacyanine
- un glucoside amer appelé oleuropéside ou oleuropéine
- acide oléanolique
- du glutathion
- des diastases : oléase et émulsive active sur l'oleuropéine
- une cire et une résine excrétée par l'épicarpe (**Benrachou, 2013**).

L'huile d'olive vierge est majoritairement constituée de triglycérides, avec une faible proportion d'autres composés. Les acides gras triglycérides dominant sont les acides mono-insaturés oléique, palmitique, stéarique et les acides poly-insaturés linoléique et linoléique. Les composés mineurs (alcools, composés polyphénoliques, la chlorophylle, caroténoïdes, des stérols, tocophérols et flavonoïdes) contribuent à la qualité organoleptique, le goût, la saveur, et la valeur nutritionnelle de l'huile d'olive (Tab.15) (**Doveri et Baldoni, 2007**).

Tableau.15 : Les principaux constituants de l'huile d'olive (**Gigon et Le Jeune, 2010**)

Famille de constituants	Constituants	Teneur
Acides gras (99 %)	Acide palmitique	7,5-20 %
AGS (14,8 %)	Acide palmitoléique	0,3-3,5 %
	Acide stéarique	0,5-5,0 %
Acide gras mono-insaturés (76,6 %)	Acide oléique	55-83 %
	Acide arachidique	< 0,7 %
	Acide gondoïque	0,5 %
	Acide lignocérique	< 0,5 %
Acides gras polyinsaturés (8,6 %)	Acide linoléique	9,0 %
	Acide linoléique	3,5-21
Autres substances : 1 %	Insaponifiable, squalènes	
Phytostérols	Bétasistostérol, campestérol, stigmastérol	
Vitamines	Tocophérols (vitamine E), vitamine A, vitamine K	
Polyphénols	Séco-iridoïdes : oleuropéine, déméthyleuropéine, ligstroside, hydroxytyrosol, tyrosol	
Lignanes	Acétoxypinorésinol, pinorésinol	
Triterpènes	Acide oléanolique, érythrodiol	

La composition en acide gras de l'huile d'olive peut varier en fonction de l'origine géographique, la variété et le degré de maturité du fruit. Elle influe sur la valeur commerciale de l'huile et sa stabilité (durée de conservation) (**Rodríguez et al, 2014**).

II-9- Les procédés de fabrication de l'huile d'olive :

L'huile d'olive est une huile provenant uniquement du fruit de l'olivier (*Olea europaea* L.) à l'exclusion des huiles obtenues par solvant ou par des procédés de réestérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature (COI, 2015). Elle ne peut être obtenue que par utilisation de procédés physiques (Veillet, 2010).

A la différence des autres huiles végétales ou d'autres produits tels que le vin, l'huile d'olive ne requiert aucune étape de raffinage ni aucune transformation chimique. Grâce à cette simplicité procédurale, l'huile d'olive a pu être fabriquée depuis l'antiquité.

L'absence d'étape de raffinage permet à l'huile d'olive de conserver tous ses antioxydants. L'olive étant un fruit riche en ces derniers (oleuropéine, ligstroside...), l'huile brute qui en résulte en est elle aussi riche. Les principaux antioxydants de l'huile d'olive sont des dérivés de l'oleuropéine et du ligstroside et font donc partie de la classe des composés phénoliques. Ces composés vont permettre une bonne conservation de l'huile d'olive dans le temps puisque ces molécules ainsi que le tocophérol vont prévenir son oxydation (Veillet, 2010 ; Pehlivan et Yilmaz, 2010).

Avec le développement du secteur oléicole, les systèmes traditionnels discontinus « les moulins traditionnels ou Maâsra » (lavage des olives, broyage mécanique, malaxage) sont actuellement remplacés par des équipements modernes.

Ce perfectionnement, moins onéreux, permet d'extraire l'huile en continue à travers des phases successives et la séparation par centrifugation de l'huile des eaux de végétation. Trois systèmes d'extraction sont à présent utilisés (fig.45) : procédés discontinus ou systèmes à presses et procédés continus ou systèmes à centrifugation. Ce dernier se déroule soit selon un procédé continu à trois phases ou en un procédé continu à deux phases (procédé écologique) (Leulmi, 2011 ; Essiari et al, 2014).

La technique a subi de nombreuses évolutions au cours du temps qui peuvent être regroupées en deux grandes catégories : les évolutions relatives au broyage des olives et les évolutions relatives à la séparation des différentes phases.

II-9- 1- La récolte des olives :

Il existe de nombreuses techniques de récolte des olives variant en fonction de la destination finale de ces olives, de la nature du sol et de la superficie de l'exploitation. La méthode traditionnelle est la récolte à la main; c'est la plus respectueuse de l'arbre mais la récolte est fastidieuse et très longue donc cette technique n'est plus utilisée que pour les olives de table (car elles ne doivent pas être abimées) (Veillet, 2010).

La méthode la plus communément utilisée en Algérie est la cueillette au peigne manuel (Fig.39.B): les oléiculteurs déposent un filet sur le sol et utilisent un peigne qui va arracher les olives de la branche et les faire tomber sur le filet.

Il existe maintenant des systèmes de peignes mécaniques équipés d'un moteur faisant tourner les peignes au bout d'un manche télescopique. Cette technique permet une récolte plus rapide des olives et reste peu traumatisante pour les oliviers. En Espagne ou en Italie la technique la plus utilisée sur les grandes exploitations est celle par vibration des branches : des pinces

métalliques viennent enserrer le tronc de l'olivier et une vibration à haute fréquence va être appliquée au tronc. Les olives mûres vont alors tomber de l'arbre et peuvent être utilisées pour la production d'huile. Le principal inconvénient de ce système, outre son coût à l'achat, est les dégâts qu'il peut occasionner aux jeunes rameaux des oliviers (Veillet, 2010)



Figure.39 : La cueillette des olives par les différentes méthodes.

A : à la main ; B : au peigne manuel ; C : au peigne mécanique ; D : vibration des branches.

Remarque :

Les olives de table sont cueillies avant celles destinées à l'huilerie qui doivent attendre un degré de maturation plus avancé (Henry, 2003).

II-9- 2- Les principes de base de l'extraction de l'huile d'olive :

Les méthodes d'extraction ont évolué mais, le processus d'extraction d'huile d'olives reste toujours le même. Il inclut quatre opérations principales : les opérations préliminaires, le broyage, le malaxage et la séparation des phases (AISSAM, 2003).

II-9- 2- 1- Opérations préliminaires

Elles consistent à l'effeuillage des olives qui se fait généralement par aspiration, suivi par le lavage afin d'éliminer les matières étrangères (éliminer des impuretés adhérentes à l'olive à savoir terre, cailloux, feuilles,...ect) (Fig.40). Ces matières peuvent altérer les propriétés organoleptiques de l'huile (couleur, odeur et goût), contribuent à augmenter le taux d'acidité et user les broyeurs métalliques (Sifoun, 2008 ; AISSAM, 2003 ; Benrachou, 2013).



Figure.40: Opérations préliminaires :
En haut : L'effeuillage ; En bas : Le lavage des olives

II-9- 2- 2- Broyage

Cette opération consiste à la dilacération des tissu des olives pour libérer les gouttelettes d'huile contenues dans les vacuoles à l'intérieure des cellules (éclater la drupe pulpeuse gorgée d'huile) (Sifoun, 2008 ; AISSAM, 2003).

Le broyage s'effectue à l'aide des moulins en pierre (traditionnel) ou des disques (installations modernes) (Fig.41) (Sifoun, 2008).

A l'issue du broyage, on obtient une pâte.



A



B

Figure.41 : Le broyage des olives.

A : avec des moulins en pierre (traditionnel)

B : avec des disques (moderne)

II-9- 2- 3- Malaxage

Le malaxage permet de donner à la pâte une bonne régularité et homogénéité (Sifoun, 2008).

Il a pour but de libérer le maximum d'huile en brisant les vacuoles qui sont restées entières durant la phase précédente et d'amasser les gouttelettes d'huile en gouttes plus grosses (Fig.42) (AISSAM, 2003).



Figure.42 : Le malaxage de la pate d'olives

A : La méthode traditionnelle

B : La méthode moderne

II-9- 2- 4- Séparation des phases

Cette opération consiste à :

– **Séparation des phases liquides-solides** : Le broyage et le malaxage aboutissent à la formation d'une pâte qui contient de la matière solide et des fluides. La matière solide appelée grignon est formée de débris de noyaux, d'épiderme, de parois cellulaires...etc, alors que la partie fluide est composée d'huile et d'eau de végétation appelée margine (AISSAM, 2003).

– **Séparation des phases liquides-liquides** : La séparation entre la phase aqueuse de la phase huileuse se fait essentiellement par simple décantation ou par centrifugation. Elle est basée sur la différence de densité entre l'huile d'olive et l'eau de végétation (AISSAM, 2003).

II-9- 2- 5- Le stockage :

L'huile d'olive est immédiatement stockée dans des cuves en inox afin d'éviter l'oxydation. L'huile peut alors être filtrée pour la rendre limpide et brillante ou bien être mise en bouteille en l'état. Une fois embouteillée, l'huile d'olive doit être conservée à l'abri de la chaleur et de la lumière (Benabid, 2009)

Remarque :

En Algérie on utilise des barils en plastique pour le stockage de l'huile d'olive.

II-9-3- Procédés d'extraction d'huiles d'olives :

En Algérie et jusqu'à ces dernières décennies, le secteur oléicole n'utilisait que des techniques traditionnelles. L'extraction a été réalisée à l'aide des systèmes archaïques de pression faisant appel à la force animale à défaut de l'énergie électrique.

Avec le développement du secteur oléicole, les systèmes traditionnels ont cédé la place aux équipements modernes. Le perfectionnement de ces procédés a permis d'extraire l'huile à travers des phases successives. Auparavant, l'extraction était effectuée de manière discontinue (lavage des olives, broyage mécanique, malaxage, extraction des moûts huileuses). De même, après le développement des appareils de centrifugation, la séparation de l'huile des eaux de végétation est devenue moins onéreuse (AISSAM, 2003).

II-9-3- 1- Procédés en discontinu ou système à presse :

Ce sont les systèmes classiques par pression avec broyeurs (Fig.45). Le broyage des olives suivi du malaxage se font sous des meules en pierre de granit, qui tournent dans un bac dont le sol est également en pierre.

Les moulins en pierre modernes ont deux ou trois (et parfois même quatre ou six) meules de granit qui sont cylindriques et ont un diamètre de 100 à 140 cm. En Espagne, ces meules en granit ont une forme conique ou tronconique.

Les meules utilisées pour le broyage sont ensuite légèrement décentrées par rapport à l'axe de rotation. Elles dérapent donc légèrement sur le socle lorsqu'elles tournent ce qui permet de malaxer la pâte. La pâte est obtenue en 30 minutes environ. Elle est composée de grignon et un moût contenant l'huile et les margines. La séparation des deux phases solide-liquide se fait par simple pression. Le mélange de pâte d'olive ainsi obtenue est mis dans des sacs en filtre d'alfa ou sur des disques en fibre de nylon appelés scourtins. Ceux-ci sont empilés les uns sur les autres autour d'un pivot central monté sur un petit chariot. L'ensemble est placé sur un piston de presse hydraulique qui permet de faire subir à la pâte une pression (Fig. 43 et 44).

La phase liquide s'écoule dans un bac de réception; les grignons restent accrochés aux scourtins. Cette opération dure 45 minutes. Ensuite, chaque scourtin est débarrassé de son grignon.

Le mélange huile/margine subit une décantation naturelle basée sur la différence de densité entre les deux liquides. La phase supérieure constituée d'huile est récupérée et puis stockée (Aparicio et Harwood, 2013 ; Benrachou, 2013 ; Sekour, 2012 ; Kapellakis et al, 2008 ; AISSAM, 2003 ; Kapellakis et al, 2008 ; Henry, 2003).



Figure 43 : Ecoulement de l'huile d'olive des scourtins.



Figure.44 : Presse hydraulique

L'opération de broyage, réalisée avec des meules de granit, a ses avantages et inconvénients. Les opérations de broyage et de pressage de la pâte d'olive, conduites en plein air, peuvent entraîner l'altération de l'huile. En effet l'auto oxydation de l'huile déclenchée par la présence d'air, provoque la dégradation des acides gras insaturés et par conséquent la formation des hydroperoxydes qui peuvent se décomposer et donner lieu à des produits volatils conduisant à un état de rancissement de l'huile. Un autre inconvénient de ce système est qu'il génère des quantités importantes de margines (60 à 70L par 100 Kg d'olives), par contre ce système d'extraction par presse permet l'obtention d'une huile non piquante et riche en polyphénols (Bouhadjra, 2011)

II-9-3-2- Procédés en continu ou système à centrifugation :

L'extraction d'huile d'olive se fait à travers des phases successives contrairement au procédé discontinu. Les olives sont lavées, broyées, mélangées avec l'eau chaude et malaxées.

Les phases liquides et solides sont séparées par centrifugation. Le moût subit à son tour une centrifugation pour séparer l'huile des margines (Kapellakis et al, 2008 ; AISSAM, 2003).

II-9-3-2-1- Procédé continu à trois phases :

L'extraction de l'huile d'olive se fait à travers des phases successives contrairement au procédé discontinu. Les olives sont lavées, broyées, mélangées avec de l'eau chaude et malaxées pour former la pâte d'olive qui est ensuite diluée. Les phases liquides et solides sont séparées par centrifugation donnant les grignons et le moût. Le moût subit à son tour une seconde centrifugation pour séparer l'huile des effluents d'huileries d'olive (Fig.45) (El Hajjouji, 2007).

Les apports élevés en eau chaude (40 à 60 % du poids de la pâte) font que l'huile extraite se trouve appauvrie en composés aromatiques et phénoliques. Ces composés passent partiellement dans les margines (Bouhadjra, 2011).

II-9-3-2-2-Procédé continu à deux phases ou procédé écologique :

Variante du système précédant, ici le décanteur sépare l'huile et mélange le grignon et les eaux de végétation en une unique phase de consistance pâteuse appelée grignon humide ou grignon à deux phases (Fig.45).

Ce système permet d'extraire une huile d'olive de bonne qualité sans production d'effluents d'huileries d'olive. Son seul inconvénient est la production de grignons humides.

En effet, les grignons résultant de ce procédé contiennent 8 à 10% plus d'eau que ceux du procédé à trois phases. Il est donc indispensable d'équiper les huileries travaillant selon le procédé écologique d'une installation de séchage des grignons (El Hajjouji, 2007).

Le rendement en huile généré par ce système est légèrement plus élevé que les autres. Le décanteur à deux phases permet d'obtenir une huile riche en polyphénols totaux et en orthodiphénols et donc plus stable. Ce système est plus respectueux de l'environnement car il ne procède pas à l'augmentation du volume d'effluent liquide (marges) (Bouhadjra, 2011).

En plus des caractéristiques relatives à l'aspect et à l'arôme, c'est le taux d'acidité qui est le plus pris en compte pour apprécier la qualité de l'huile d'olive. Un taux inférieur à 1% serait l'idéal, mais rares sont les huiles qui répondent à ce critère de sélection car certains paramètres liés à la cueillette, à l'entreposage des olives et au conditionnement de l'huile influent sur sa qualité. Cela dit, et malgré l'absence de circuits de commercialisation, l'huile d'olive algérienne est bel et bien exportable. A l'heure de la mondialisation, certaines entreprises privées se sont lancées à la conquête des marchés internationaux, mais les normes de qualité imposées constituent un motif valable pour développer une recherche dans le domaine (INRA, 2010).

Remarque :

Dans notre travail on s'est intéressé à un produit fermenté dérivé de l'huile d'olive « Amordje ». Il représente le résidu d'huile d'olive qui forme un dépôt noir (mélange de pulpe et d'huile d'olives) au fond des barils de conservation que les consommateurs ramassent soigneusement et conditionnent dans des bouteilles et consomment régulièrement pour ses vertus apaisantes des douleurs abdominales et régulateur du transit intestinal.

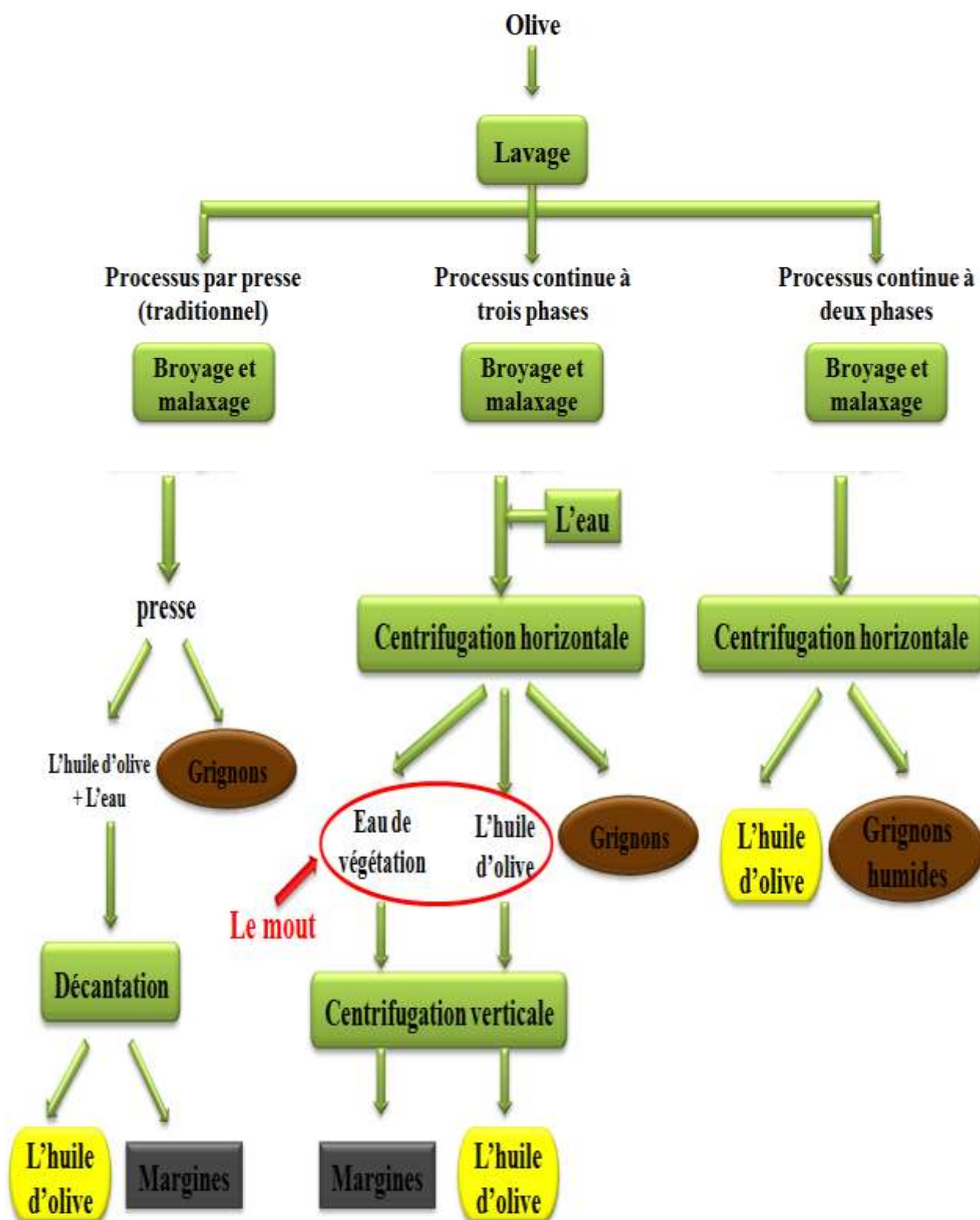


Figure.45 : Processus d'extraction de l'huile d'olive (Leulmi, 2011 « modifié »).

II-10- Les bienfaits de l'huile d'olive :

L'huile d'olive est un composant déterminant du fameux régime méditerranéen, reconnu comme facteur de protection des maladies cardiovasculaires, du cancer et peut-être des pathologies neuro-dégénératives. Les bienfaits de l'huile d'olive sur la santé sont encore plus importants quand sa consommation débute tôt dans la vie, c'est-à-dire avant la puberté. Mais il a été rapporté que l'ingestion de dose usuelle d'huile d'olive par des volontaires sains, leur conférerait déjà une protection postprandiale par une modification rapide de l'expression de certains gènes (**Gigon et Le Jeune, 2010**).

II-10- 1- Prévention des maladies cardiovasculaires :

En ce qui concerne les maladies cardiovasculaires, l'huile d'olive protège et améliore la fonction endothéliale mais aussi la fonction d'hémostase grâce à ses polyphénols antioxydants. La consommation régulière des produits dérivés de l'olive est corrélée significativement à une baisse des maladies cardiaques d'origine coronaire, spécialement par leur capacité à baisser la tension artérielle et le mauvais cholestérol sanguin (LDL oxydé) et à augmenter le bon cholestérol (HDL) (**Gigon et Le Jeune, 2010**).

II-10-2- Appareil digestif « Estomac » :

L'huile d'olive réduit le risque de reflux d'acidité de l'estomac vers l'œsophage (reflux gastro-œsophagien) sans diminuer le tonus du sphincter gastro-œsophagique.

De même, l'huile d'olive inhibe partiellement la motilité gastrique : la vidange du contenu gastrique depuis l'estomac jusqu'au duodénum est alors plus lente et progressive. La sensation de rassasiement est plus grande (**Ghedira, 2008**).

II-10- 3- Système hépatobiliaire « Vésicule biliaire » :

L'huile olive exerce sur le système hépatobiliaire une action cholagogue et cholécystokinétique. Cette double action assure un drainage biliaire optimal et une vidange complète de la vésicule (particulièrement utile dans la prévention et le traitement des dysfonctions des voies biliaires). L'huile d'olive stimule également la sécrétion biliaire dans le foie et augmente l'excrétion hépatique du cholestérol.

Grace à son efficacité sur le tonus et l'activité de la vésicule biliaire, elle favorise donc la digestion des lipides, en permettant leur émulsion biliaire, elle pourrait prévenir l'apparition de lithiase biliaire (**Ghedira, 2008**).

II-10- 4- Pancréas :

L'huile d'olive facilite la sécrétion pancréatique exocrine de façon suffisante pour les fonctions digestives. L'huile d'olive est recommandée dans le traitement de différentes pathologies dans lesquelles la fonction pancréatique est altérée, notamment l'insuffisance pancréatique, la pancréatite chronique, la fibrose kystique et les syndromes de malabsorption (**Ghedira, 2008**).

II-10- 5- Pression artérielle :

Bien que l'on n'ait pas encore identifié avec exactitude les constituants auxquels il convient d'attribuer les effets favorables sur la pression artérielle du régime alimentaire méditerranéen, il a été démontré que l'introduction de l'huile d'olive dans le régime alimentaire entraîne une diminution de la tension artérielle. La consommation régulière d'huile d'olive permet de réduire les valeurs de pression artérielle systolique (maximale) et diastolique (minimale).

Il a été récemment vérifié que la consommation d'huile d'olive permet de diminuer la dose quotidienne de médicaments hypotenseurs nécessaire pour contrôler la pression artérielle des sujets souffrant d'hypertension, probablement grâce à une production d'oxyde nitrique entraînée par les polyphénols (**Ghedira, 2008**).

II-10- 6- Agrégation plaquettaire :

Différentes recherches ont permis de démontrer l'effet antithrombotique et antiagrégant plaquettaire de l'huile d'olive. Il a été vérifié que les régimes riches en huile d'olive permettent d'atténuer l'effet prothrombotique des régimes hyper lipidiques. Ce qui pourrait expliquer en partie la faible incidence d'infarctus du myocarde dans les pays où l'huile d'olive est la principale source de matière grasse (**Ghedira, 2008**).

II-10- 7- Ostéoporose

L'huile d'olive semble avoir un effet favorable sur l'ostéoformation ; sa consommation régulière augmente la minéralisation osseuse. Elle favorise l'absorption du calcium et exerce un rôle important au moment de la croissance et dans la prévention de l'ostéoporose (**Ghedira, 2008**).

II-10- 8-Huile d'olive et fonction cognitive :

Les régimes alimentaires riches en huile d'olive pourraient contribuer à prévenir la perte de mémoire et le déclin des fonctions intellectuelles chez les personnes âgées saines.

Une étude réalisée sur des personnes âgées ayant adopté un régime alimentaire riche en acides gras mono-insaturés, présents en particulier dans l'huile d'olive, a montré que ces personnes avaient une diminution du risque de déclin cognitif lié à l'âge.

Le mécanisme d'action d'apports élevés d'acides gras mono-insaturés dans la prévention du déclin cognitif n'est pas encore élucidé mais cela pourrait être lié au rôle des acides gras dans le maintien de la structure des membranes neuronales. Toutefois, cet effet n'est démontré que pour les acides gras oméga-3 dont l'huile d'olive est pauvre.

Des études d'observation ont permis de vérifier que la quantité d'huile d'olive consommée était inversement liée à la détérioration cognitive due à l'âge, à la perte de mémoire, aux démences et à la maladie d'Alzheimer. Mais il n'y a pas d'étude d'intervention établissant un lien de causalité (**Ghedira, 2008**).

II-10- 9- Activité anti-inflammatoire :

Des marqueurs biologiques de l'inflammation (Il6 et CRP) ont pu être abaissés significativement chez des patients coronariens stables après l'absorption quotidienne de 50 ml d'huile d'olive pendant deux périodes de trois semaines précédées de deux semaines de wash-out.

Un régime riche en huile d'olive, donné à des souris sur le long terme, a transformé leur composition membranaire neuronale en faveur de l'acide oléique, avec un effet positif sur la neuro-inflammation et la fonction cérébrale (**Gigon et Le Jeune, 2010**).

II-10- 10- Prévention des cancers

Des études épidémiologiques ont montré que la consommation d'huile d'olive est associée à une diminution du risque de survenue de certaines tumeurs malignes et de certains types de cancer (colon, rectum, sein, prostate, pancréas, endomètre) d'environ 10 %.

L'huile d'olive pourrait diminuer le risque de cancer du sein. Cet effet a été évalué dans le cadre de différentes études. L'adoption d'une alimentation saine, dont la source principale de matière grasse est l'huile d'olive, permettrait de réduire considérablement l'incidence de ce cancer, la mutation cellulaire impliquée dans la cancérogenèse étant due en partie à des substances mutagènes (radicaux libres) qui altèrent l'ADN. Pour neutraliser les espèces réactives de l'oxygène, l'organisme a besoin d'antioxydants tels les composés phénoliques contenus dans l'huile d'olive (**Ghedira, 2008**).

De même, la relation entre l'adhésion à un régime alimentaire riche en huile d'olive et la diminution des risques de cancer du colon a pu être établie. L'effet protecteur de l'huile d'olive demeure, indépendamment de la quantité de fruits et de légumes présents dans le régime alimentaire.

Des recherches ont permis de mettre en évidence les effets positifs de l'huile d'olive sur les lésions précancéreuses. Un régime riche en huile d'olive permet de réduire de manière significative le nombre de lésions initiales de la carcinogenèse.

Cet effet bénéfique pourrait être lié à l'action de l'acide oléique, acide gras mono-insaturé majoritaire dans l'huile d'olive. L'acide oléique entraîne une réduction de la production des prostaglandines dérivées de l'acide arachidonique, qui jouerait un rôle dans la promotion cellulaire, seconde étape de la cancérogenèse.

Toutefois, il n'est pas exclu que d'autres composés de l'huile d'olive, comme les antioxydants, les flavonoïdes, les polyphénols et le squalène, exercent également un effet positif. Il a été établi que le scalène présente une action favorable sur la peau et qu'il diminuerait l'incidence des mélanomes.

En outre, l'huile d'olive, grâce à sa palatabilité, facilite la consommation des légumes verts et des légumes secs dont les effets positifs dans la prévention des cancers ont été amplement démontrés.

L'impact métabolique des lipides a fait l'objet de nombreux travaux au cours des dernières années, en particulier le rôle de l'huile d'olive dans les maladies hépatiques chroniques et dans la maladie intestinale de Crohn (**Ghedira, 2008**).

II-10- 11-Système immunitaire

Des expérimentations animales ont révélé que l'administration d'une diète riche en huile d'olive produisait une baisse de la prolifération lymphocytaire, une inhibition de la production de cytokines et une baisse de l'activité des cellules natural killer (NK). Pour autant, différentes études n'ont pas montré que ces régimes riches en huile d'olive étaient associés à une baisse de la résistance de l'hôte aux infections avec une immunosuppression. Un essai clinique sur des volontaires sains a d'ailleurs montré qu'une perfusion riche en émulsion d'huile d'olive pendant six heures induisait une diminution de la prolifération lymphocytaire par nécrose sans atteinte des neutrophiles.

Dans une autre étude randomisée, réalisée sur des sujets âgés diabétiques ou porteurs de plus de trois facteurs de risque cardiovasculaire, ont mis en évidence une régulation à la baisse des cellules immunitaires circulantes et des marqueurs plasmatiques de l'inflammation, impliqués dans la genèse de l'athérosclérose (**Gigon et Le Jeune, 2010**).

II-10- 12- Propriétés antioxydantes :

L'huile d'olive contient de nombreux agents antioxydants : des tocophérols (vitamine E), des caroténoïdes comme le bêta-carotène, des composés phénoliques simples comme l'hydroxytyrosol et le tyrosol, des séco-iridoïdes comme l'oleuropéine, la déméthyleuropéine et le ligstroside, des flavonoïdes et enfin des lignanes comme l'acétoxypinorésinol et le pinorésinol.

La consommation journalière de 50 ml d'huile d'olive extra vierge par des femmes ménopausées pendant huit semaines s'est traduite par une baisse significative des marqueurs urinaires des lésions oxydatives de leur ADN. Dans une étude espagnole, les composés phénoliques de l'huile d'olive ont augmenté les défenses antioxydantes d'hépatocytes humains en culture en situation de stress oxydant induit (**Gigon et Le Jeune, 2010**).

II-10- 13- Toxicité :

Des huiles issues de production non biologiques proches de zones pétrolifères, ou raffinées industriellement (chauffage, extraction par solvant pétrochimique, démucilagination, neutralisation, désodorisation, filtration sur terres), ont révélé des taux non négligeables d'hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPC) reconnues comme hautement cancérigènes. Il est donc plus sain d'utiliser l'huile d'olive

II-10- 14- Autres utilisations de l'huile d'olive :

L'huile d'olive était un aliment privilégié dans l'alimentation des anciens, mais elle a été aussi largement utilisée dans l'antiquité:

- pour les soins du corps
- pour le massage des sportifs
- pour la préparation de parfums et la fabrication de savons

De plus, outre son utilisation dans les temples, l'huile d'olive a été pendant des millénaires la principale source de lumière domestique dont disposaient les hommes. En moyenne, un litre d'huile permettait de s'éclairer pendant 300 heures. Les peuples des pays méditerranéens consacraient une part importante de leur production d'huile d'olive à l'éclairage, ils y employaient l'huile de qualité inférieure.

L'olivier apparaît donc dans la plupart des civilisations comme un symbole de paix, de sagesse et d'abondance et il n'y a rien d'étonnant à ce que le produit de cet arbre légendaire, cette huile aux milles vertus, se soit forgé une telle renommée depuis cinq mille ans (**Henry, 2003**).

CHAPITRE II :
MATERIEL ET
METHODES



1- Provenance des échantillons :

Les échantillons d'Amoredj (communément appelé margines) sont tous issus d'huileries traditionnelles situés dans la région de Guenzath (Akbou) wilaya de Bejaia.

Les échantillons ont été conservé dans des bouteilles et laisser fermenter durant des périodes variables.

Dix-sept échantillons d'Amoredj fermentés ont fait l'objet d'une étude écologique des bactéries lactiques. La survie et la persistance de cette flore a été menée par l'analyse d'anciens et de nouveaux échantillons.

Le pH de nos échantillons a été mesuré avant chaque isolement et a été égale à 4.

Les années de production des échantillons testés et l'année d'isolement de nos souches sont rapportés dans le tableau.16.

Tableau.16 : Années de production des échantillons et d'isolement de nos souches.

Numéros des échantillons	Année de production	Année d'isolement des souches
01	2011	2011 puis 2014
02	2004	2014
03	2010	2014
04	2007	2014
05	2008	2014
06	2007	2014
07	2007	2014
08	2007	2014
09	2012	2014
10	2013	2014
11	2005	2014
12	2013	2013 puis 2014
13	2010	2014
14	2013	2013 puis 2014
15	2014	Janvier, mars puis juillet 2014
16	2014	Janvier, mars puis juillet 2014
17	2008	2014

2- Dénombrement et isolement des bactéries lactiques :

1 ml de chaque échantillon a été pipeté aseptiquement dans 9ml d'eau physiologique et des dilutions décimales ont été réalisées (10^{-1} à 10^{-6}).

Les dilutions qui ont été retenus sont de :

10^{-4} à 10^{-6} pour les échantillons 12, 14, 15, 16 et 9 ;

10^{-3} à 10^{-5} pour les échantillons 1, 3, 4, 5, 6 et 8 et de

10^{-2} à 10^{-4} pour les échantillons 2, 7, 10, 11, 13 et 17

L'isolement sélectif des bactéries lactiques a été effectué sur milieu MRS (**De Man et al, 1960**) (pH 5,4) et MRS additionné au CaCO_3 (pH 5,4) a raison de (5g/l) pour l'isolement des lactobacilles, sur M17 (**Terzaghi et Sandine, 1975**) pour l'isolement des coques lactiques et sur MES (**Mayeux et al, 1962**) additionné de la vancomycine (30 $\mu\text{g/ml}$) (**Mathot et al, 1994**) pour l'isolement des leuconostocs.

Le dénombrement de la flore mésophile totale a été effectué sur milieu PCA.

L'ensemencement se fait en profondeur, on utilise six séries de boîtes pour chaque dilution et chaque série contient 6 boîtes sauf pour les milieux MSE et PCA qui ne contiennent que 3 boîtes (Fig.45). La méthode consiste à verser un volume de 1ml de la dilution dans chaque boîte, à couler le milieu en surfusion et à homogénéiser en effectuant des mouvements en 8. Après solidification des milieux, 3 boîtes de Pétri de chaque série sont incubées à 30°C pendant 48h et ce qui reste est incubé à 45°C (Fig.45).

Pour les milieux MRS et M 17 on a rajouté de la cycloheximide a raison de 45mg/l pour éliminer les levures.

Dix colonies typique à savoir leur apparence macroscopique (aspect de la colonie : forme, taille, pigmentation, contour, viscosité et odeur) sont isolées de chaque échantillon, repiquées dans le bouillon MRS et MSE (pour les leuconostocs), le tout incubés à 30°C.

Après incubation, les colonies sont réensemencées dans le milieu MRS solide pour la purification.

Le dénombrement de la flore lactique total a été réalisé selon la formule suivante :

$$\text{Nombre UFC/ml} = \text{Nombre de colonies} \times 1/V \times 1/D.$$

V : étant le volume d'ensemencement et D étant la dilution prise en compte (**Guiraud, 2003**).

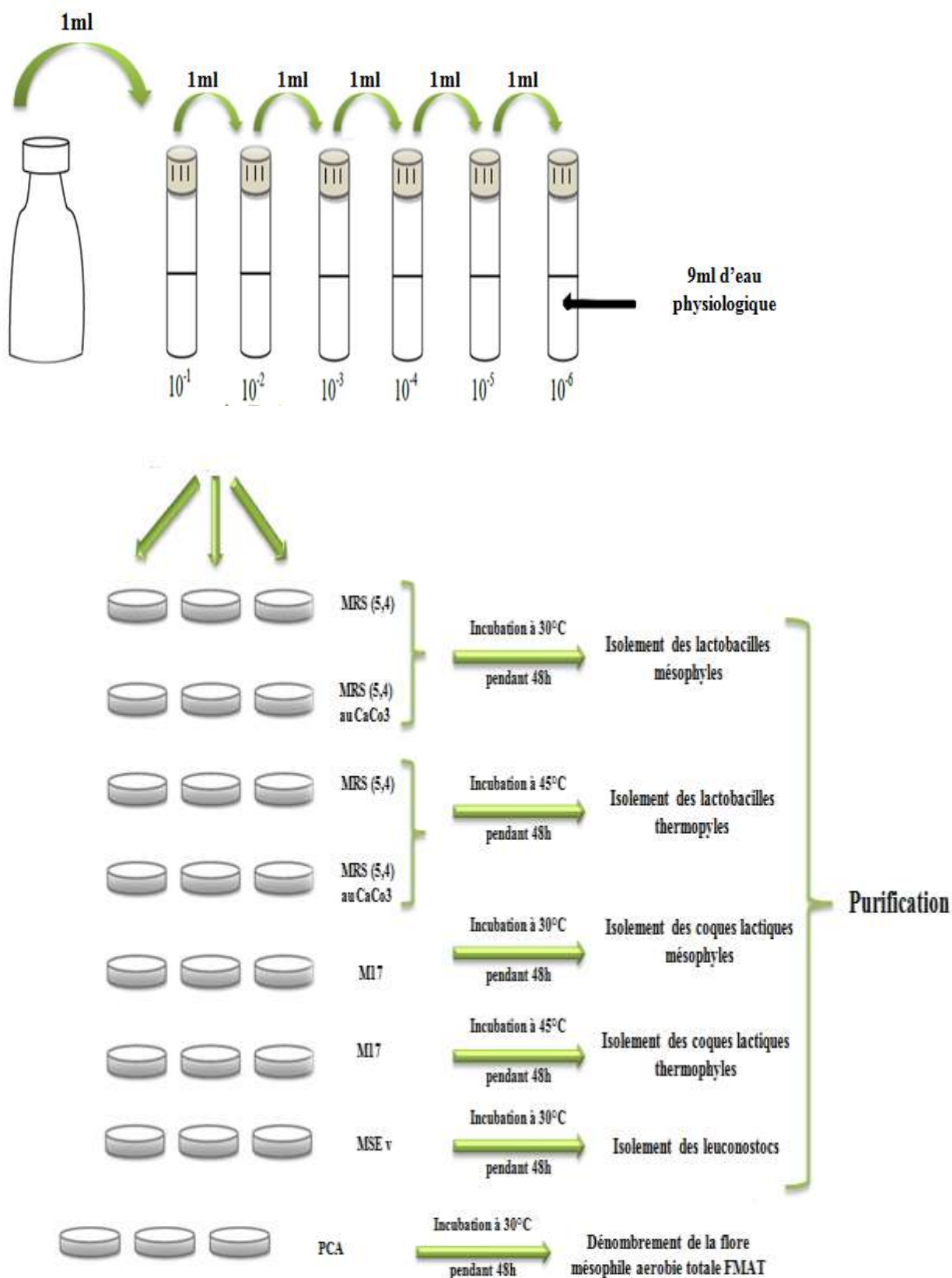


Figure.46 : schéma utilisé pour l'isolement et le dénombrement.

3- purification :

La purification consiste à réaliser des repiquages successifs sur gélose et bouillon MRS pour les lactobacilles et sur milieu MSE pour les leuconostocs ; avec une incubation à 30°C pendant 72h sur boîtes et 24h en milieu liquide, jusqu'à l'obtention de colonies de même taille, même forme et même couleur renseignant sur la pureté des souches.

4- Pré-identification des bactéries lactiques isolées :

Les colonies subissent deux tests comme une pré-identification le premier test est la coloration de Gram et le deuxième est la recherche de l'enzyme catalase.

4-1- Recherche de la catalase :

Le test consiste à déposer sur une lame une goutte d'eau oxygénée (10 volumes) dans laquelle sera dissocié un petit prélèvement de la colonie. La souche examinée est dite catalase positive si un dégagement gazeux est observé et le contraire indique l'absence de l'enzyme catalase (**Marchal et al, 1991**).

4-2- Examen microscopique :

Après l'examen macroscopique des colonies sur gélose, et dans le but d'écarter tout ce qui ne peut pas être une bactérie lactique, les isolats ont été soumis à la coloration de Gram, celle-ci permet de différencier les bactéries à Gram positif de celles à Gram négatif, les bâtonnets, les coques et de nous renseigner sur le mode d'association (**Larpent et Larpent, 1990**).

La coloration de Gram consiste à déposer quelques gouttes de violet de gentiane sur un frotti fixé pendant 1 minute, après rinçage, on redépose du Lugol pendant 1 minute, les bactéries sont décolorées à l'alcool 95° puis on rince avec de l'eau distillée. Enfin, quelques gouttes de fuchsin de Ziehl sont versées sur la lame qu'on laisse agir 20 secondes. La lame est lavée à l'eau distillée. Après séchage, on passe à l'observation microscopique (**Larpent et Larpent, 1990**).

Seuls les isolats catalase négatifs et Gram positifs sont retenus pour une identification.

5- Conservation des souches :

Deux types de conservation sont à noter. Une à courte et l'autre à longue durée.

5-1- Conservation courte durée :

La conservation à court terme des souches pures est effectuée sur milieu solide MRS incliné. Après croissance à la température optimale, les cultures sont maintenues à 4°C et le renouvellement des souches se fait par repiquage toutes les 4 semaines (**Badis et al, 2005**).

5-2- Conservation longue durée

A partir des cultures de 18h (milieu liquide), les cellules sont récupérées par centrifugation à 4000 tours par minute pendant 10 min. Une fois le surnageant est éliminé, on ajoute le milieu de culture de conservation sur le culot.

Chapitre II : Matériel et méthodes

Le milieu de conservation contient 70% de lait écrémé et 30% de glycérol. Les cultures sont conservées en suspension dense et en tubes eppendorfs à -20°C . En cas de besoin, les cultures sont repiquées dans du lait écrémé enrichi avec l'extrait de levure, deux fois avant l'utilisation (Badis et al, 2005).

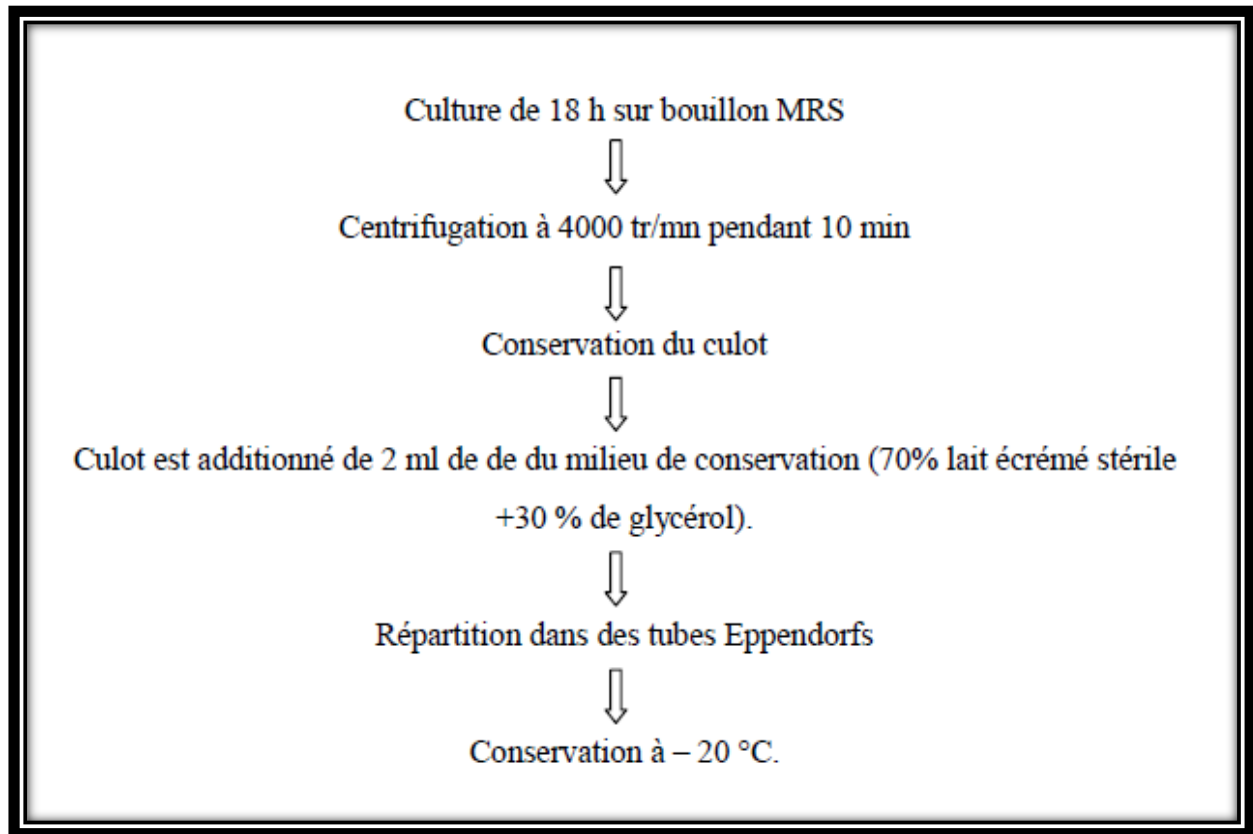


Figure 47 : Schéma de conservation longue durée des bactéries lactiques purifiées (Saidi et al, 2002).

6- Identification des isolats :

L'identification des souches a été réalisée par l'application des techniques classiques de microbiologie basées sur la recherche d'un certain nombre de caractères morphologiques, physiologiques et biochimiques.

6-1- Croissance à différentes températures :

Ce test est important car il permet de distinguer les bactéries lactiques mésophiles des bactéries lactiques thermophiles.

Après inoculation du bouillon MRS par les cultures pures, les tubes sont incubés pendant 24h à 48h aux températures 15°C , 37°C et 45°C pour les lactobacilles et 4°C , 10°C et 45°C pour les coques. Au bout de ce délai, la croissance est appréciée par examen des milieux. La thermorésistance a aussi été testée au bain marie à $63,5^{\circ}\text{C}$ pendant 30min (Guiraud, 1998).

6-2- Tolérance au pH acide et alcalin :

La croissance des souches a été testée à différents pH (4,8 et 9,6) pour les leuconostocs et à pH (4 et 9,6) pour les lactobacilles.

La croissance se manifeste par un trouble en milieu liquide MRS (**Guiraud, 1998**).

6-3- Recherche de l'arginine dihydrolase (ADH) :

La recherche de l'arginine déshydrolase (ADH) est étudiée sur le milieu M16 BCP (**Thomas, 1973**).

Les bactéries lactiques utilisent le lactose en acidifiant le milieu, les colonies donnant ainsi une coloration jaunâtre. D'autres bactéries lactiques sont capables d'utiliser l'arginine et réalcaliniser le milieu (cette enzyme libère l'ammoniac et la citruline à partir de l'arginine) et par conséquent changer la couleur du milieu du jaune au violet qui est la couleur initiale (**Thomas, 1973**).

6-4- Détermination du Type fermentaire :

Un tube contenant le bouillon MRS G (Bouillon MRS + glucose au lieu du lactose) et une cloche de Durham est inoculé avec la souche à étudier pour mettre en évidence la production de CO₂ et de savoir ainsi le type fermentaire. Après incubation de 24h à 30°C, la présence du gaz dans la cloche indique un métabolisme hétérofermentaire (**Hariri et al, 2009**).

Concernant les lactobacilles homofermentaire on utilise du bouillon MRS en remplaçant le glucose par le gluconate pour séparer entre les lactobacilles homofermentaires stricte (pas de dégagement de CO₂) et entre les lactobacilles hétérofermentaire facultatifs (dégagement de CO₂ en présence de gluconate).

6-5- Croissance en présence de diverses concentrations de NaCl :

La croissance des souches a été testée à différentes concentrations de NaCl (4% et 6,5%). La croissance se manifeste par un trouble en milieu liquide MRS (**Guiraud, 1998**).

6-6- Production de dextrane :

La production du dextrane à partir du saccharose est mise en évidence sur milieu solide MSE (**Mayeux et al, 1962**) pour les leuconostocs. 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 productrice de dextran.

En ce qui concerne les lactobacilles on teste la production de dextrane sur milieu MRS à 10% de saccharose.

6-7- L'hémolyse :

L'hémolyse a été testé sur milieu gélose au sang base additionné a 5ml de sang frais par flacon. Après avoir laissé refroidir le milieu, le prélèvement est fait sur place et les 5ml sont ajouté au milieu et mélanger soigneusement puis couler sur boîte.

Après ensemencement de nos isolats par stries, on incube à 30°C.

Après incubation, le type d'hémolyse a été examiné. Il peut être Alfa hémolytiques « hémolyse partielle » (couleur verte autour des colonies); Beta hémolytiques « hémolyse totale » (éclaircissement autour des colonies) ou Gamma hémolytiques « non hémolytique » (le milieu n'est pas modifié) (**Idoui et al, 2009**).

6-8- L'utilisation des carbohydrates :

La fermentation des carbohydrates a été menée sur milieu MRS sans extrait de viande, sans sucre et additionné au pourpre de bromocrésol (BCP) comme indicateur de pH (**Badis et al, 2005**). La source de carbone est représentée par l'un des sucres suivant : arabinose, glucose, fructose, galactose, lactose, maltose, mannitol, esculine, sorbitol, rhamnose, saccharose, raffinose, cellobiose, ribose, amidon, melibiose et xylose. Les solutions sucres sont préparées à 3% et stérilisées par tyndalisation.

Vu le nombre important de souches étudiées, des plaques d'Elisa ont été utilisées. Les puits de chaque ligne contiendront une source de carbone qui sera testé pour différentes souches (fig.46).

Une solution bactérienne servant à ensemercer les puits contenant les différentes sources de carbone a été préparée. Une culture de 18 heures de la souche appropriée est centrifugée à 6000 tour /minute pendant 15min. le culot est récupéré et additionné à 1,5 ml de tampon phosphate puis recentrifugé aux mêmes conditions pour le débarrasser des restes du milieu de culture et obtenir un culot cellulaire pur, cette action est répété deux fois (2 lavages). 1,5 ml du milieu MRSBCP-EV est additionnée a ce culot, pour fournir la solution cellulaire servant à ensemercer les puits de la plaque Elisa contenant différentes sources de carbone ; 50µl de cette solution bactérienne est déposée dans chaque puits avec 50µl de sucre, et 200µl du milieu MRSBCP-EV, le tout recouvert par une goutte d'huile de paraffine pour créer les conditions d'anaérobiose.

La lecture des résultats se fait après 24 et 48h d'incubation (**Guessas, 2007**).

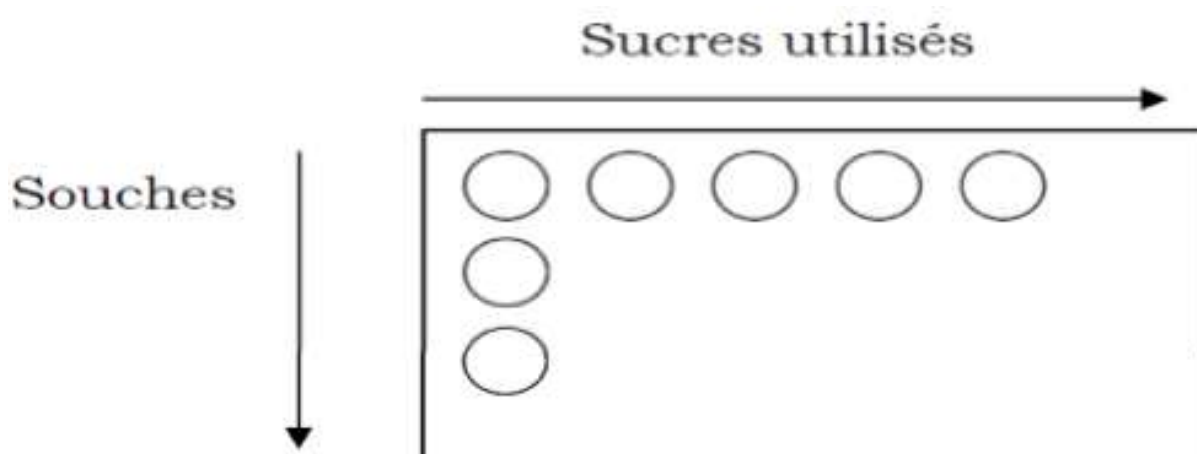


Figure 48: Schéma représentant la mini préparation pour le test de la fermentation des sucres (**Guessas, 2007**).

6-9- L'utilisation du citrate :

L'utilisation du citrate est étudiée sur milieu Kempler et Mc Kay (1980). Ce milieu contient une solution de ferricyanure de potassium et une solution de citrate ferrique. La présence du citrate dans le milieu inhibe la réaction entre l'ion ferrique et le potassium ferricyanide. Les colonies qui fermentent le citrate lancent la réaction entre ces ions, il en résulte la formation de colonies bleues ou ayant un centre bleu (après 48h à 72h d'incubation). Les colonies incapables de fermenter le citrate restent blanches.

6-10- La production d'acétoïne :

La production d'acétoïne est testée sur milieu Clark et Lubs (**Samelis et al, 1994 ; Guiraud, 1998**) qui est inoculé par les souches à tester et incubé à 30°C. Après 24h et dans un tube à hémolyse on dépose sur cette culture de 2ml, 0,5 ml de réactif α -naphtol à 6% dans l'alcool absolu (VP1) et 0,5 ml d'une solution de soude (NaOH) à 16% dans l'eau distillée (VP2) pour assurer la réaction de Voges-Proskauer dite réaction de VP, On agite soigneusement les tubes et on les laisse en contact avec l'air libre pendant 5 à 10 min à température ambiante. La production d'acétoïne se traduit par l'apparition d'un anneau rose à la surface du milieu.

6-11- Etude de l'activité protéolytique en milieu solide :

L'activité protéolytique des bactéries lactiques est mise en évidence et comparée sur une gélose au lait à 1, 3 et 5% (**Gordon et al, 1973**).

Les bactéries à tester, issues d'une culture jeune, ont étéensemencées à la surface de ces milieux de cultures par touche. Après incubation à 30°C, l'activité protéolytique de ces bactéries se manifeste par l'apparition d'un halo clair autour des colonies.

6-12- Etude de l'activité lipolytique en milieu solide :

L'activité est recherchée sur milieu MRS solide tamponné à pH 7 (tampon phosphate $\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{NaH}_2\text{PO}_4$, 0.2M) contenant des concentrations de 1%, 3% et 5% de Tween 80 comme unique source lipidique. Le milieu est additionné de 0.01% de chlorure de calcium (CaCl_2) et 0.5% de chlorure de sodium (NaCl) (**Guiraud et Galzy, 1980**). Les souches lactiques sont ensemencées par touches à partir de cultures de 18h.

Après incubation à 30°C pendant 7 jours l'activité lipolytique se traduit par l'apparition d'un **halo opaque** autour de la colonie (**Guiraud et Galzy, 1980**).

6-13- L'antibiogramme :

L'antibiogramme des souches de *Lactobacillus* est déterminé par la technique standardisée de diffusion (D'après le comité de l'antibiogramme de la société française de microbiologie, 2004) sur milieu gélosé (MRS gélosé). A partir d'une culture de 18h en milieu liquide MRS (**Dalache et al, 2003**) et à l'aide d'un écouvillon stérile, on a ensemencé toute la surface du milieu. Après le séchage, on a déposé les disques des antibiotiques sur les boîtes (maximum 6 disques sur grande boîte de pétri) et on les a incubé à 30°C pendant 18h à 24h.

Le test est effectué sur milieu MH (**Muller et Hinton, 1941**).

Nous avons étudié le comportement des 16 souches bactériennes vis-à-vis de 13 antibiotiques commercialisés par l'Institut Pasteur d'Algérie.

Les antibiotiques utilisés sont : l'amoxicilline, l'ampicilline, la cefuroxime, cephalotin, clindamicine, nitrofurantoïne, oxacilline, pénicilline, tétracycline, vancomycine, cefixime, l'érythromycine et la gentamycine.

Après incubation à 37°C pendant 24h, des zones d'inhibitions peuvent être observées autour de certains disques.

La lecture des résultats consiste à mesurer le diamètre de la zone d'inhibition de croissance provoquée par l'antibiotique. Nous avons considéré par convention, que pour un diamètre inférieur à 1 mm la souche est résistante (R) à l'antibiotique et que pour un diamètre supérieur ou égale à 1 mm elle est sensible (S).

Cette partie du travail a été réalisée en 2011 après l'isolement effectué de l'échantillon 1.

7- L'élaboration d'un nouveau milieu de culture a base d'Amoredj:

On a essayé d'élaborer un nouveau milieu de culture à base de notre échantillon qui n'est autre qu'Amoredj. Pour ce, on a suivi le schéma illustré dans la figure suivante.

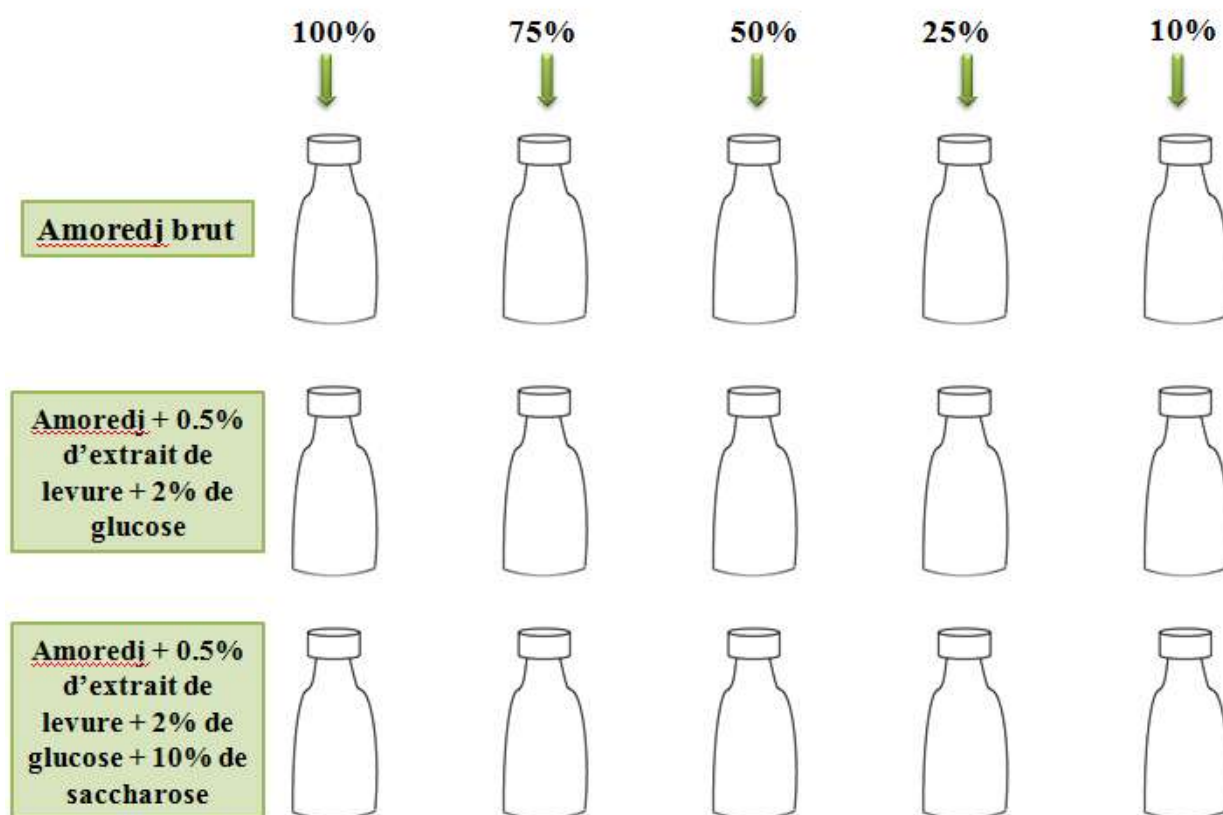


Figure.49 : schéma utilisé pour l'élaboration d'un nouveau milieu de culture a base d'Amoredj.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION



Résultats:

Nous sommes les premiers à s'intéresser à cet échantillon à base d'olive qui n'est autre qu'Amoredj.

Au cours de cette étude, nous avons utilisé la classification de: Carr et al (2002), « The Prokaryotes » Edition 2006, Bergey's Manuel Edition 2009 et Pot et al (2014).

La caractérisation des genres *Leuconostoc*, *Pediococcus* et *Lactococcus* porte sur les caractères phénotypiques y compris le type fermentaire, la croissance en présence de différentes concentrations de NaCl, différents pH et différentes températures, le profil fermentaire, ainsi que l'utilisation du citrate et la production d'exopolysaccharides.

1- Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale :

Le tableau 17 représente les résultats du dénombrement de la FMA (flore mésophile totale) dans les différents échantillons d'Amoredj analysés. Dont le nombre en flore totale a dépassé les 10^7 . Nous révélons un exemple de dénombrement sur milieu solide (PCA) dans la figure 50.

Tableau.17 : Dénombrement de la FMT dans les différents échantillons d'Amoredj analysés.

L'échantillon	Nombre de bactéries (Ufc/ml).
01	$6,3 \cdot 10^4$
02	Beaucoup trop de levures et de champignons
03	$3,2 \cdot 10^4$
04	$5,9 \cdot 10^4$
05	$5,6 \cdot 10^5$
06	$5,9 \cdot 10^5$
07	$1,18 \cdot 10^6$
08	$2,7 \cdot 10^5$
09	$1,28 \cdot 10^6$
10	$1,2 \cdot 10^4$
11	Beaucoup trop de levures et de champignons
12	$6,4 \cdot 10^6$ en 2013 et $8 \cdot 10^5$ en 2014
13	$2,2 \cdot 10^5$
14	$1,7 \cdot 10^7$ en 2013 et $1,7 \cdot 10^6$ en 2014
15	$1,4 \cdot 10^7$ en janvier et $7 \cdot 10^5$ en mars 2014
16	$2,3 \cdot 10^7$ en janvier et $5,4 \cdot 10^5$ en mars 2014
17	$1,43 \cdot 10^5$

Tableau.18 : Les souches de bactéries lactiques isolées et leurs provenances.

L'échantillon	Bactéries isolées
01	1 ^{er} MRS : 392-400
	2eme MRS: 401-416
	MSE :126'-132'
03	MRS : 331-348
	MSE :133'-140'
04	MRS : 378-389
	MSE : 116'-125'
05	MRS : 425-434
	MSE :55'-62'
06	MRS : 362-370
	MSE :140'-147'
07	MRS : 435-439
08	MRS : 417-424
	MSE :63'-70'
09	MRS : 440-449
	MSE :103'-115'
12	1 ^{er} MRS : 231-284
	2eme MRS: 286-312
	MSE :33'-54'
13	MSE :91'-102'
14	1 ^{er} MRS : 313-321
	2eme MRS: 322-330
	MSE : 1'-32'
15	1 ^{er} MRS : 5-49
	2eme MRS: 50-140
	MSE : 71'-83'
16	1 ^{er} MRS : 142-194
	2eme MRS: 195-230
	MSE :84'-90'
17	MRS : 350-357





Figure.50 : La flore mésophile aerobie totale d'Amoredj sur milieu de dénombrement PCA.

2- L'isolement :

On a pu isolées **439** isolats de bactéries lactiques ; **241** souches appartiennent au genre *Lactobacillus*, **147** au genre *Leuconostoc* et **51** au genre *Pediococcus*.

Puisque c'est une étude écologique on a essayé de prendre tous les types de colonies en se basant sur l'aspect macroscopique à première vue (Fig.51).

3- L'identification du genre :

3-1- L'aspect morphologique :

3-1-1- L'aspect macroscopique :

Sur milieu MRS, Les colonies isolées et purifiées de lactobacilles sont de forme ronde ou lenticulaire, de taille différentes (grandes, moyennes et petites) de couleur blanchâtre ou grisâtre (Fig.51), le contour est aussi différent entre les isolats, il varie entre contour régulier et non régulier. L'aspect est lisse ou rugueux avec pour quelques souches un aspect cotonneux.

Par contre, sur milieu MSE les leuconostocs sont transparentes avec un aspect gluant pour les souches productrices de dextrane et de très petite taille et de couleur blanchâtre pour les souches non productrices de dextrane (Fig.52)

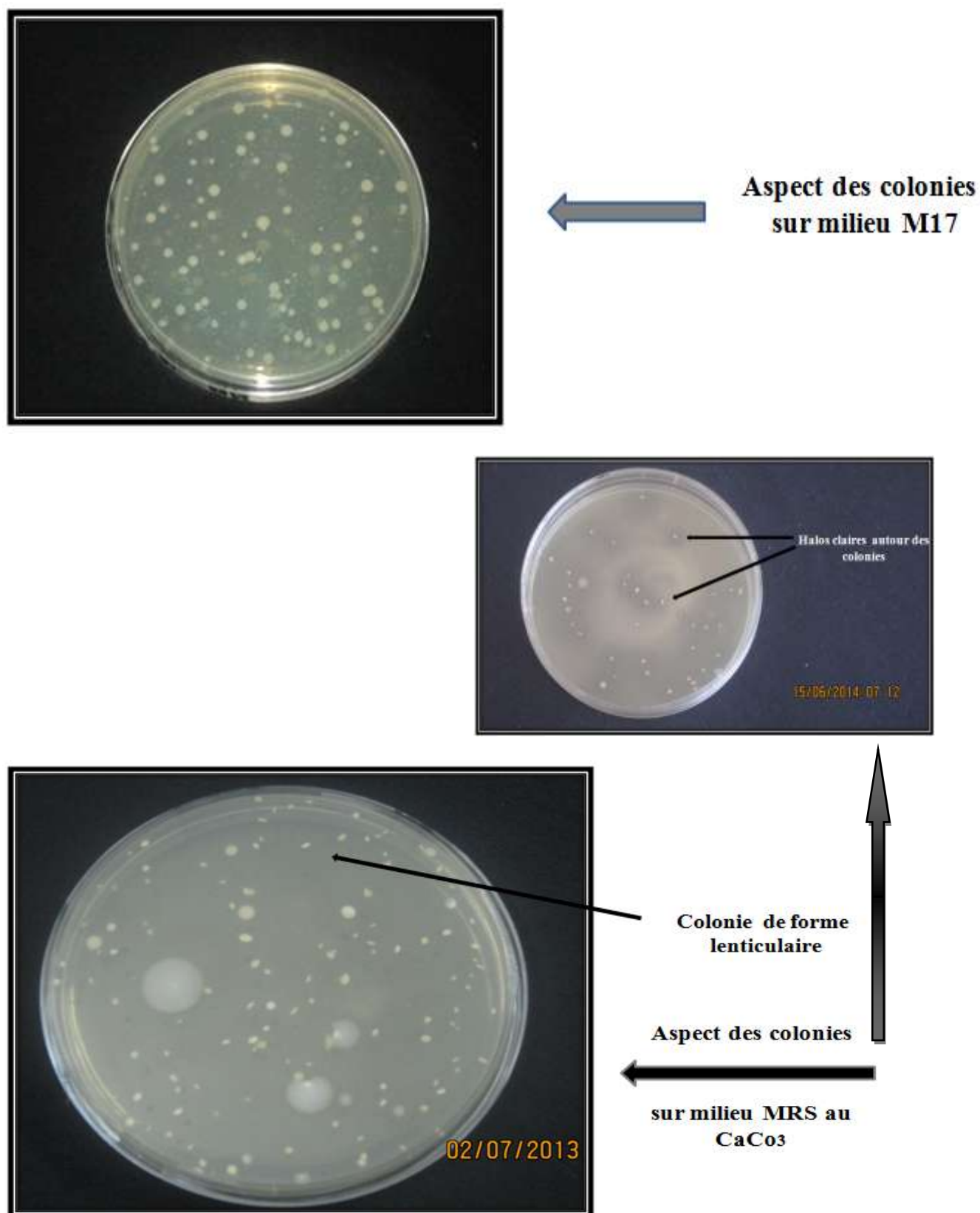


Figure.51 : l'aspect des colonies de *Lactobacillus* lors de l'isolement.

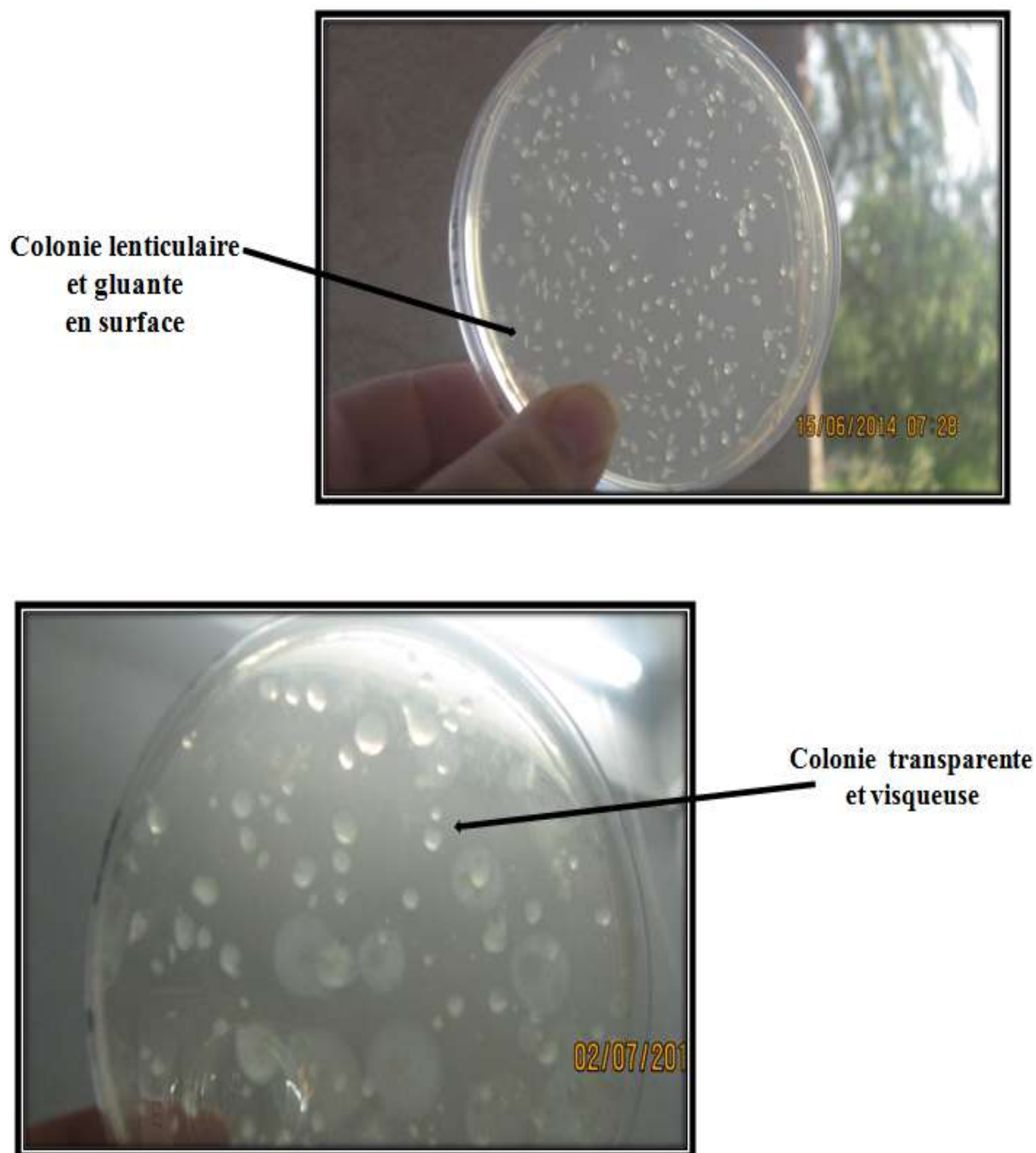


Figure.52 : l'aspect des colonies de *Leuconostoc* lors de l'isolement sur milieu MSE.

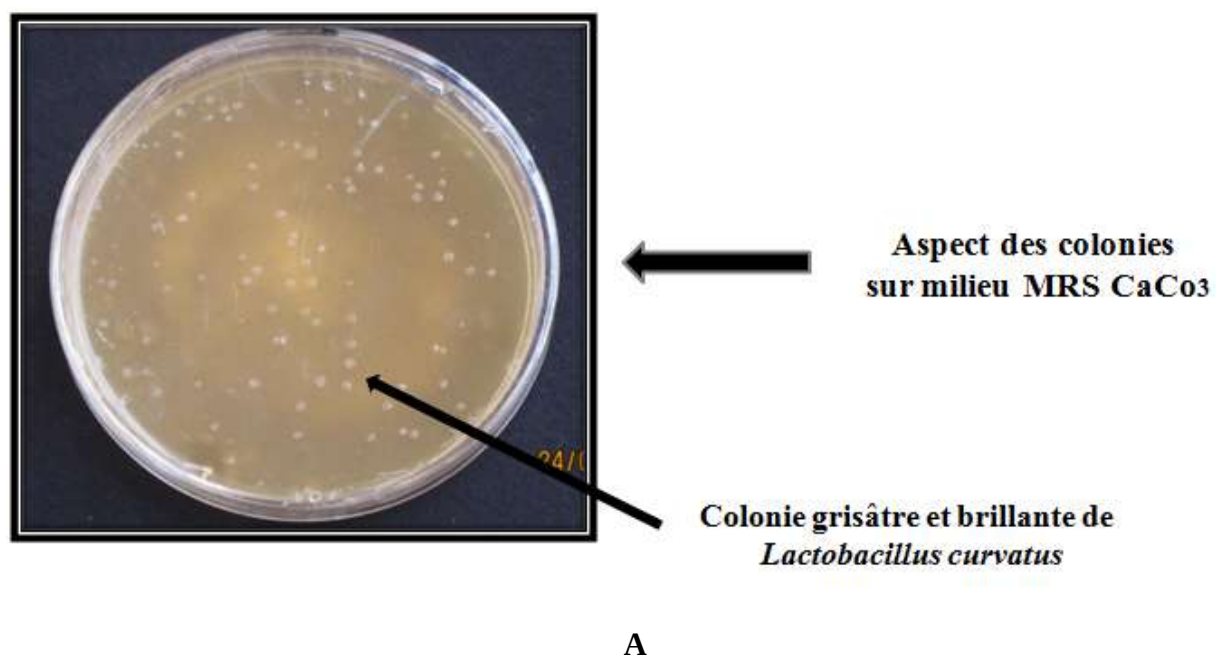


Figure.53 : Aspect macroscopiques des souches de *Lactobacillus*

A : lors de l'isolement
B : après purification

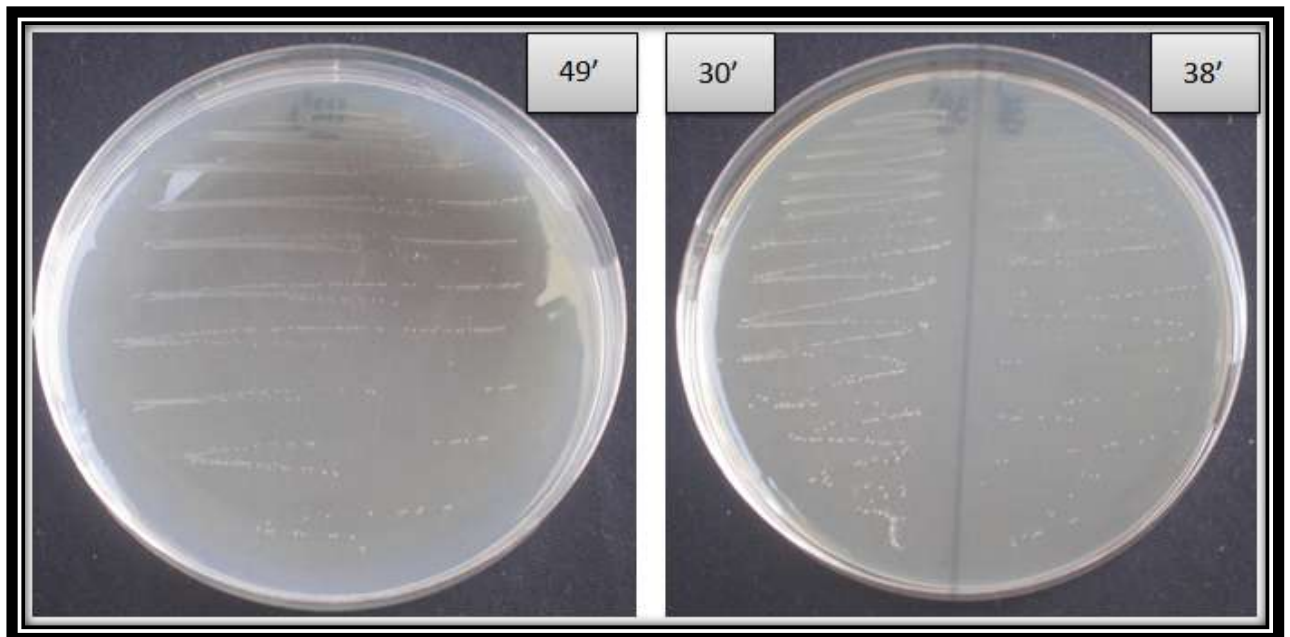
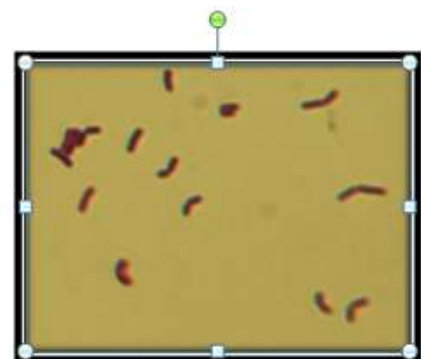
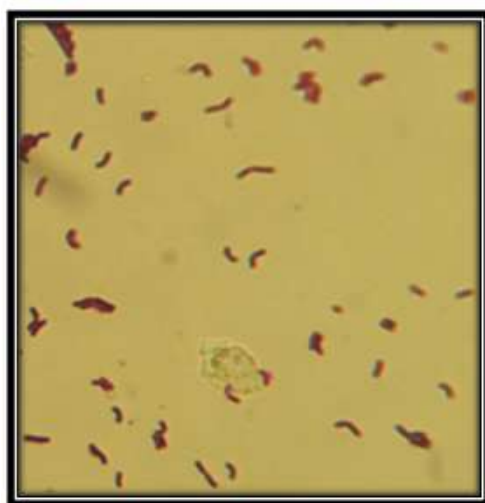


Figure.54 : Aspect macroscopique des souches de *Leuconostoc* non productrices de dextrane après purification.

3-1-2- L'aspect microscopique :

L'étude de l'aspect microscopique après coloration de Gram permet d'éliminer d'éventuels contaminants surtout les levures dans notre cas et différencier entre les coques et les bacilles et nous orienter surtout en ce qui concerne les pédiocoques qui sont regroupé en tétrade.

L'observation microscopique a révélé que les colonies isolées et purifiées sont des bacilles, des coques en tétrade et en diplocoque Gram positif.



Lactobacillus curvatus
Souche 320

Figure.55 : l'Aspect microscopiques de quelques souches de lactobacille isolées d'Amoredj.

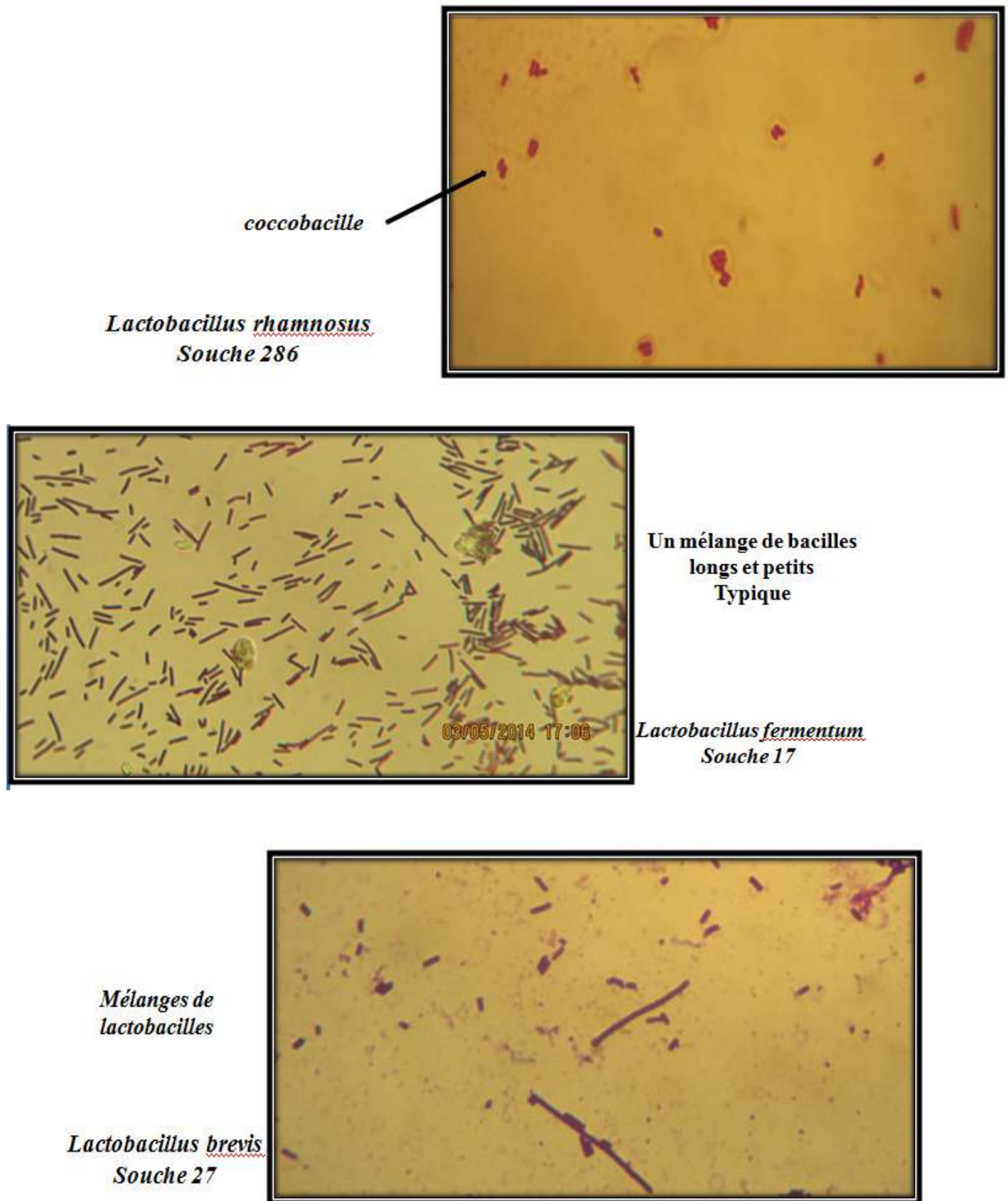


Figure.55 : l'Aspect microscopiques de quelques souches de lactobacille isolées d'Amoredj (suite).

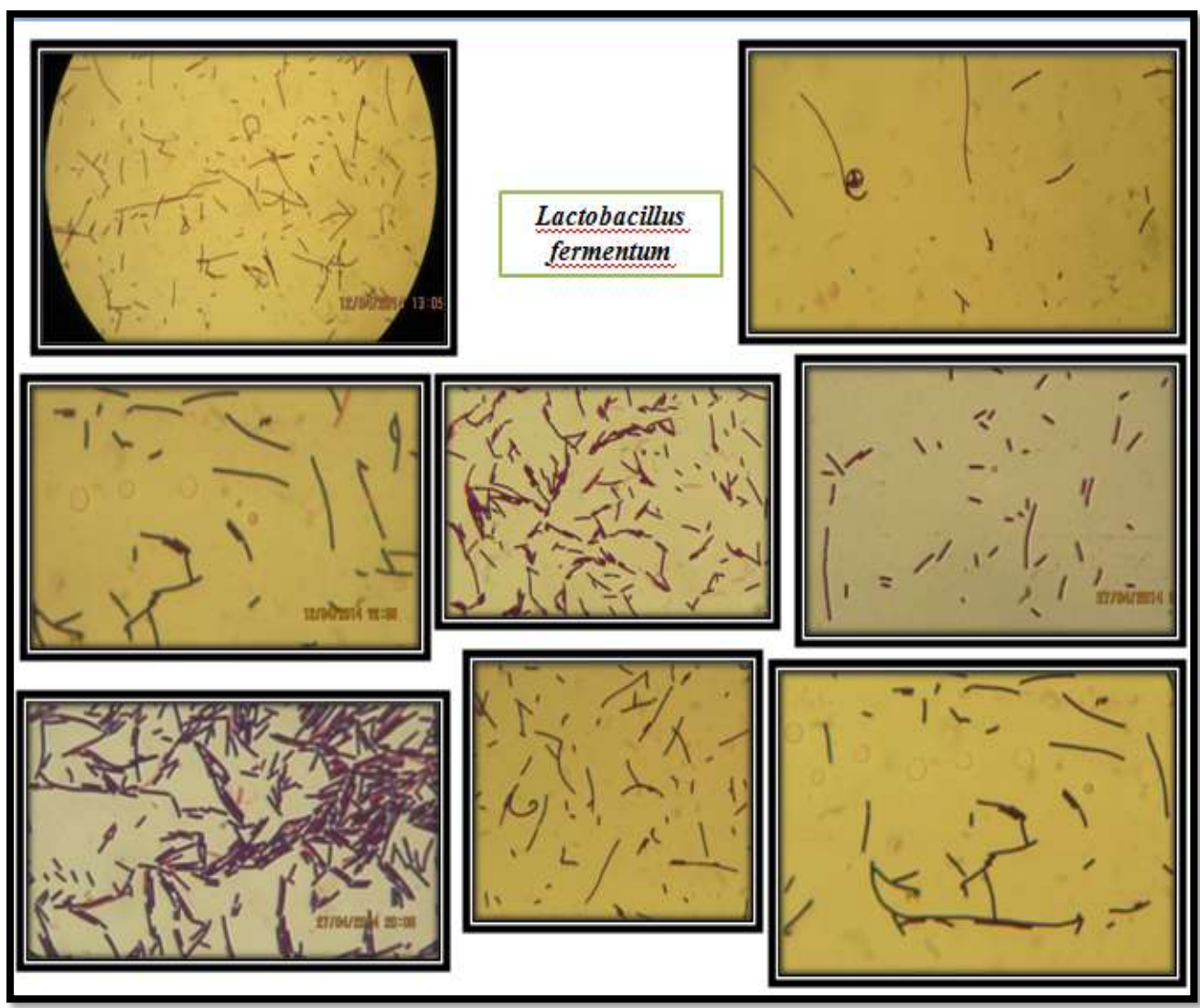
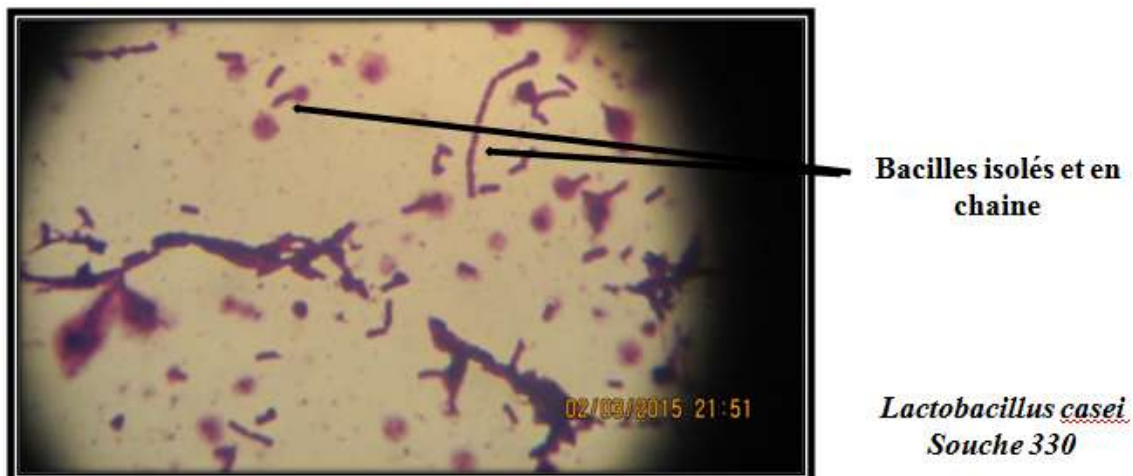
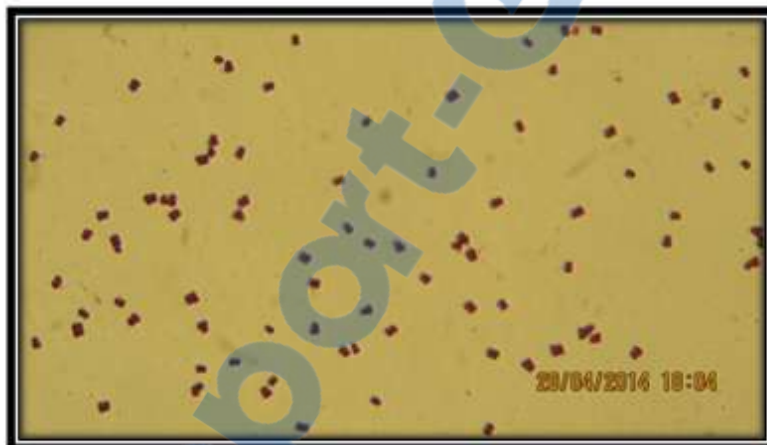


Figure.55 : l'Aspect microscopiques de quelques souches de lactobacille isolées d'Amoredj (suite).

Lactobacillus plantarum
Souche 209



Figure.55 : l'Aspect microscopiques de quelques souches de lactobacille isolées d'Amoredj (suite).



Pediococcus acidilactici

La souche 332

La souche 449

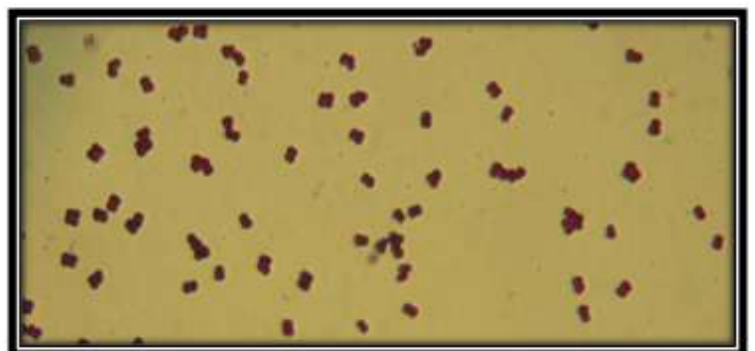


Figure.56 : l'Aspect microscopiques des souches de *pediococcus acidilactici* isolées d'Amoredj.

4-Test de la catalase :

Conformément aux bactéries lactiques, toutes les espèces étudiées ne possèdent pas la catalase.

5-Type fermentaire :

Ce test clé est important pour séparer entre les genres des coques lactiques et entre les espèces du genre *Lactobacillus*.

Les résultats sont reportés sur les tableaux 19 et 20 et la figure 58.

6-L'hydrolyse de l'arginine :

Toutes les souches dégradent le lactose en produisant de l'acide lactique, les *Pediococcus*, *Lactobacillus brevis* et *L. fermentum* sont capables d'utiliser l'arginine et réalcaliniser le milieu (cette enzyme libère l'ammoniac et la citruline à partir de l'arginine) et par conséquent ils ont changé la couleur du milieu du jaune au violet qui est la couleur initiale et ils sont donc ADH positifs, par contre les *Leuconostocs* et les autres lactobacilles sont incapables d'hydrolyser l'arginine contenu dans le milieu M16 BCP, le milieu est resté jaune donc ces derniers sont ADH négatifs.

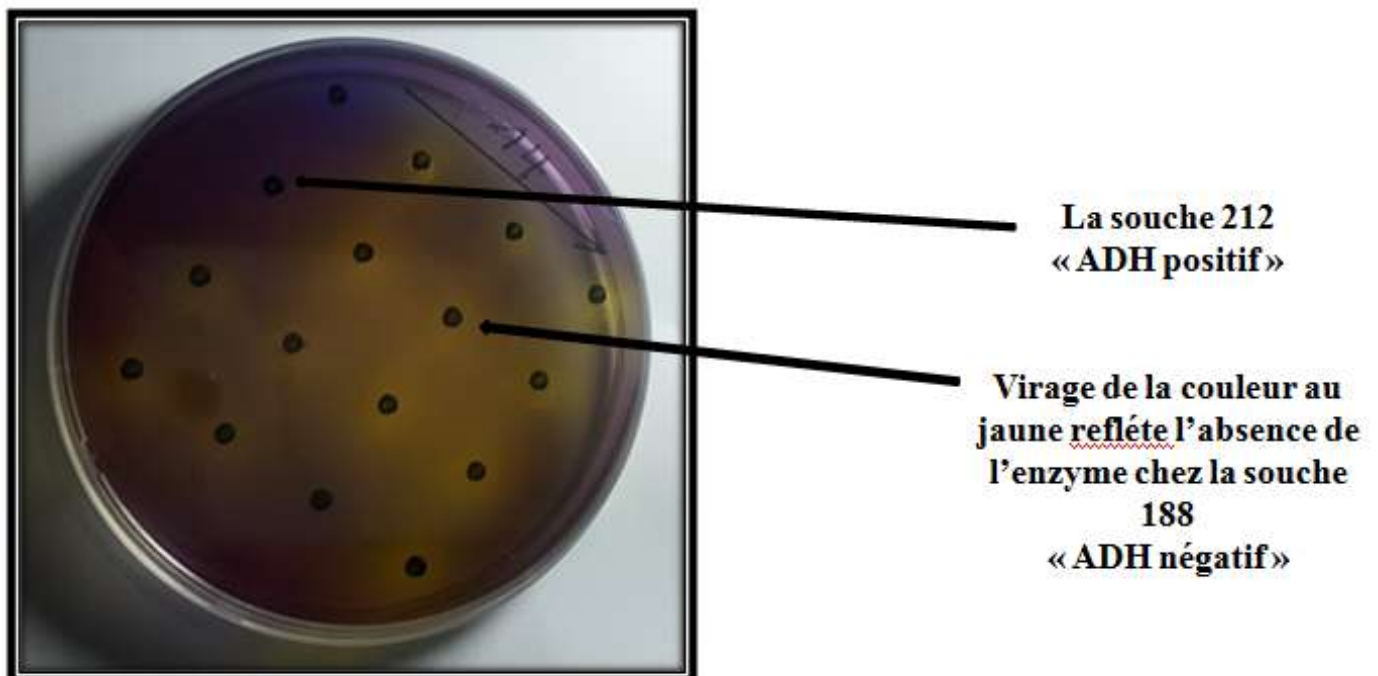
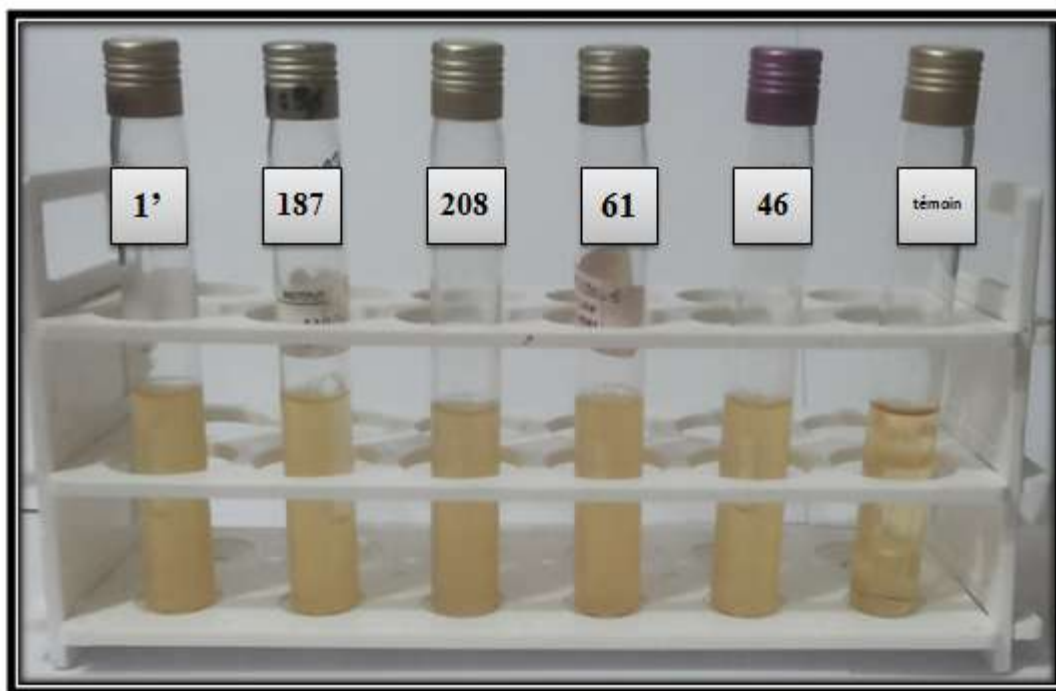


Figure.57 : L'aspect des colonies sur milieu M16BCP.



A : La production de CO₂ à partir du glucose.



B : Absence de CO₂ en présence du glucose pour les souches hétérofermentaire facultatifs

7-L'identification des espèces :

7-1- La croissance à différentes températures :

Les souches isolées ont subi un test de croissance à différentes températures.

7-2- La thermorésistance :

Les résultats obtenus sont représentés dans les tableaux 19 et 20.

7-3- La tolérance à la salinité et à l'acidité :

La croissance des différentes souches a été testée sur :

Milieux hypersalés à 4% et 6,5%.

Milieux MRS avec deux pH différents : pH 4,8, pH 9,6 pour les leuconostocs, 4 et 9,6 pour les lactobacilles pour les pédiocoques.

Les résultats obtenus sont représentés dans les tableaux 18 et 19 et dans les figures 59 et 60.

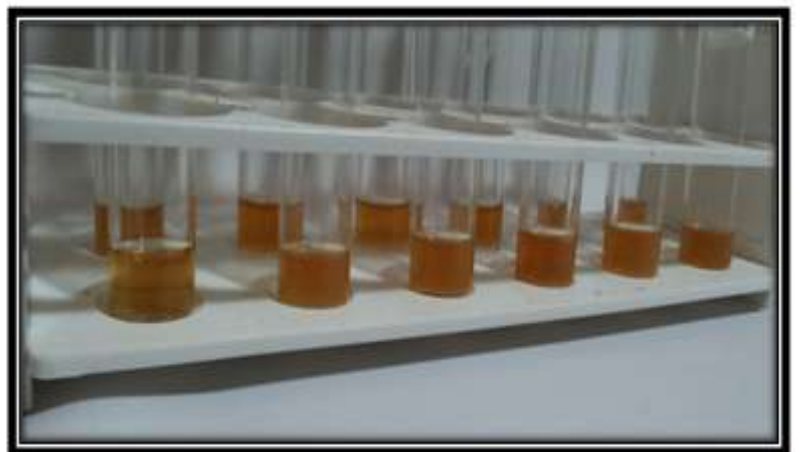


Figure.59 : Résultat de la résistance des isolats aux pH 4(en haut) et 9,6 (en bas).



Figure.60 : Résultat de la résistance de nos souches aux milieux hypersalés 6.5% (en haut) et 4% (en bas).

7-4- La production de d'extrane :

La production de dextrane à partir du saccharose a été observée chez beaucoup de souches de *Leuconostoc* (Figure.61). Ce caractère permet la distinction entre les sous espèces *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum* et les autres espèces.

Les résultats sont représentés dans le tableau 20.

Pour les lactobacilles toutes les souches ne produisent pas de dextrane à l'exception des souches isolées de l'échantillon 4 et toutes les souches du deuxième isolement de l'échantillon 14, qui produisent des exopolysaccharides même sur milieu MRS à 2% de glucose mais pas sur milieu hyper saccharosé (Les résultats sont représentés dans le tableau 19).

7-5-L'utilisation de citrate :

Le caractère d'utilisation de citrate est présent chez beaucoup de nos souches. Les autres souches sont incapables de le dégrader. Ce caractère a été observé sur milieu Kempler et Mc Kay(1981). Les résultats sont indiqués dans les tableaux 18 et 19 et la figure 62.

On a constaté qu'il y'a eu production d'EPS par les leuconostocs même sur milieux KMK (Fig.62)

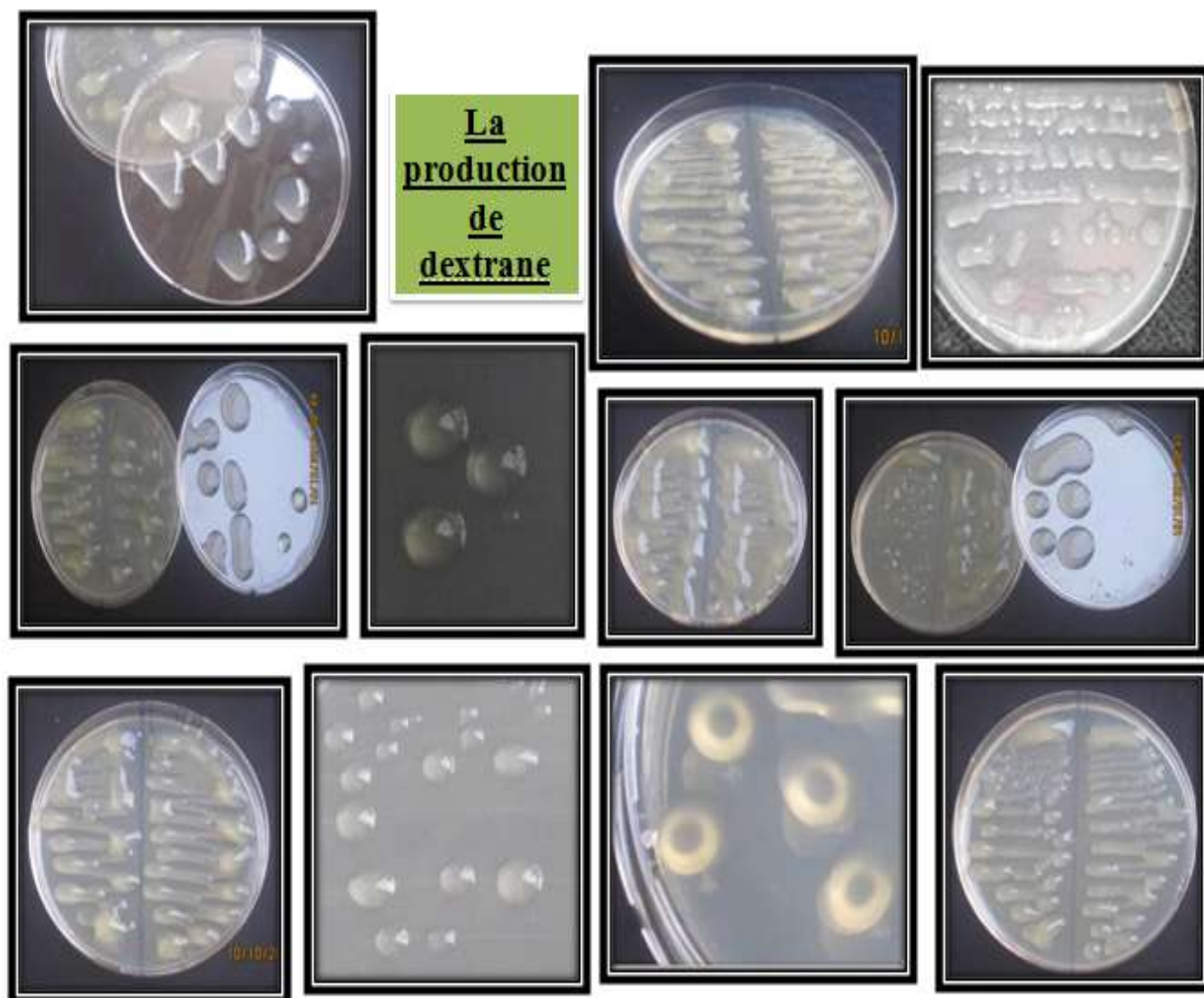
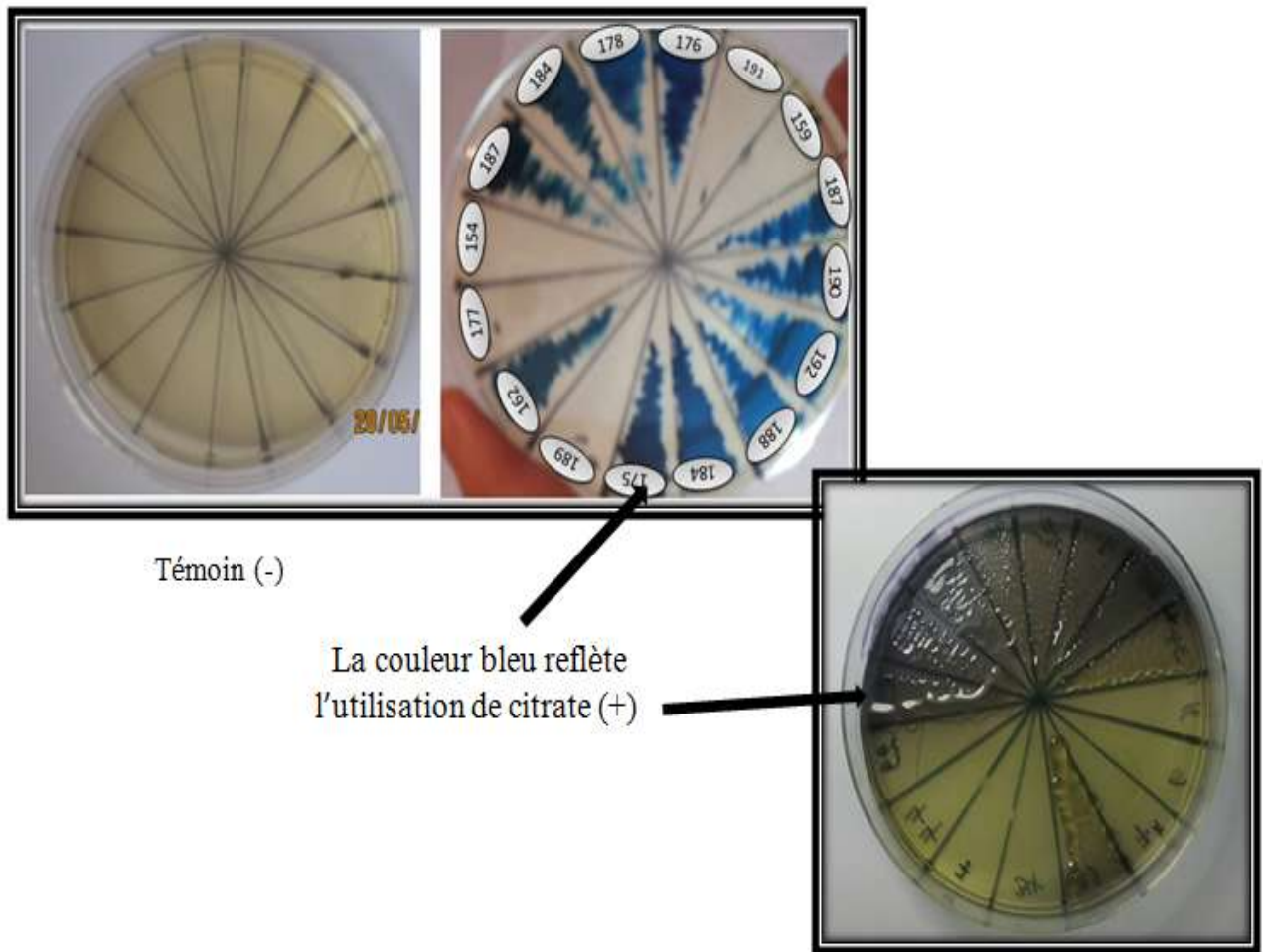


Figure.61 : La production de dextrane par les souches de *Leuconostoc*.

7-6-La production d'acétoïne :

La production d'acétoïne est testée sur milieu Clark et Lubs (FIL, 1996). Tous nos isolats de *Leuconostoc* ne produisent pas l'acétoïne. La plupart des lactobacillues et des pédiocoques le produisent.

Les résultats obtenus sont représentés dans les tableaux 19 et 20 et la figure 63.



Figures.62 : La révélation de l'utilisation du citrate par l'apparition de colonies bleu surmilieu KMK.

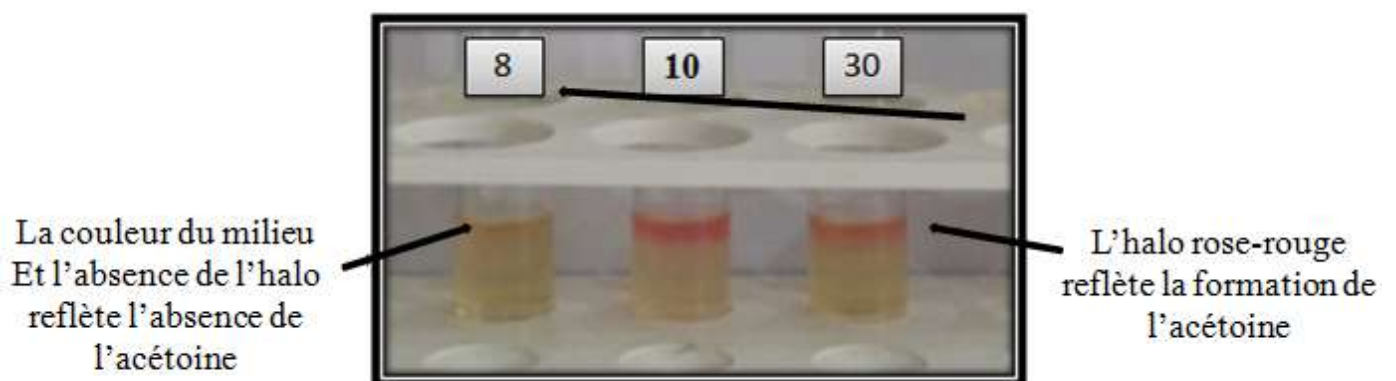


Figure.63 : l'incapacité de produire l'acétoine chez la souche 8 en comparaison avec les souches 10 et 30.

7-7- L'hémolyse :

Toutes les souches sont non hémolytiques (hémolyse Y) (tableaux 19 et 20).

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau.19 : Les caractéristiques biochimiques, physiologiques des souches de *Lactobacillus* et *Pediococcus* isolées.

souches	CO2 glucose	CO2 gluconate	pH 4	pH 9,6	15°C	45°C	4% NaCl	6,5% NaCl	VP	ADH	CITRATE	H	EPS	TR
5	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
6	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
7	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
8	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	γ	-	+
9	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
10	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
11	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
12	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	γ	-	-
13	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	γ	-	-
14	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
15	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	γ	-	-
16	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	γ	-	-
17	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
18	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
19	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	γ	-	+
20	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
21	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
22	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
23	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
24	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
25	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	γ	-	-
26	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
27	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	γ	-	-
28	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
29	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	γ	-	+
30	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
31	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	γ	-	-
32	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
33	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	γ	-	-
34	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
35	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	γ	-	+
40	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	γ	-	-
41	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
42	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	γ	-	-
44	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	γ	-	-
45	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
46	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
47	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	γ	-	-
48	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
49	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	γ	-	-
50	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	γ	-	+
51	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+

Chapitre III : Résultats et discussion

souches	CO2 glucose	CO2 gluconate	pH 4	pH 9,6	15°C	45°C	4% NaCl	6,5% NaCl	VP	ADH	CITRATE	H	EPS	TR
52	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	γ	-	-
53	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
54	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	γ	-	-
55	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	γ	-	-
56	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
57	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
58	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
59	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
60	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
61	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	γ	-	-
62	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	γ	-	+
64	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
65	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
74	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	γ	-	-
75	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
77	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
78	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	γ	-	-
82	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	γ	-	+
88	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
89	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
90	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
93	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	γ	-	+
94	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
97	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
98	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
99	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
102	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	γ	-	+
103	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
104	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	γ	-	-
105	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
106	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	γ	-	+
107	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
108	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	γ	-	-
111	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
116	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
117	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
118	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
134	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
137	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	γ	-	+
140	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
142	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
143	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
144	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	γ	-	-
145	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
146	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-

Chapitre III : Résultats et discussion

souches	CO2 glucose	CO2 gluconate	pH 4	pH 9,6	15°C	45°C	4% NaCl	6,5% NaCl	VP	ADH	CITRATE	H	EPS	TR
147	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
149	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
150	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	γ	-	-
151	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
152	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
154	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	γ	-	-
155	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
156	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
157	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
158	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
159	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	γ	-	+
160	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
161	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	γ	-	+
162	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
175	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
176	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
177	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	γ	-	+
178	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	γ	-	-
184	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
187	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	γ	-	+
188	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
189	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	γ	-	-
190	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
191	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	γ	-	+
192	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
193	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
194	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
195	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
196	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
197	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	γ	-	-
198	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	γ	-	-
199	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	γ	-	-
200	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	γ	-	-
201	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	γ	-	-
202	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
203	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
204	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
205	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	γ	-	+
207	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
208	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	γ	-	-
209	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
211	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
212	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
213	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
215	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-

Chapitre III : Résultats et discussion

souches	CO2 glucose	CO2 gluconate	pH 4	pH 9,6	15°C	45°C	4% NaCl	6,5% NaCl	VP	ADH	CITRATE	H	EPS	TR
216	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	γ	-	-
217	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
219	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
220	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	γ	-	-
221	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	γ	-	+
222	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	γ	-	-
229	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
230	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	γ	-	-
231	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	γ	-	+
235	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	γ	-	+
244	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
246	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	γ	-	+
249	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
252	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	γ	-	+
253	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	γ	-	+
256	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	γ	-	+
260	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	γ	-	+
264	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	γ	-	+
265	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
266	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
269	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	γ	-	+
274	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	γ	-	+
277	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	γ	-	+
279	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	γ	-	+
282	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	γ	-	+
284	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
286	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
288	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	γ	-	+
292	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
294	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
296	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
297	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
305	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
306	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
308	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	γ	-	+
309	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
312	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
313	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	γ	-	-
314	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
315	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	γ	-	-
316	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	γ	-	-
317	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	γ	-	-
318	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	γ	-	-
319	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	γ	-	-

Chapitre III : Résultats et discussion

souches	CO2 glucose	CO2 gluconate	pH 4	pH 9,6	15°C	45°C	4% NaCl	6,5% NaCl	VP	ADH	CITRATE	H	EPS	TR
320	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	γ	-	-
321	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	γ	-	+
322	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	γ	+	+
323	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	γ	+	+
324	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	γ	+	+
325	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	γ	+	+
326	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	γ	+	+
327	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	γ	+	+
328	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	γ	+	+
329	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	γ	+	+
330	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	γ	+	+
331	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	+	+
332	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	+	+
333	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	+	+
334	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
335	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
336	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
337	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
338	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
339	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
340	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
341	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
342	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
343	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
344	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
345	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
346	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
347	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
348	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
350	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
351	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
352	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
353	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
354	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
355	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
356	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
357	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
362	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
363	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
364	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
365	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
366	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
367	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
368	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+

Chapitre III : Résultats et discussion

souches	CO2 glucose	CO2 gluconate	pH 4	pH 9,6	15°C	45°C	4% NaCl	6,5% NaCl	VP	ADH	CITRATE	H	EPS	TR
369	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
370	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
378	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	γ	+	+
379	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	γ	+	+
380	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
381	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	γ	-	+
382	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	γ	+	+
383	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	γ	-	+
384	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	γ	+	+
385	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	γ	-	+
386	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
387	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	γ	+	+
388	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	γ	+	+
389	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	γ	-	+
392	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
393	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	γ	-	+
394	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	γ	-	+
395	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	γ	-	+
396	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	γ	-	+
397	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	γ	-	+
398	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
399	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	γ	-	+
400	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	γ	-	+
401	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
402	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
403	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
404	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
405	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	γ	-	+
406	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	γ	-	-
407	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	γ	-	+
408	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
409	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
410	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
411	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
412	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
413	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
414	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	γ	-	-
415	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
416	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	γ	-	-
417	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
418	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
419	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	γ	-	+
420	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	γ	-	+
421	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
422	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+

Chapitre III : Résultats et discussion

souches	CO2 glucose	CO2 gluconate	pH 4	pH 9,6	15°C	45°C	4% NaCl	6,5% NaCl	VP	ADH	CITRATE	H	EPS	TR
423	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	γ	-	+
424	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	γ	-	+
425	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
426	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
427	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
428	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
429	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
430	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
431	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
432	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	γ	-	+
433	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
434	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
435	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
436	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
437	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	γ	-	+
438	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	γ	-	+
439	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
440	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
441	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
442	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
443	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
444	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
445	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
446	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
447	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	-	+
448	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	-	γ	-	+
449	-	/	+	+	+	+	+	+	+	+	-	γ	-	+

Tableau.20 :Les caractéristiques biochimiques, physiologiques des souches de *Leuconostocisolées*.

souches	CO2	pH 4,8	pH 9,6	4°C	15°C	45°C	4% NaCl	6,5% NaCl	VP	ADH	CITRATE	H	EPS	TR
1'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	γ	+	-
2'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	γ	+	-
3'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
4'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
5'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	+	-
6'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	+	-
7'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	γ	+	-
8'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	+	-
9'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	+	-
10'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	γ	+	-
11'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	+	-
12'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	γ	+	-

Chapitre III : Résultats et discussion

souches	CO2 glucose	CO2 gluconate	pH 4	pH 9,6	15°C	45°C	4% NaCl	6,5% NaCl	VP	ADH	CITRATE	H	EPS	TR
13'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	γ	+	-
14'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
15'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
16'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
17'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
18'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
19'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
20'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
21'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
22'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
23'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
24'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
25'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
26'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
27'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
28'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
29'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
30'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
31'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
32'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
33'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
34'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
35'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
36'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
37'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
38'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
39'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
40'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
41'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
42'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
43'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
44'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
45'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
46'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
47'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
48'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	+	-
49'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	+	-
50'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	+	-
51'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
52'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	+	-
53'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
54'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	+	-
55'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
56'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
57'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-

Chapitre III : Résultats et discussion

souches	CO2 glucose	CO2 gluconate	pH 4	pH 9,6	15°C	45°C	4% NaCl	6,5% NaCl	VP	ADH	CITRATE	H	EPS	TR
58'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
59'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
60'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
61'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
62'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
63'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
64'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	γ	-	-
65'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
66'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
67'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	-	-
68'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
69'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	-	-
70'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	-	-
71'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
72'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
73'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
74'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
75'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
76'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
77'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
78'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
79'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
80'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	-	-
81'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
82'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
83'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
84'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
85'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
86'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
87'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
88'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	-	-
89'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
90'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
91'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
92'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
93'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
94'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
95'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
96'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
97'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
98'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
99'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	-	-
100'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
101'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
102'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-

Chapitre III : Résultats et discussion

souches	CO2 glucose	CO2 gluconate	pH 4	pH 9,6	15°C	45°C	4% NaCl	6,5% NaCl	VP	ADH	CITRATE	H	EPS	TR
103'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
104'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
105'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
106'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	γ	+	-
107'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
108'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
109'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
110'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
111'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
112'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	+	-
113'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
114'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
115'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
116'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
117'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
118'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
119'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
120'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	+	-
121'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	+	-
122'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	+	-
123'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
124'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
125'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
126'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
127'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
128'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
129'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
130'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	γ	+	-
131'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
132'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	+	-
133'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
134'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
135'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
136'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
137'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
138'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	γ	-	-
139'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
140'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	-	-
141'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
142'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
143'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
144'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
145'	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	γ	+	-
146'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-
147'	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	γ	+	-

6-8-L'utilisation des carbohydrates :

Le test des sucres a été effectué en utilisant des plaques Elisa, on a testé la capacité de fermenter seize sucres pour les lactobacilles et les pédiocoques et 12 pour les leuconostocs.

Les résultats obtenus sont représentés sur les tableaux 21 et 21.

Tableau.21 : Les résultats du profil fermentaire des souches de lactobacilles et pediocoques.

souches	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	M	N	P	Q	R	S
5	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
6	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
7	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+
8	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
9	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
10	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
11	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
12	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
13	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+
14	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-
15	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+
16	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
17	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
18	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
19	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
20	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+
21	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-
22	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
23	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
24	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
25	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
26	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+
27	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
28	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
29	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
30	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
31	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
32	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
33	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+
34	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
35	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
40	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+
41	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
42	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
44	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+
45	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+

Chapitre III : Résultats et discussion

souches	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	M	N	P	Q	R	S
46	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
47	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
48	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
49	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
50	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
51	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
52	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
53	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+
54	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-
55	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
56	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
57	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
58	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
59	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
60	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
61	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
62	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
64	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
65	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
74	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+
75	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
77	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
78	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+
82	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
88	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+
89	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
90	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
93	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
94	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
97	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
98	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
99	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
102	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
103	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
104	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
105	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
106	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
107	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+
108	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
111	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
116	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+
117	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
118	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
134	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
137	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
140	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
142	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+

souches	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	M	N	P	Q	R	S
143	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+
144	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
145	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
146	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
147	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
149	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+
150	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
151	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
152	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
154	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
155	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
156	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
157	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
158	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
159	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
160	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
161	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
162	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
175	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
176	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
177	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
178	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
184	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
187	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
188	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-
189	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
190	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
191	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
192	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+
193	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
194	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
195	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
196	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+
197	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
198	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+
199	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
200	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+
201	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
202	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
203	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
204	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+
205	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
207	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
208	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
209	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
211	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+

souches	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	M	N	P	Q	R	S
212	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
213	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
215	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
216	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
217	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
219	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
220	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
221	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
222	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
229	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
230	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
231	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
235	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
244	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
246	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
249	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
252	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
253	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
256	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
260	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
264	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
265	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
266	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
269	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
274	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
277	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
279	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
282	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
284	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
286	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
288	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
292	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
294	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
296	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
297	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
305	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
306	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
308	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
309	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
312	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
313	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+
314	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
315	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+
316	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+
317	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-
318	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+
319	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+

Chapitre III : Résultats et discussion

souches	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	M	N	P	Q	R	S
320	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+
321	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
322	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
323	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
324	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
325	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
326	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
327	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
328	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
329	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
330	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
331	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
332	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
333	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
334	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
335	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
336	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
337	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
338	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
339	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
340	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
341	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
342	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
343	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
344	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
345	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
346	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
347	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
348	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
350	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
351	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
352	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
353	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
354	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
355	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
356	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
357	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
362	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
363	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
364	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
365	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
366	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
367	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
368	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
369	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
370	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
378	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-

Chapitre III : Résultats et discussion

souches	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	M	N	P	Q	R	S
379	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
380	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
381	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
382	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
383	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
384	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
385	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
386	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
387	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
388	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
389	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
392	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
393	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
394	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
395	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
396	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
397	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
398	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
399	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
400	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
401	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
402	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
403	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
404	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+
405	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
406	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
407	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
408	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
409	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
410	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+
411	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
412	+	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
413	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
414	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
415	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
416	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
417	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
418	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
419	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
420	+	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
421	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
422	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
423	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
424	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
425	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
426	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
427	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+

Chapitre III : Résultats et discussion

souches	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	M	N	P	Q	R	S
428	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
429	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
430	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
431	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
432	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
433	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
434	+	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
435	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
436	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
437	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
438	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+
439	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
440	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
441	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
442	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
443	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
444	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
445	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
446	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
447	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
448	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
449	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-

A : Raffinose ; B : Mannitol ; C : Xylose ; D : Cellobiose ; E : Saccharose ; F : Ribose ; G : Esculine ; H : Maltose ; J : Arabinose ; L : Fructose ; M : Rhamnose ; N : Sorbitol ; P : Galactose ; Q : Amidon ; R : Lactose ; S : Melibiose.

+: *P.acidilactici* ; +: *L.plantarum* ; +: *L.brevis* ; +: *L.curvatus* ; +: *L.fermentum* +: *L.casei* ; +: *L.rhamnosus*

Tableau.22 : Les résultats du profil fermentaire des souches de *Leuconostoc*

souche	glu	lac	gal	fru	ara	xyl	mal	mannitol	escu	sacch	rham	Sorb
1'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
2'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
3'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
4'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
5'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
6'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
7'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
8'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
9'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
10'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
11'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
12'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
13'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-

Chapitre III : Résultats et discussion

souche	glu	lac	gal	fru	ara	xyl	mal	mannitol	escu	sacch	rham	Sorb
14'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
15'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
16'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
17'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
18'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
19'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
20'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
21'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
22'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
23'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
24'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
25'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
26'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
27'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
28'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
29'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
30'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
31'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
32'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
33'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
34'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
35'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
36'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
37'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
38'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
39'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
40'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
41''	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
42'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
43'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
44'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
45'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
46'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
47'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
48'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
49'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
50'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
51'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
52'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
53'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
54'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
55'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
56'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
57'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
58'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
59'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+

Chapitre III : Résultats et discussion

souche	glu	lac	gal	fru	ara	xyl	mal	mannitol	escu	sacch	rham	Sorb
60'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
61'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
62'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
63'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
64'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
65'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
66'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
67'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
68'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
69'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
70'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
71'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
72'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
73'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
74'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
75'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
76'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
77'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
78'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
79'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
80'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
81'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
82'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
83'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
84'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
85'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
86'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
87'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
88'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
89'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
90'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
91'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
92'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
93'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
94'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
95'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
96'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
97'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
98'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
99'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
100'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
101'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
102'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
103'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
104'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
105'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+

Chapitre III : Résultats et discussion

souche	glu	lac	gal	fru	ara	xyl	mal	mannitol	escu	sacch	rham	Sorb
106'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
107'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
108'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
109'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
110'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
111'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
112'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
113'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
114'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
115'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
116'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
117'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
118'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
119'	+	+	+	+		-	-	-		+	-	
120'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
121'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
122'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
123'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
124'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
125'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
126'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
127'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
128'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
129'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
130'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
131'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
132'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
133'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
134'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
135'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
136'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
137'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
138'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
139'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
140'	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/
141'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
142'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
143'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
144'	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
145'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
146'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
147'	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-

+: *Leuconostoc mesenteroides* subsp *dextranicum*

+: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*,

8- Etude de l'activité protéolytique :

L'activité protéolytique des souches a été recherchée et comparée sur gélose au lait. Après incubation, cette activité s'est manifestée par l'apparition d'un halo clair autour des colonies ensemencées en touches à la surface des géloses.

Un exemple de ces résultats est montré dans la (fig.64).

On a constaté que beaucoup de souches de *Lactobacillus* testées ont exprimé une activité protéolytique. par contre peu de *Leuconostoc* et de *Pediococcus* ont montré une bonne activité.

Tableau.23 : Activité protéolytique des souches lactiques.

souche	Diamètre
5	1.3
15	2,1
31	1
116	3.7
146	1.2
189	2,5
213	0.6
252	0.8
308	0.4
319	1.4
348	3.2
368	2.1
402	0.5
422	1.4
438	0.9
7'	0.7
105'	1.3
237'	1.1

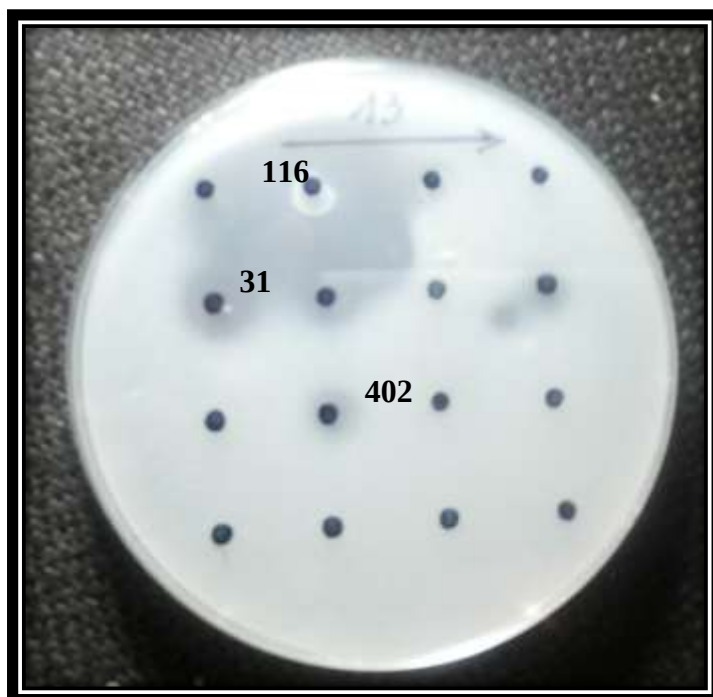
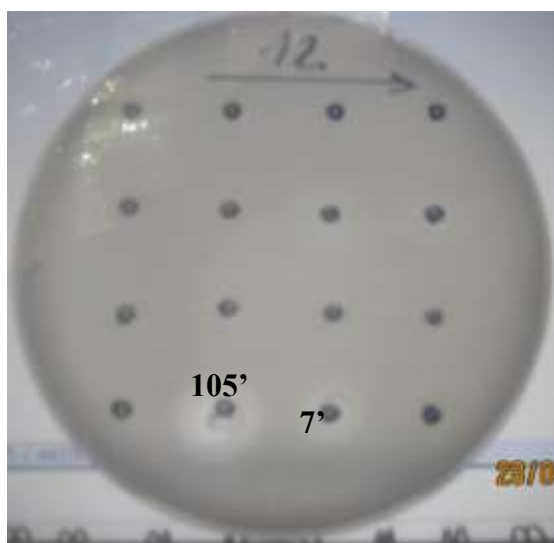
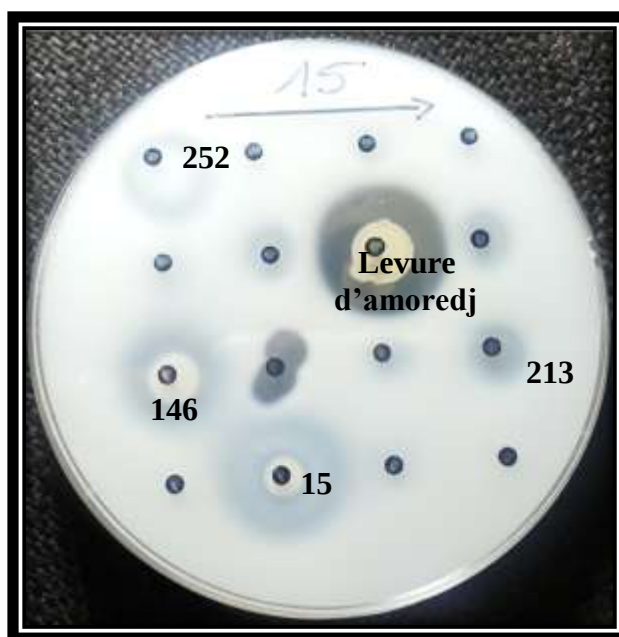


Figure.64: Activité protéolytique des souches bactériennes sur milieu lait-Agar.

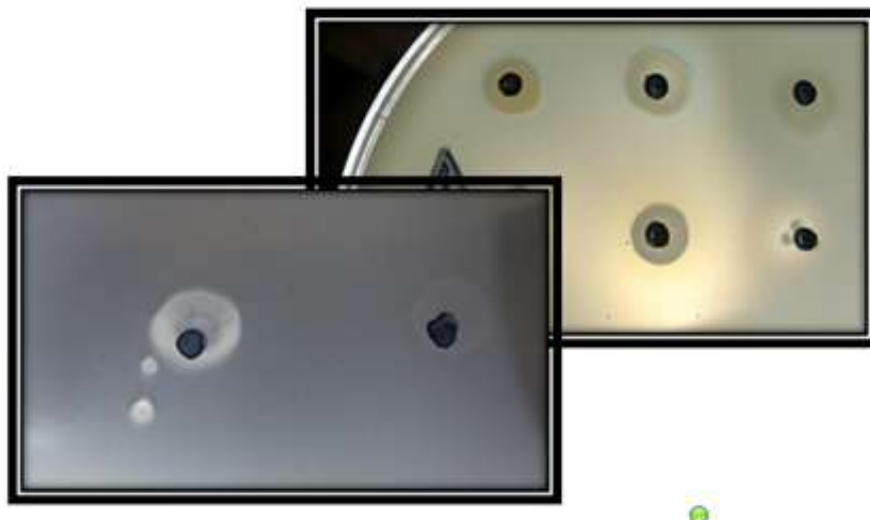


Figure.64: Activité protéolytique des souches bactériennes sur milieu lait-Agar (suite)

9- Etude de l'activité lipolytique :

Seules les bactéries lactiques appartenant au genre *Lactobacillus* ont montré une activité lipolytique vis à vis du Tween 80. La (Fig.65) illustre les résultats obtenus, on y voit bien les halos opaques d'un diamètre variant de 8mm à 14 mm autour des colonies.

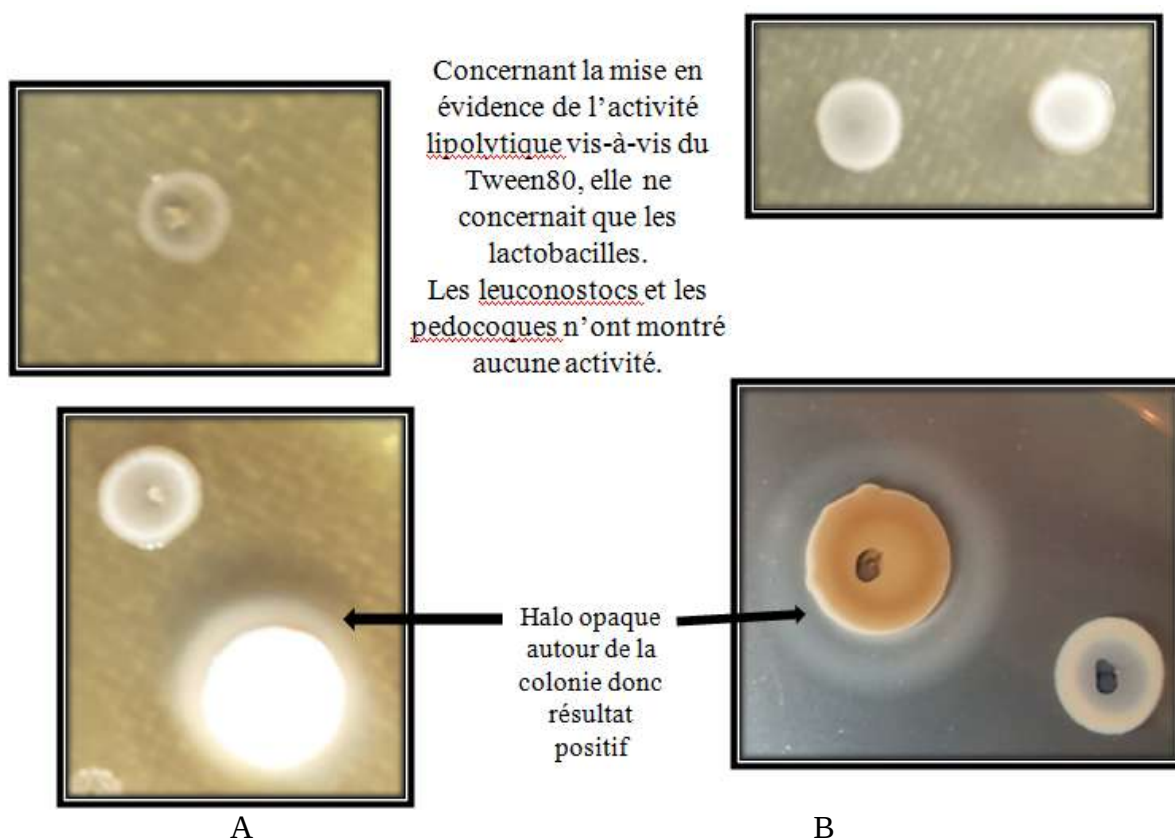


Figure.65 : Mise en évidence de l'activité lipolytique en milieu MRS supplémente de Tween80 (A: 3% ; B : 1%)

10- L'antibiogramme :

L'antibiogramme a été effectué sur 16 souches de *Lactobacillus* appartenant aux espèces *L.fermentum* et *L.brevis*. On a utilisé 13 antibiotiques, le teste a été effectué sur milieu MH.

Après une culture de 24h, on a mesuré les diamètres des auréoles (zones d'inhibition de croissance de la souche microbienne). Ces résultats sont représentés dans les tableaux 24, 25 et dans la figure 66.

Les souches 404, 408, 415 et 420 présentent une très grande sensibilité vis-à-vis de tous les antibiotiques utilisés.

Toutes les souches sont sensibles à l'Amoxicilline, Cephalotine et au Cefuroxime.

Toutes les souches sont sensibles au Nitrofurantoïne à l'exception de la souche 411. L'Oxacilline est l'antibiotique qui présente le plus de résistance avec 11 souches.

Tableau.24 : les résultats de l'antibiogramme des souches de *Lactobacillus* (les rayons de la zone d'inhibition).

souche	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
401	0,25	0,1	0,5	0,25	0	0,5	0	0	0,7	0	1	0	0,3
402	1,2	0,8	1,1	0,9	0,15	1,3	0	0,7	0,8	0,8	0	0,6	0
403	0,15	0,05	1	0,9	0,8	0,8	0,3	0,1	0	0,5	0,8	0,5	0,8
404	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2
405	0,2	0	0,4	0,2	0	0,6	0	0,05	0,7	0	1	0,4	0,5
406	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2
407	0,25	0	0,4	0,15	0	0,6	0	0,1	0,9	0	0,9	0,4	0,4
408	0,15	0	0,5	0,4	0	0,8	0	0	0,7	0	0,9	0,2	0,4
409	1,6	2	1,3	1,5	1,2	0	0	1,6	1,7	0	1,2	1,5	0,7
410	0,25	0	0,6	0,25	0	0,6	0	0,05	0,7	0	1,1	0	0,4
411	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2
412	0,2	0	0,5	0,2	0	0,6	0	0	0,8	0	1	0,3	0,5
413	0,3	0,1	0,6	0,3	0	0,5	0	0,05	0,8	0	1	0,3	0,5
414	0,3	0	0,5	0,2	0	0,7	0	0,05	0,8	0	1	0,4	0,4
415	1,3	1		1,2	0,9	1	0	0	0,7	0	0	0	0
416	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>2

A : amoxicilline, B : ampicilline, C : cefuroxime, D:cephalotin, E:clindamicine, F: nitrofurantoïne, G:oxacilline, H :pénicilline, I :tétracycline, J :vancomycine, K :cefixime, L:érythromycine, M :gentamycine.

Tableau.25 : Détermination de la sensibilité et la résistance des souches de lactobacilles isolées de l'échantillon numéro « 1 » vis-à-vis de 13 antibiotiques.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
401	S	R	S	S	R	S	R	R	S	R	S	R	S
402	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S	R
403	S	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S	S	S
404	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
405	S	R	S	S	R	S	R	R	S	R	S	S	S
406	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
407	S	R	S	S	R	S	R	R	S	R	S	S	S
408	S	R	S	S	R	S	R	R	S	R	S	S	S
409	S	S	S	S	S	R	R	S	S	R	S	S	S
410	S	R	S	S	R	S	R	R	S	R	S	R	S
411	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
412	S	R	S	S	R	S	R	R	S	R	S	S	S
413	S	R	S	S	R	S	R	R	S	R	S	S	S
414	S	R	S	S	R	S	R	R	S	R	S	S	S
415	S	S	S	S	S	S	R	R	S	R	R	R	R
416	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

11- l'élaboration d'un nouveau milieu de culture a base d'Amoredj :

Concernant l'élaboration du nouveau milieu de culture pour les bactéries lactique à base d'Amoredj, il s'est révélé que nos souches poussent a toutes les concentration d'Amoredj brut et poussent mieux lors de l'ajout du glucose et de l'extrait de levure mais qu'a une concentration de 10% (Fig.67) et avec l'ajout du glucose à 2% et de l'extrait de levure à 1% nos souches poussent le mieux.

Avec l'ajout de 10% de saccharose, les leuconostocs productrices d'exopolysaccharides ont produit du dextrane avec une quantité considérable (Fig.68).

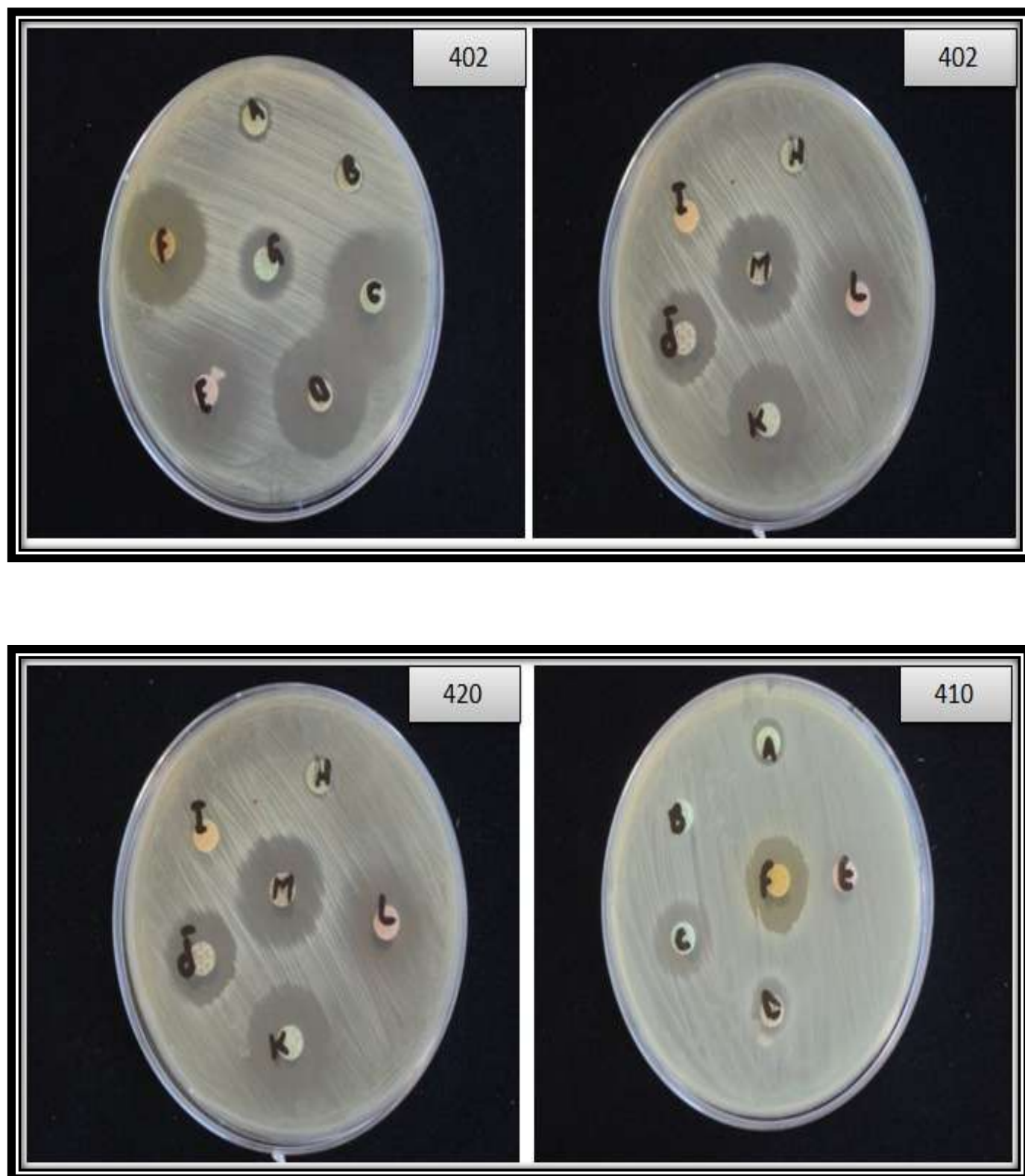


Figure.66: Le résultat de l'antibiogramme des souches 402, 410 et 420 de *Lactobacillus*.

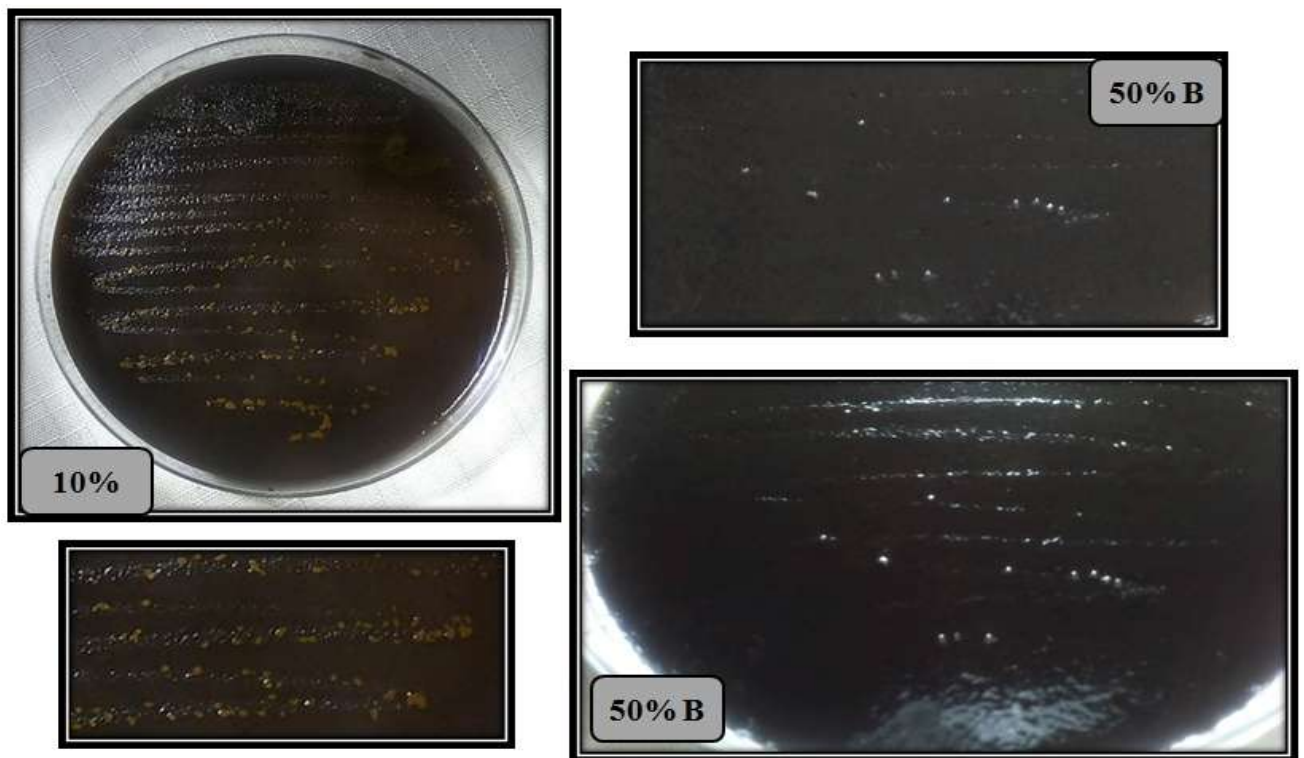


Figure.67 : Aspect des colonies de *Lactobacillus* sur milieux Amoredj.

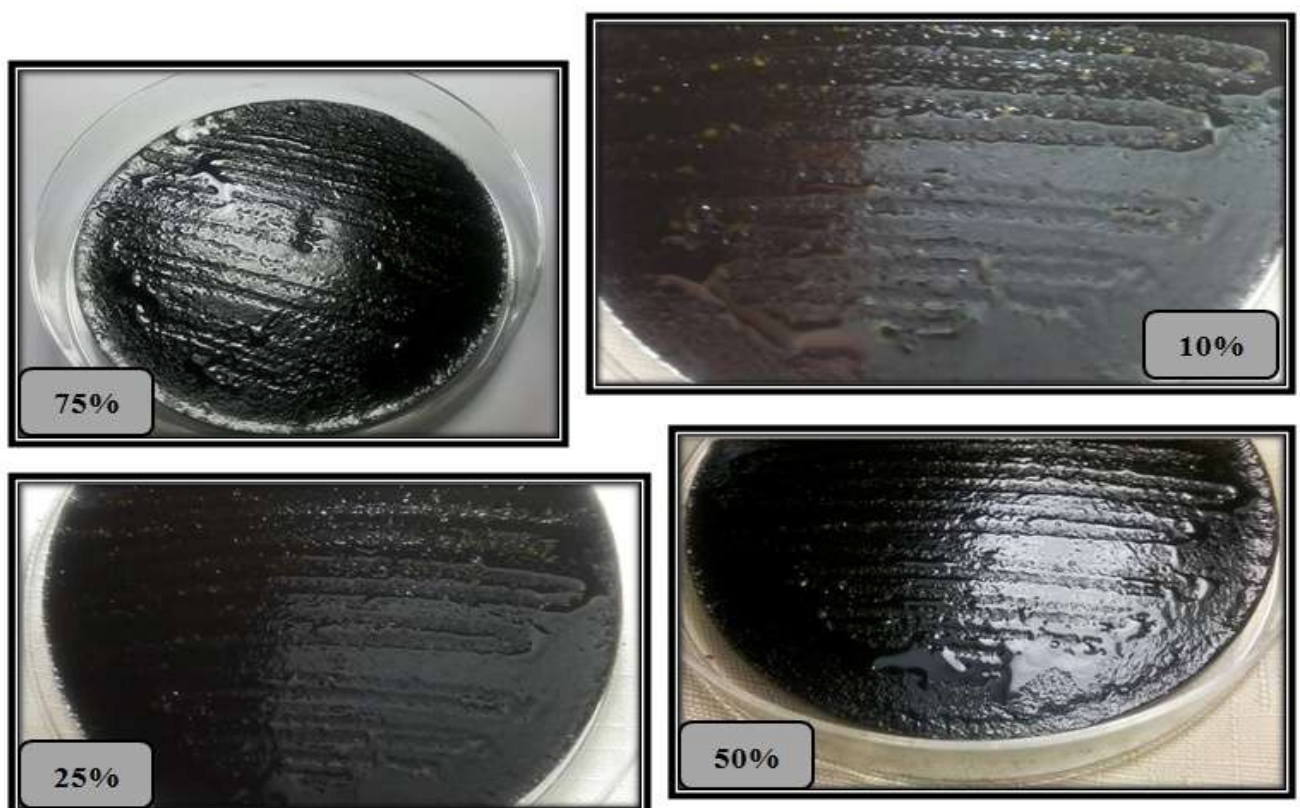


Figure.68 : Aspect des colonies de *Leuconostoc* sur milieux Amoredj à différentes concentrations, additionné au saccharose

Discussion :

Fruit noble dont la culture millénaire est traditionnelle dans le bassin méditerranéen, l'olive est l'aliment de base des populations de cette région. Il est symbolique de toute une civilisation ou la nature et ses bienfaits jouent un rôle primordial. Les recherches modernes ont prouvé sans contestation possible ses qualités diététiques.

Cultivé en Algérie depuis plusieurs siècles, c'est un arbre rustique indifférent à la nature du sol. L'olivier est un arbre magique et riche. Ses utilisations sont nombreuses et reconnues : nourriture, combustible pour l'éclairage, soin pour la peau et les rhumes, décoration... Tout est utilisable dans l'olivier. Il a toujours été considéré comme un symbole de paix et de fécondité dans l'Antiquité grecque et romaine.

L'huile d'olive est une huile provenant uniquement du fruit de l'olivier (*Olea europaea* L.) à l'exclusion des huiles obtenues par solvant ou par des procédés de réestérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature (COI, 2015). Elle ne peut être obtenue que par utilisation de procédés physiques (Veillet, 2010).

A la différence des autres huiles végétales ou d'autres produits tels que le vin, l'huile d'olive ne requiert aucune étape de raffinage ni aucune transformation chimique. Grâce à cette simplicité procédurale, l'huile d'olive a pu être fabriquée depuis l'antiquité.

L'absence d'étape de raffinage permet à l'huile d'olive de conserver tous ses antioxydants. L'olive étant un fruit riche en ces derniers (oleuropéine, ligstroside...), l'huile brute qui en résulte en est elle aussi riche. Les principaux antioxydants de l'huile d'olive sont des dérivés de l'oleuropéine et du ligstroside et font donc partie de la classe des composés phénoliques. Ces composés vont permettre une bonne conservation de l'huile d'olive dans le temps puisque ces molécules ainsi que le tocophérol vont prévenir son oxydation (Veillet, 2010 ; Pehlivan et Yilmaz, 2010).

Dans notre travail on s'est intéressé à un produit fermenté dérivé de l'huile d'olive « **Amordje** ». Il représente le résidu d'huile d'olive qui forme un dépôt noir (mélange de pulpe et d'huile d'olives) au fond des barils de conservation que les consommateurs ramassent soigneusement et conditionnent dans des bouteilles et consomment régulièrement pour ses vertus apaisantes des douleurs abdominales et régulateur du transit intestinal.

On a commencé par un échantillon de l'année en 2011, et dès le 1^{er} isolement on a réussi à avoir des lactobacilles. On a étudié cet échantillon et on a voulu en savoir plus puisqu'aucune étude n'a été faite sur le sujet, alors on a récolté plusieurs échantillons qui datent de 2004 à 2012 et au fur et à mesure on ramène les nouveaux échantillons juste après la saison de l'huile d'olive.

On a eu quelques soucis au début de notre travail et ceci était dû au nombre très élevé de levures dans les anciens échantillons par contre pour l'isolement des leuconostocs on n'a pas eu de problème grâce à l'azide de sodium. On a utilisé par la suite après plusieurs tentatives d'isolement qui ont voué à l'échec, la cycloheximide.

Chapitre III : Résultats et discussion

On a commencé par 4mg par litre et vu que ça n'a pas éliminer les levures on a fais plusieurs essais jusqu'à arrivé à 45mg/l, on a pu isoler nos bacilles et nos coques de tous les échantillons appart le numéro 2, 10 et 11 qui contenaient tellement de levures qu'en augmentant la dose de la cycloheximide on a eu des boites complètement exemptes de microorganismes. Les isollements effectués avec des intervalles de temps pour le même échantillon nous a révélé que les nouveaux échantillons contiennent beaucoup plus de lactobacilles appartenant surtout aux espèces *L. fermentum*, *L. brevis*, *L. curvatus* et *L. plantarum*; que de coques lactiques.

Presque dans tous les échantillons on a eu des *Leuconostocs* productrices de dextrane, la production étant si importante juste après la purification que le couvercle en était plein au bout de quelques jours alors qu'après la conservation ce potentiel a significativement diminué même s'il reste très intéressant.

Concernant les *Leuconostocs* il y'a des échantillons qui contiennent seulement des souches non productrices de dextrane, d'autres que des souches productrices (*Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, et *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *Dextranicum*) et d'autres encore contiennent les deux.

Dans les échantillons datant de plus d'une année on a constaté une diminution importante des lactobacilles.

Les échantillons les plus anciens contenaient que des *Pediococcus* appartenant à l'espèce *P. acidilactici*.

Beaucoup de souches ont un pouvoir aromatisant en produisant de l'acétone.

Après l'identification de nos souches on testé quelques caractères biotechnologiques dont la protéolyse, la lipolyse et la résistance aux antibiotiques.

La plupart de nos souches ont montré une bonne activité protéolytique, les zones allaient de 0.4 à 3.7 cm.

Concernant la mise en évidence de l'activité lipolytique vis-à-vis du Tween80 elle ne concernait que les lactobacilles, les *Leuconostocs* et les *Pedococcus* n'ont montré aucune activité. On a gardé quelques levures isolées d'amorçage et on a essayé juste les caractères biotechnologiques et il s'est avéré qu'elles sont fortement lipolytiques et protéolytiques et qu'elles produisent toutes de l'acétone.

L'antibiogramme a été effectué sur 16 souches de *Lactobacillus* appartenant aux espèces *L. fermentum* et *L. brevis*. On a testé leurs résistances vis-à-vis de 13 antibiotiques.

Après une culture de 24h, on a mesuré les diamètres des auréoles (zones d'inhibition de croissance de la souche microbienne). Ces résultats sont représentés dans les tableaux 24, 25 et dans la figure 61.

Les souches 404, 408, 415 et 420 présentent une très grande sensibilité vis-à-vis de tous les antibiotiques utilisés.

Toutes les souches sont sensibles à l'Amoxicilline, Cephalotine et au Cefuroxime et toutes les souches sont sensibles au Nitrofurantoïne à l'exception de la souche 411. L'Oxacilline est l'antibiotique vis-à-vis duquel nos souches ont présenté le plus de résistance.

Concernant l'élaboration du nouveau milieu de culture pour les bactéries lactique à base d'Amoredj, il s'est révélé que nos souches poussent à toutes les concentrations d'Amoredj brut et poussent mieux lors de l'ajout du glucose et de l'extrait de levure mais qu'à une concentration de 10% et avec l'ajout du glucose à 2% et de l'extrait de levure à 1% nos souches poussent le mieux. Avec l'ajout de 10% de saccharose, les *Leuconostocs* productrices d'exopolysaccharides ont produit du dextrane avec une quantité considérable.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES



Conclusion :

L'isolement des espèces de bactéries lactiques à partir des échantillons d'Amoredj issu de la région de GUENZATH, wilaya de BEJAIA s'est révélé intéressant.

L'identification des différentes souches a montré une assez importante diversité d'espèces.

Les bactéries lactiques appartiennent à un groupe de bactéries bénéfiques, dont les vertus ne sont plus discutables, et qui produisent de l'acide lactique comme produit final du processus de fermentation. Elles sont partout dans la nature, et se trouvent aussi dans le système digestif de l'homme.

Parmi les genres de bactéries lactiques on a réussi à isoler les lactobacilles, les leuconostocs et les pédiocoques.

Les résultats des tests biochimiques, physiologiques et le profil fermentaire effectués sur les souches isolées et purifiées, nous ont permis d'identifier les espèces suivantes: *L.plantarum*, *L. fermentum*, *L.rhamnosus*, *L. brevis*, *L.casei*, *L. curvatus*, *P.acidilactici*, les sous-espèces *Ln.mesenteroides* subsp. *mesenteroides* et *Ln. mesenteroides* subsp. *dextranicum* ainsi que des leuconostocs non productrices de dextrane qu'on a pas pu identifier à défaut des restes sucres.

Les souches isolées ont une très bonne activité protéolytique par contre pour l'activité lipolytique vis-à-vis du tween 80, il n'y a que les lactobacilles qui ont montré une bonne activité.

L'antibiogramme nous a permis de savoir qu'on n'a pas de souche résistante à tous les antibiotiques parmi les souches de *Lactobacillus* identifiées et testées et qu'au meilleur des cas la souche résistait à 6 antibiotiques et on a 4 souches qui présentent une très grande sensibilité vis-à-vis de tous les antibiotiques utilisés.

Un nouveau milieu de culture pour bactéries lactiques a été élaboré et il a permis à nos souches de bien pousser.

Comme perspectives on a:

- Une identification génétique pour compléter l'identification biochimique et physiologique en utilisant les différentes méthodes disponibles.
- L'étude de la cinétique de nos souches pour qu'elles puissent être utilisées en industrie alimentaire.
- L'étude du potentiel probiotique de nos souches in vivo et in vitro.
- S'intéresser aux levures contenues dans nos échantillons et essayer de comprendre ce qui inhibe nos souches en leurs présences.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE



- **Aissam H.. 2003.** Etude de la biodégradation des effluents des huileries (margines) et leur valorisation par production de l'enzyme tannase. Thèse de Doctorat National. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah FES.
- **Alexandre H., Grandvalet C., Guilloux-Benatier M., Remize-Barnavon F., Tourdot-Maréchal R.. 2008.** Les bactéries lactiques en œnologie. Lavoisier, Paris, 173 pages.
- **Alice A.F. and Sanchez-Rivas C.. 1997.** DNA supercoiling and osmoresistance in *Bacillus subtilis* 168. *Curr. Microbiol.* 35: 309–315
- **ALOMAR J.. 2007.** Etude de propriétés physiologiques de *Lactococcus lactis* et *Lactococcus garvieae* pour la maîtrise de *Staphylococcus aureus* en technologie fromagère. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique De LORRAINE.
- **Anonyme (2008).**
www.ebablyone.com/encyclopedie_Image:Bifidobacterium_adolescentis_Gram.jpg.
- **Anonyme (2006).** <http://www.magma.ca/~scimat/> .
- **Aparicio R. and Harwood J.. 2013.** Handbook of Olive Oil, Analysis and Properties. Second Edition. P: 772.
- **Atlan D., Béal C., Champonier-Vergès M.C., Chapot-Chartier M.P., Chouayekh H., Coccagn-Bousquet M., Deghorain M., Gadu P., Gilbert C., Goffin P., Guédon E., Guillouard I., Guzzo J., Juillard V., Ladero V., Lindley N., Lortal S., Loubière P., Maguin E., Monnet C., Monnet V., Rul F., Tourdot-Maréchal R. et Yvon M., 2008.** Métabolisme et ingénierie métabolique. *In* : Bactéries lactiques de la génétique aux ferments (Corrieu G. et Luquet F.M.). *Tec & Doc, Lavoisier*. Paris. 271-447.
- **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.
- **Bachouche N. et Kellouche A.. 2012.** Étude de l'entomofaune de l'olivieraie de la région de Tizi-Ouzou. 1- 6. <http://www.ummto.dz/IMG/pdf/bachouche.pdf>.
- **Badis A., Laouabdia-Sellami N., Guetarni D., Kihal M. et Ouzrout R.. 2005.** Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait cru de chèvre de deux populations caprines locales « Arabia et Kabyle ». *Sciences & Technologie* N°23. Pp :30-37.
- **Balkwill D. L., Fredrickson J. K. and Romine M. F.. 2006 .** *Sphingomonas* and Related Genera. *The Prokaryotes: An Evolving Electronic Resource for the Microbiological Community*, M. Dworkin et al., eds., Springer New York, 605-629.

- **Bassit N., Latrille E., Boquien C. Y., Picque D. et Corrieu G.. 1994.** Effet combiné de l'oxygène et de la température sur l'acidification et les productions de diacétyle et d'acétoïne par *Lactococcus lactis subsp lactis biovar diacetylactis*. Lait. 74 : 115-126.
- **Bekhouché F. et Boulahrouf M.. 2005.** Etudes quantitative et qualitative des bactéries lactiques de lait cru produits par des vaches locales appartenant a six stations d'élevage de Constantine. Sciences & Technologie C – N°23, 38-45.
- **Bekhouché F.. 2006 :** Bactéries lactiques du lait cru de vache et Microorganismes pectinolytiques des olives noires et vertes (1. Isolement et Identification biochimique. 2. Evaluation et Optimisation de la production d'enzyme polygalacturonase).Thèse de doctorat. Université De Mentouri Constantine.
- **Belaj A., Satovic Z., Rallo L. and Trujillo I.. 2002.** Genetic diversity and relationships in olive (*Olea europaea L.*) germplasm collections as determined by randomly amplified polymorphic DNA. *Theor Appl Genet* 105: 638-644.
- **Benabid H.. 2009.** Caractérisation de l'huile d'olive Algérienne, Apports des méthodes chimométriques. Thèse de doctorat. Université De Mentouri Constantine. P :245
- **Benasla A.. 2012.** Production d'exopolysaccharides par des souches de lactobacilles. Thèse de Magister en Biotechnologie. Université d'ORAN ES-Senia.
- **Ben-Gal A., Yermiyahu U., Zipori I., Presnov E., Hanoch E. and Dag A.. 2011.**The influence of bearing cycles on olive oil production response to irrigation. *Irrig Sci* 29:253–263.
- **Benrachou N. 2013.** Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. Thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat. Option : Biochimie Appliquée. Université Badji Mokhtar Annaba. P :112
- **Biavati B., Vescovo M., Torriani S. and Bottazzi V.. 2000.** Bifidobacteria: history, ecology, physiology and applications. *Ann. Microbiol.*,50: 117–131.
- **Bjorkroth K.J., Geisen R., Schillinger U., Weiss N., DeVos P., Holzapfel W.H., Korkeala J.H. and Vandamme P.. 2000.** Characterization of *Leuconostoc gasicomitatum* sp. Associated with spoiled raw tomato Marinated Broiler meat strips packaged under modified atmosphere conditions. *Applied. Environ. Microbiol.* 66(9): 3764-3772.
- **Bjorkroth J., Holzapfel W.H. 2006.** *Genera Leuconostoc, Oenococcus and Weissella in : The Prokaryotes. Vol 4.*Springer, pp 267-319.

- **Bjorkroth J.A., Holzapfel W.H. and Dicks L.M.. 2009.** Genus *Leuconostoc*. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. The firmicutes. Second Edition. Volume Three. Springer.
- **Boudjema K.. 2008.** Essai d'optimisation de la production d'acide lactique sur lactosérum par *Streptococcus thermophilus*. Mémoire de magister. Université M'Hamed Bougara Boumerdès.
- **Bouhadjra Fodhil K.. 2011.** Etude des antioxydants naturels et de synthèse sur l'activité oxydative d l'huile d'olive vierge. Mémoire de Magister. Université Mouloud Maameri Tizi ouzou. P :122
- **Bourel G., Henni S., Krantar K., Oraby M., Divies C. et Garrmyn D.. 2001.** Métabolisme sucre-citrate chez *Leuconostoc mesenteroides*. Le lait 81 : 75-82.
- **Boutkhol S.. 2012.** Les principales maladies fongiques de l'olivier (*Olea europea* L.) en Algérie : répartition géographique et importance. Mémoire de Magister en Biotechnologie. Université d'Oran Es-Senia.
- **Broadbent J.R.. 2001.** Genetics of Lactic Acid Bacteria. In: Applied Dairy Microbiology (Marth E.H. et Steele J.L.). 2e Ed., Marcel Dekker, Inc. New
- **Calvez S., Belguesmia Y. Prévost H., Drider D. et Kergourley G.. 2009.** Les bactériocines : de la synthèse aux applications. Bactéries lactiques : physiologie , métabolisme, génomique et applications industrielles édition : Economica . Paris.
- **Chase M.W. and Reveal J.L.. 2009.** A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 161: 122–127.
- **Chaves A.C., fernandez M., Lerayer A.L., Mierau L., Kleerebezem M. and Hugenholtz J.. 2002.** Metabolic engineering of acetaldehyde production by *Streptococcus thermophilus*. *Applied Environmental Microbiology*. **68**: 5656-5662.
- **Codex alimentarius. 2003.** Codex standard for fermented milk. CODEX STAN. 243: 1-5.
- **Cogan T. M., O'Dow M. and Mellerick D.. 1981.** Effects of pH and sugar on acetoin production from citrate by *Leuconostoc lactis*. *Applied and Environmental Microbiology*. 41: 1-8.
- **COI.. 2015.** Conseil Oleicol International (<http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/76-the-olive-tree>).
- **COI.. 2010.** Fiche de renseignement sur l'oléiculture en Algérie.

- **Collins E. B., 1972:** Biosynthesis of flavour compounds by microorganisms. *Journal of Dairy Science*. 55: 1022-1028
- **Collins M.D., Samelis J., Metaxopoulos J. and Wallbanks S.. 1993.** Taxonomic studies of some *Leuconostoc*like organisms from fermented sausages, description of a new genus *Weissella* for the *Leuconostoc paramesenteroides* group of species. *J. Appl. Bacteriol.* (75): 595-603.
- **Collins M.D. and Falsen E.. 2009.** Genus *Aerococcus*. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology: The firmicutes. Second Edition. Volume Three. Springer.
- **Collins M.D. 2009.** Genus *Vagococcus*. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. The firmicutes. Second Edition. Volume Three. Springer.
- **De La Casa J.A., Lorite M., Jimenez J. and Castro E.. 2009.** Valorisation of wastewater from two-phase olive oil extraction in fired clay brick production. *Journal of Hazardous Materials*, 169(1-3) : 271-278.
- **Daly C., Fitzgerald G. F., O'connor L. and Davis R.. 1998.** Technological and health benefits of dairy starter cultures. *International Dairy Journal* 8, 195-205.
- **Dellaglio F., De Roissart H., Torriani S., Curk M.C. et Janssens D.. 1994.** Caractéristiques générale des bactéries lactiques in « Bactérielactique », de Roissard et Luquet, Tech.Doc., Lavoisier, Paris.
- **Delorme C., 2008:** Safety assessment of dairy microorganisms: *Streptococcus thermophilus*. *International Journal of Food Microbiology* 126: 274–277
- **De Man J. C., Rogosa M. and Sharpe M. E.. 1960.** A medium for the cultivation of lactobacilli. *J. appl. Bacteriol*, 23, 130-135.
- **Desmazeaud M. J., 1992 :** Les bactéries lactiques, In : Hermier J., Lenoir J., weber F., Les groupes microbiens d'intérêt laitier. *Ed. Cepil*. 6-14.
- **Deutscher J., Francke C. and Postma W.. 2006.** How phosphotransférase system-Related Protein Phosphorylation Regulates Carbohydrate Metabolism in Bacteria. *Microbiology and Molecular biology Reviews*. Vol. 70 N° 4. P. 939- 1031.
- **DeVos P., Garrity G. M., Jones D., Krieg N. R., Ludwig W., Rainey F. A., Schleifer K. H. and Whiteman W. B.. 2009.** Bergey's Manual of Systematic Bacteriology: The firmicutes. Second Edition. Volume Three. Springer.
- **Devriese L., Baele M. and Butaye P.. 2006.** The genus *Enterococcus*: Taxonomy. The Prokaryotes: a Handbook on the Biology of Bacteria. 3rd edn. New York: Springer. vol. 4. 163-174.



- **Díaz A.. 2012.** Olive. *Technological Innovations in Major World Oil Crops, Volume 1: Breeding*. Chapter 11.
- **Djeziri F.Z.. 2012.** Mémoire de Magister en Agronomie. Etude de l'activité hypolipidemiante de l'huile d'*Olea europaea* var *Oleaster* chez le rat « WISTAR ». Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen.
- **La route des oliviers.. 2013.** Documentaire sur la chaîne télévisée France 5.
<http://www.france5.fr/emission/5124b657bb94782b3b0062de/511ccdbdbb94784696007588>
http://www.dailymotion.com/video/xxyr5v_la-route-des-oliviers-france-5_creation
- **Dong X., Xin Y., Jian W., Liu X. and Ling D.. 2000.** *Bifidobacterium thermacidophilum* sp. nov., isolated from an anaerobic digester. *Int .J. Syst. Evol. Microbiol.*, 50: 119-125.
- **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.
- **Doveri S., Baldoni L.. 2007.** Olive .Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants, Volume 4 Fruits and Nuts C. Kole (Ed.). Chapter 13.
- **Dupont F. et Guignard G-L.. 2012.** Botanique : Les familles de plantes . 15e édition. ELSEVIER MASSON S.A.S.
- **Durso L. and Hutkins R.. 2003.** Starter cultures. University of Nebraska, Lincoln, NE, USA. Elsevier Science Ltd. pp: 5583-5593.
- **Dworkin I. and Gibson G.. 2006.** Epidermal growth factor receptor and transforming growth factor-beta signaling contributes to variation for wing shape in *Drosophila melanogaster*. *Genetics* 173: 1417–1431.
- **El Hajjouji H.. 2007.** Evolution des caractéristiques physico-chimiques, spectroscopiques et écotoxicologiques des effluents d'huileries d'olive au cours de traitements biologique et chimique. Thèse de doctorat. L'institut national polytechnique de Toulous. P:163.
- **Essiari M., Zouhair R. et Chimi H.. 2014.** Contribution à l'étude de la typicité des huiles d'olive vierges produites dans la région de Sais (Maroc). : Journal officiel du Conseil oléicole international N° 119 P :8-22
- **Fabbri A., Lambardi M., Tokatli Y.O. 2009.** Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species. Chapter 12. Olive Breeding
- **Facklam R.. 2002.** What Happened to the Streptococci: Overview of taxonomic and nomenclature changes. *Clinical Microbiology Reviews.* 15: 613-630.
- **FAO.. 2015.** Food and Agriculture Organization (<http://www.fao.org/home/fr/>)

- **FAOSTAT.. 2015.** Food and Agriculture Organization Statistics (<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/F>)
- **FILAHA.2009.** Le trait d'union des opérateurs économiques pour le Renouveau du Monde Agricole et Rural. issn n°1111- 4762.
- **Lambarraa F., Stefanou S., and Gil J.M.. 2015.** The analysis of irreversibility, uncertainty and dynamic technical inefficiency on the investment decision in the Spanish olive sector. *European Review of Agricultural Economics* pp. 1–19
- **García J.M., Cuevas M.V. and Fernández J.E.. 2013.** Production and oil quality in 'Arbequina' olive (*Olea europaea*, L.) trees under two deWcit irrigation strategies. *IrrigSci* (2013) 31:359–370
- **Gérard P.. 2011.** Nutrithérapie, Le microbiote intestinal : composition et fonctions.*Phytothérapie* 9: 72–75
- **Gevers D.. 2002.** Tetracycline resistance in lactic acid bacteria isolated from fermented dry sausages. Thèse Doctorat. Univ. Gent. Fac. Sci. Gent. Belgium.
- **Ghedira K.. 2008.** L'Olivier. *Phytothérapie* 6: 83–89 © Springer.
- **Gigon F. et Le Jeune R.. 2010.** Huile d'olive, *Olea europaea* L.*Phytothérapie* 8: 129–135© Springer-Verlag France.
- **Gordon R., Haynes W. and Pang C.. 1973.** The Genus *Bacillus*. In *Handbook no 427*. Edited by U. S. D. o.Agriculture. Washington, D.C.
- **Grangette C.. 2011.**Nutrithérapie Probiotiques et régulation de la réponse immunitaire : impact sur les maladies allergiques et les maladies inflammatoires intestinales. *Phytothérapie* 9: 93–99.
- **Grattan S.R., Berenguer M.J., Connell J.H., Polito V.S. and Vossen P.M.. 2006.** Olive oil production as influenced by different quantities of applied water. *agricultural water management* 8 5: 1 3 3 – 1 4 0
- **Grattepanche F.. 2005.** Etude d'un système de préfermentation en continu du lait par une culture mixte immobilisée fonctionnelle.Thèse de Doctorat. Université Laval. Québec. P 156.
- **Guentari H.. 2013.** Effets antibactériens des bactéries lactiques isolées à partir des laits crus Algériens sur la croissance de *Helicobacter pylori*. Thèse de doctorat. Université d'Oran Es-Senia.

- **Guessas B.. 2007.** Les potentialités métaboliques des bactéries lactiques isolées du lait cru de chèvre dans le bio-contrôle de *Staphylococcus aureus*. Thèse de Doctorat. Université d'Oran.
- **Guiraud J.P. et Galzy P.. 1980.** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Les éditions de l'usine nouvelle. P 239.
- **Guiraud J.P. et Rosec J.P.. 2004.** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. *AFNOR*. 237-251.
- **Guiraud J.P.. 1998.** Microbiologie alimentaire. 1e Ed., Dunod. Paris. 136-144.
- **Guiraud J.P.. 2003.** Microbiologie Alimentaire. *Tec &Doc, Dunod*. Paris. 90-292.
- **Haddam M., Chimi H., El-Antari A., Zahouily M., Mouhibi R., Zaz A., Ibrahimi M. et Amine A..2014.** Caractérisation physico-chimique et stabilité oxydative des huiles d'olive des variétés Picholine marocaine, Haouzia, Koroneiki et Arbéquine de la région oléicole centrale du Maroc (Chaouia-Ouadigha). *OLIVÆ : Journal officiel du Conseil oléicole international* N° 119. P :23-35.
- **Haddie J.M.. 1986.** Other streptococci. *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 de Magister. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- **Hammes W.P., Weiss N. and Holzapfel W.H.. 1992.** The genera *Lactobacillus* and *Carnobacterium*. *The prokaryotes*. Springer Berlin p: 1534-1593.
- **Hammes W.P. and Hertel C.. 2006.** The Genera *Lactobacillus* and *Carnobacterium*. *The Prokaryotes*. Vol 4.Springer. pp 320–403.
- **Hariri A., Ouis N., Sahnouni F. et Djilali B.. 2009.** Mise en œuvre de la fermentation de certains ferments lactiques dans des milieux a base des extraits de caroube, *Rev. Microbiol. Ind. San et Environn.*, Congrès international BIOMED 1 Marrakech du 2-5 Novembre, p. 37-55.
- **Hassan A.N. and Frank J.F.. 2001.** Starter Cultures and their use. *Applied Dairy Microbiology* (Marth E.H. et Steele J.L.) *2e Ed.*, *Marcel Dekker, Inc.* New York. 151-205.
- **Haston E., Richardson J.E., Stevens P.F., Chase M.W. and Harris D.J.. 2009.** The Linear Angiosperm Phylogeny Group (LAPG) III. *Botanical Journal of the Linnean Society*. **161** : 128–131.

- **Haydersah J.. 2010.** Étude de la fermentation lactique de plantes amylacées tropicales *Potentiel des bacteries lactiques amylolytiques*. Thèse de doctorat .Université des Antilles et de la Guyane.
- **Henry S.. 2003.** L'huile d'olive, son interet nutritionnel, ses utilisations en pharmacie et en cosmétique. Thèse de doctorat en Pharmacie. Université Henri Poincare Nancy 1. P :127
- **Himour S.. 2008.** Etude comparée de régénération de plants par voie végétative en culture in vitro. Mémoire de Magister. Université Mentouri Constantine. P :99
- **Ho T.N.T., Tuan N., Deschamps A. and Caubet R.. 2007.** Isolation and identification of lactic acid bacteria (LAB) of the Nem Chua fermented meat product of Vietnam. *Int. Workshop on FoodSafety and ProcessingTechnology*. 134-142.
- **Hogg T.. 2005.** Essential microbiology. *John Wiley & Sons, Ltd*. 188-190.
- **Hols P., Hancy F., Fontaine L., Grossiord B., Prozzi D., Leblond-Bourget N., Decaris B., Blotin A., Delorme C., Dusko Ehrlich S., Guedon E., Monnet V., Renault P. and Kleerebezem M.. 2005** . new insights in the molecular biology and physiology of *Streptococcus thermophilus* revealed by comparative genomics. *FEMS Microbiology Reviews*. **29** :435-463.
- **Holzapfel W.H., Franz C.M., Ludwig W. and Dicks L.M.T.. 2009.** Genus *Pediococcus*. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology: The firmicutes. Second Edition. Volume Three. Springer.
- **Hugenholtz J., Sybesma W., Groot M. N., Wisselink W., Ladero V., Burgess K., Van Sinderen D., Piard J.C., Eggink G., Smid E. J., Savoy G., Sesma F., Jansen T., Hols P. and KleerebezemL M.. 2002.** Metabolic engineering of lactic acid bacteria for the production of neutraceuticals. *Antonie van Leeuwenhoek* **82**. P 217-235.
- **Hutkins R.W.. 2001.** Metabolism of starter cultures. *Appl. Dairy Microbiol.* 2nd ed. Dekker. 207-241.
- **Idoui T., Boudjerda J., Leghouchi E. and 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.
- **INRA.. 2010.** Rapport d'activité détaillé. (<http://www.univ-guelma.dz/recherche/PNR%20BILANs/Oumedour%20Rabah.pdf>).
- **Iserin P.. 2001.** Larousse Encyclopédie des plantes médicinales.
- **Izquierdo Alegre E.. 2009.** Les proteines bactériennes en tant que biomarqueurs de l'activité probiotique. Thèse de doctorat. Université de Strasbourg.

- **Kadereit W. et Bresinsky A.. 2013.** Systematics and phylogeny. Strasburger's Plant Sciences. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. P 665-1037
- **Kapellakis I.E., Tsagarakis K.P. and Crowther J.C.. 2008.** Olive oil history, production and by-product management. *Rev Environ Sci Biotechnol.* 7:1–26
- **Kempler G.M. and McKay L.L.. 1979.** Characterization of plasmid deoxyribonucleic acid in *Streptococcus lactis* subsp. *diacetylactis*: evidence for plasmid-linked citrate utilization. *Appl. Environ. Microbiol.* 37: 316-323.
- **Kempler G.M, Mc Kay L.L. 1980.** Improved medium for detection of citratefermenting *Streptococcus lactis* subsp *diacetylactis*. *J. Appl. Environ. Microbiol.*, 39, 956-927.
- **Kihal M.. 1996.** Etude de la production du dioxyde de carbone par *Leuconostoc mesenteroides*, éléments d'application en technologie fromagère type fromage bleu. Thèse de Doctorat. Université d'Oran.
- **Kihal M., Prevost H., Lhotte M.E., Huang D.Q. and Divies C.. 1996.** Instability of plasmid-encoded citrate permease in *Leuconostoc*. *J. Appl. Microbiol.* 22, 219-223.
- **Kipnis E., Dessein R., Faure K. et Guery B.. 2012.** Les thérapeutiques anti-infectieuses non antibiotiques. *SRLF Réanimation* 21: 303-316
- **König H. and Fröhlich J.. 2009.** Lactic Acid Bacteria, *Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in wine.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- **Lahtinen S., Ouwehand A.C., Salminen S. and Wright A.V.. 2012.** Lactic Acid Bacteria Microbiological and functional aspects Fourth edition Taylor & Francis Group. Boca Raton London New York
- **Lakhtar H. 2009.** Culture du *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler sur résidus oléicoles en fermentation en milieu solide : Transformation des polyphénols des margines. Thèse de doctorat. Université Paul Cézanne. P :184
- **Lane C. N. and Fox P. F.. 1996.** Contribution of starter and added lactobacilli to proteolysis in Cheddar cheese during ripening. *Int. Dairy J.* 6 : 715-728.
- **Langella P., Nouaille S., Commissaire J., Bolotine A., Gruss A. et Le Loir Y.. 2001.** Characterization of host factors affecting heterologous protein secretion in *Lactococcus lactis*. *Lait* 81, 19-28.
- **Lambarraa F., Stefanou S. and Gil M.J. 2015.** The analysis of irreversibility, uncertainty and dynamic technical inefficiency on the investment decision in the Spanish olive sector. *European Review of Agricultural Economics.* pp. 1–19

- **Larpent J.P. and Larpent G.M.. 1990.** Mémento technique de microbiologie. Lavoisier TecetDoc.Paris .PP471.
- **Larpent-Gourgaut M. , Michaux O. , Larpent J. P. , Desmasures N. , Desmazeaud M. , Mangin I. , Masson F. ,Montel M.C. et Tailliez P.. 1997.** Les ferments lactiques et bactéries apparentées in: in : «Microbiologie alimentaire ». ed. Larpent, Tec. Doc., 1ère Ed., Lavoisier, Paris
- **Leulmi N.. 2011.** La valorisation nutritionnelle des margines et de leur impact sur la réduction de la méthanogénèse ruminale chez l’ovin. Mémoire de Magister en Microbiologie appliquée. Université Mentouri Constantine. P :100
- **Leva A.. 2011.** Innovative protocol for “ex vitro rooting” on olive micropropagation. *Cent. Eur. J. Biol.* • 6(3) • 2011 • 352-358
- **Leveau J.Y. et Bouix M.. 1993.** Microbiologie industrielle : les microorganismes d’intérêt industriel. *Tec &Doc, Lavoisier.* Paris. 85-87.
- **Lynch, C. M., McSweeney, P. L. H., Fox, P. F., Cogan, T. M., Drinan, F. D. 1996.** Manufacture of Cheddar cheese with and without adjunct lactobacilli under controlled microbiological conditions. *Int. Dairy J.* **6** : 851-867.
- **M.A.A « Ministère de l’agriculture Algérien ».. 2005.** Fiche des données statistiques.
- **Mack D.R.. 2013.** Probiotic Therapy. *Pediatric Inflammatory Bowel Disease.*chapter 13.
- **Makhloufi K. M.. 2012.** Caractérisation d’une bactériocine produite par une bactérie lactique *Leuconostoc pseudomesenteroides* isolée du boza. Thèse de doctorat de l’université pierre et marie curie.
- **MAPM « Ministère de l’Agriculture et de la Pêche Maritime ».. 2013.** Veille économique-Secteur oléicole. Note stratégique n°95.
- **Malago J.J., Koninkx J.F.J.G. and Marinsek-Logar J.. 2011.** Probiotic Bacteria and Enteric Infections. Cytoprotection by Probiotic Bacteria. Springer Dordrecht Heidelberg London New York. P: 476
- **Marchal N., Bourdon J. L. et Richard C.L.. 1991.** Les milieux de culture pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries. *Ed. Doin.* P. 65-149.
- **Marteau P. et Camus M.. 2011.** *Phytothérapie clinique* : Probiotiques et maladies inflammatoires cryptogénétiques de l’intestin. *Phytothérapie* 9: 113–116

- **Matamoros S.. 2008.** Caractérisation de bactéries lactiques psychrotrophes en vue de leur utilisation dans la biopréservation des aliments. Étude physiologique et moléculaire des mécanismes d'adaptation au froid. Thèse de doctorat. Université de Nante.
- **Mathot A.G., Kihal M., Prevost H. and Divies C.. 1994.** Selective enumeration of *Leuconostoc* on Vancomycin agar medium. *International Dairy Journal* 4 : 459-469.
- **Matsumoto M. and Benno Y.. 2004.** Consumption of *Bifidobacterium lactis* LKM 512 yogourt reduces gut mutagenicity by increasing gut polyamine contents in healthy adult subjects. *Mutation Research* 568 : 147-153.
- **Mayeux J.V., Sandine W.E. and Elliker P.R.. 1962.** A selective medium for deting *Leuconostoc* in mixed-strain starter cultures. *J. Dairy Science* 45:655-656.
- **Mohan J.S. and Priyadarshan P.M.. 2009.** Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species. Springer-Verlag New York. P: 654
- **Mokdad F.. 2015.** L'olivier, l'arbre fétiche de la Méditerranée. journal algérien Réflexion (<http://www.djazairess.com/fr/reflexion/33498>).
- **Moroni O.. 2007.** Contribution a l'étude du role des probiotiques dans le contrôle et la prévention des infections enteriques à *listeria monocytogenes*: analyse *in vitro* et étude *in vivo* des mécanismes d'action antimicrobien. Thèse de doctorat. Université Laval. P :146
- **Mozzi F., Raya R.R. et Vignolo G.M.. 2010.** Biotechnology of lactic acid bacteria: Novel applications. *Blackwell. Publishing*. 13.
- **Murphy C.. 2014.** Olives: Origins and Development., Institute of Archaeology, University College London, London, UK, C. Smith (ed.), *Encyclopedia of Global Archaeology*.
- **Novel, G.. 1993.** Les bactéries lactiques. Microbiologie industrielle, les Micro-organismes d'intérêt industriel. Leveau, J.Y, Bouix, M., Tech. et Doc. Lavoisier Paris, pp: 170-374.
- **O'Connor S.. 2014.** *Encyclopedia of Global Archaeology*, C. Smith (ed) P: 759
- **Oularbi A.. 2015.** Tizi-Ouzou: La production oléicole en hausse de 50%. Reporters : Quotidien national d'information. (<http://www.reporters.dz/index.php/actualites/region/item/42155-65tizi-ouzou-la-production-oleicole-en-hausse-de-50>).
- **Pacifico L., Osborn J.F., Bonci E., Romaggioli S., Baldini R. and Chiesa C.. 2014.** Probiotics for the treatment of *Helicobacter pylori* infection in children. *World J Gastroenterol* 20(3): 673-683
- **Patrignani F., Lanciotti R., Mathara J. M., Guerzoni M. E. and Holzapfel. W. H.. 2006.** Potential of functional strains, isolated from traditional Maasai milk, as starters for the fermented food. *DairyProducts*. 32-45-01.

- **Pehlivan B. and Yilmaz E.. 2010.** Comparison of Oils Originating from Olive Fruit by Different Production Systems. *J Am Oil Chem Soc* 87:865–875.
- **Penaud S.. 2006.** Analyse de la séquence génomique et étude de l'adaptation à l'acidité de *Lb.delbrueckii*ssp. *Bulgaricus* ATCC 11842. Thèse de Doctorat. Institut National Agronomique de Paris-Grignon.
- **Penner R., Fedorak R.N. and Madsen K.L.. 2005.** Probiotics and nutraceuticals: non medicinal treatments of gastrointestinal diseases. *Current Opinion in Pharmacology* 5: 596-603.
- **Pilet M.F., Magras C. et Federighi M.. 2005.** Bactéries lactiques. In : bactériologie alimentaire (Federighi M.). 2e Ed., *Economica*. Paris. 219-240.
- **Pilet M.F., Magras C. et Federighi M.. 1998.** Bactéries lactiques. In : Manuel de bactériologie alimentaire (Sutra L., Federighi M., Jouve J.L.). *Polytechnica*. Paris. 235-260.
- **Pot B.. 2008.** The taxonomy of lactic acid bacteria. In : Bactéries lactiques de la génétique aux ferments (Corrieu G. et Luquet F.M.). *Tec & Doc, Lavoisier*. Paris.1-106.
- **Pringsulaka O., Thongam N., Suwannasai N., Attakor W., Pothivejkul K. and Rangsiruji A.. 2011.** Partial characterization of bacteriocins produced by lactic acid bacteria isolated from Thai fermented meat and fish products. *Food Control* ,**23**: 547-551.
- **Raynaud S.. 2006.** Régulation métabolique et transcriptionnelle de l'auto acidification chez *Lactococcus lactis*. Thèse de Doctorat. L'institut national des sciences appliquées de Toulouse.
- **Rodríguez P.R., González-Barreiro C., Cancho-Grande B., Simal-Gándara J.. 2014.** Quality of extra virgin olive oils produced in an emerging olive growing area in north-western Spain. *Food Chemistry* 164: 418–426
- **Rosón J.C.A y Fernández Sánchez J.F.. 2009.** El Aceite de Oliva Virgen: Tesoro de Andalucía. Capítulo 1 Ayer y hoy del olivo y de la producción de aceite. Málaga. España.
- **Román R.A, Amorós J. A., Pérez de los Reyes C., García Navarro F. J. et Bravo S.. 2014.** Étude de la teneur en éléments majeurs et en éléments traces dans les feuilles d'olivier. *OLIVÆ : Journal officiel du Conseil oléicole international* N° 119 P :1-7
- **Rugini E., De Pace C., Gutiérrez-Pesce P. and Muleo R.. 2011.** Olea. In: Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Temperate Fruits, Chittaranjan Kole (Ed.) 79-114 Springer.

- **Saad D.. 2009.** Etude des endomycorhizes d la variété Sigoise d'olivier (*Olea europaea* L) et essai de leur application à des boutures semi-ligneuses. Mémoire de Magister. Université d'Oran. P : 98
- **Sachdeva A. and Nagpal J.. 2009.** Effect of fermented milk-based probiotic preparations on *Helicobacter pylori* eradication: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur. J. Gastroenterol. Hepatol.* 21(1):45-53.
- **Säde E.. 2011.** *Leuconostoc* Spoilage of refrigerated, packaged foods. doctoral thesis. University of Helsinki Finland.
- **Saidi N., Guessas B., Bensalah F., Badis A., Hadadji M., Henni D.E., Previst H. et Kihal M.. 2002.** Caractérisation des bactéries lactiques isolées du lait cru de chèvre des régions arides d'Algérie. *Journal Algérien des Régions Arides*. 01: 01-14.
- **Salminen S., Gorbach S., Lee Y.K. and Benno Y.. 2004.** Human studies on probiotics: what is scientifically proven today. In : Lactic acid bacteria: microbiological and functional aspects (Salminen S., Wright A.V. et Ouwehand A.). 3e Ed., Marcel Dekker, Inc. New York. 515-530.
- **Salminen S., Wright A.V. and Ouwehand A.C.. 2004.** Lactic Acid Bacteria Microbiological and functional aspects Third edition Taylor & Francis Group. Boca Raton London New York
- **Samelis J., Maurogenakis F. and Metaxopoulos J.. 1994:** Characterization of lactic acid bacteria isolated from naturally fermented greek dry salami. *Int. J. Food. Microbiol.* 23:179-196.
- **Sutra L. et Federighi M.. 1998.** Manuel de bactériologie alimentaire. Polytechnica (ed).
- **Schleifer K.H., kraus J., Dvorak C., Kilpper-Balz R., Collins M.D. and Fischer R.. 1985.** Transfer of *Streptococcus lactis* and related streptococci to the genus *Lactococcus*. gen. Novsystematic and applied Microbiology. 6, 183-195.
- **Schleifer K.H., 1987.** Recent changes in the taxonomy of lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Letters.* 46 : 201-203.
- **Sidhoum M.. 2011.** Contribution à l'étude pédologique et génétique de quelques variétés de l'olivier dans la wilaya de Tlemcen. Mémoire de Magister. Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen.
- **Sekour B.. 2012.** Phytoprotection de l'huile d'olive vierge (H.O.V) par ajout des plantes végétales (Thym, ail, romarin). Mémoire de magister. Université M'hamed Bouguera Boumerdes. P :127

- **Serdoun Bekri N.. 2013.** détection de *Pseudomonas Savastanoi*, agent causal de la tuberculose de l'olivier, évaluation et comparaison d'une technique d'isolement sur milieux de cultures et d'une technique serologique (immunofluorescence). Mémoire de magister. Université d'Oran Es- Senia. P : 85.
- **Sifoun N.. 2008.** Traitement des effluents des huileries d'olive par oxydation au H₂O₂. Mémoire de magister. Université M'hamed Bouguera Boumerdes. P :154.
- **Stiles M.E. and Holzapfel W.H.. 1997.** Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *Int. J. Food Microbiol.* **36** : 1-29.
- **Streit F., Corrieu G. and Béal C., 2008.** Acidification improves cryo tolerance of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* CF11. *J. Biotechnol.* **128** : 659-667.
- **Streit F.. 2008.** Influence des conditions de récolte et de concentration sur l'état physiologique et la cryotolérance de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* CF11. Thèse de Doctorat. L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech).
- **Strikic F., Bandelj-Mavsar D., Perica S., Cmelik Z., Satovic Z. and Javornik B. .2010.** Genetic variation within the olive (*Olea europaea* L.) cultivar Oblica detected using amplified fragment length polymorphism (AFLP) markers. *African Journal of Biotechnology* Vol. 9(20). Pp: 2880-2883
- **Tailliez P.. 2001** : Mini-revue : les bactéries lactiques, ces êtres vivants apparus il y a près de 3 milliards d'années. *Lait.* **81** : 1–11.
- **Tamime A.Y.. 2002.** Microbiology of starter cultures. In: Dairy microbiology handbook (Robinson R.K.). 3e Ed., John Wiley and Sons, Inc., New York. 261-366.
- **Terzaghi B. E and Sandine W. E., 1975.,** "Improved Medium for Lactic Streptococci and Their bacteriophages," *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 29, No. 6. pp. 807-813.
- **Teuber M. and Geis A.. 2006.** The genus *Lactococcus*. Chapter 1.2.7. The Prokaryotes. Vol 4. Springer, pp 4:205-207.
- **Tong J.L., Ran Z.H., Shen J., Zhang C.X. and Xiao S.D.. 2007.** Meta-analysis: the effect of supplementation with probiotics on eradication rates and adverse events during *Helicobacter pylori* eradication therapy. *Aliment Pharmacol Ther* **25**:155-68.
- **Thomas T.. 1973.** Agar medium for differentiation of *Streptococcus cremoris* from other bacteria. *New Zealand Journal of Dairy Science* **8**: 70-71.
- **Thompson J. et Gentry-Weeks C.R.. 1994.** Métabolisme des sucres par les bactéries lactiques. In : Bactéries lactiques (De Roissart H. et Luquet F.M.). *Lorica, Uriage.* **1** : 239-290.

- **Tosukhowong A., Nakayama J., Mizunoe Y., Sugimoto S., Fukuda D. and Sonomoto K.. 2005.** Reconstitution and function of *Tetragenococcus halophila* chaperonin 60 tetradecamer. *J. Biosci.Bioengin.* **99** : 30-37.
- **Trojanova I., Vlkova E., Rada V. and Marounek M.. 2006.** Different utilization of glucose and raffinose in *Bifidobacterium breve* and *Bifidobacterium animalis*. *Folia Microbiol* 51(4): 320-324.
- **Vandamme P., Pot B., Gillis M., DeVos P., Keresters K. and Swings J.. 1996.** Polyphasic taxonomy, a consensus approach to bacterial systematic. *Microbiol. Rev.* 60 : 407.
- **Veillet S.. 2010.** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation. Thèse de Doctorat. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse. P :160
- **Vizoso Pinto M.G., Franz C.M.A.P., Schillinger U. et Holzapfel W.H.. 2006.** *Lactobacillus* spp. with in vitro probiotic properties from human faeces and traditional fermented products. *Int. J.Food Microbiol* **109** : 205-214.
- Vollmann J. and Rajcan I.. 2009. Oil Crops Breeding and Genetics. in: Handbook of Plant Breeding, vol. 4. Oil Crops, Vollman, J. & Rajcan, J. (eds.), Springer-Verlag, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, pp. 1-30.
- **Waligora-Dupriet A.J., Rodriguez B. et Butel M.J.. 2011.** *Nutrithérapie* : Probiotiques et prévention de l'allergie : quel intérêt ?. *Phytothérapie* 9: 82–92.
- **WGO “World Gastroenterology Organisation”.. 2011.** Global Guidelines . Probiotiques et Prébiotiques.
- **Zarour K.. 2010.** Contribution à l'étude microbiologique et technologique des espèces de *Leuconostoc mesenteroides* isolées de différents écosystèmes. Mémoire de Magister. Université D'Oran Es-Senia.
- **Zhang H. et Cai Y.. 2014.** Lactic Acid Bacteria Fundamentals and Practice. Springer Dordrecht Heidelberg New York London P: 535.

ANNEXES



Milieux de cultures

1. Milieu d'isolement :

-Milieu MRS (Man Rogosa et Sharpe,1960) :

FORMULE – TYPE (pouvant être ajustée de façon à obtenir des performances optimales)

Ce milieu est recommandé pour la croissance des Lactobacilles.

Composants	g/l
Peptone	10g
Extrait de viande	8g
Extrait de levure	4g
Glucose	20g
Acétate de sodium trihydraté	5g
Citrate d'ammonium	2g
Tween 80	1ml
Hydrogénophosphate de potassium	2g
sulfate de magnésium heptahydraté	0,2g
sulfate de manganèse tétrahydraté	0,05g
Agar	

pH= 5.4 et 6,8.

Autoclavage 120°C pendant 20 min

Pour le MRS CaCo₃ on ajoute juste du carbonate de calcium a raison de 0,5g/100ml.

-Milieu M17 AGAR (Terzaghi et Sandine, 1975) :

Ce milieu est recommandé pour la croissance des coques lactiques.

Composant	g/l
Peptone trypsique de caséine	2,5g
Peptone pepsique de viande	2,5g
Peptone papainique de soja	5g
Extrait de levure	2,5g
Extrait de viande	5g
Glycérophosphate de sodium	19g
Sulfate de magnésium, 7 H ₂ O	0,25g
Acide ascorbique	0,5g
Lactose	5g
Agar	15g
Eau distillée	950ml

pH= 7,2. Autoclavage 120°C pendant 20 mn.

-Milieux MSE (Mayeux et al, 1962) :

Ce milieu est recommandé pour la croissance des Leuconostoc

Composant	g/l
Tryptone	10g
Gélatine	2,5g
Extrait de levure	5g
Saccharose	100g
Glucose	5g
Citrate de sodium	1g
Azides de sodium	75mg
Agar	15g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 6,9 ± 0,2.

-Milieu PCA (Plate count agar) :

Composant	g/l
Tryptone	5g
Extrait de levure	2,5g
Glucose	1g
Agar	15g

pH=7. Autoclavage 120°C pendant 20 min

-Eau physiologie :

Composant	g/l
Chlorure de sodium	8,5g
Peptone	0,5g
Eau distillée	950ml

pH=7. Autoclavage 120°C pendant 20min

2- Milieux d'identification

-Bouillon hypersalé :

Composant	g/l
Extrait de viande	5g
Glucose	5g
Peptone	15g
NaCl	40/65g
Eau distillée	1l

Ph=7,2. Autoclavage 120°C peendant 20 min

-Milieu M16BCP (Thomas, 1973)

Composant	g/l
Peptone papinique de soja	5g
Extrait de viande	5g
Extrait de levure	5g
Lactose	2g
Acide ascorbique	0,5g
Acétate de sodium	1,8g
L'arginine	4g
Pourpre de bromocrésol	0,05g
Eau dictillée	1l

pH=6,5. Autoclavage 120°C pendant 20 min

-milieu KMK (Kempler Mc Kay, 1980) :

Composant	g/l
Biopolytone	3g
Glucose	2,5g
Agar	15g
Eau distillée	1l

Ph=6,6. Autoclavage 120°C pendant 15min

Le milieu est réparti à raison de 100 ml par flacon, puis autoclavé 15 minutes à 121°C.

Au moment de l'emploi on ajoute :

1 ml d'une solution aqueuse de ferricyanide de potassium 10 % (p/v)

1 ml d'une solution aqueuse à 2.5 % (p/v) de citrate ferrique et citrate de sodium (p/p)

Ces solutions sont stérilisées par filtration sur filtre millipore 0.22 µm et sont conservées à l'obscurité à 4°C.

-lait écrémé :

Composant	g/l
Lait écrémé en poudre	10g
Extrait de levure	0,5g
Eau distillée	1l

Autoclavage 110°C pendant 10min

-Clark et Lubs :

Composant	G /L
Peptone	5g
Phosphate dipotassique	5g
Glucose	5g
Eau distillée	950ml

Ph=7,4. Autoclavage 120°C pendant 20min

-Milieu Muller Hinton (Muller et Hinton, 1941) :

Composant	g /L
Infusion de viande de bœuf	300ml
Peptone de caséine	17,50g
Amidon de maïs	1,50g
Agar	15g
Eau distillée	1l

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : $7,4 \pm 0,2$.

Autoclavage: 120°C pendant 20 minutes.

-Milieux gélose au sang base :

Mélange spécial de peptones	23g
Amidon	1g
NaCl	5g
Sang frais	50ml
Agar	15g

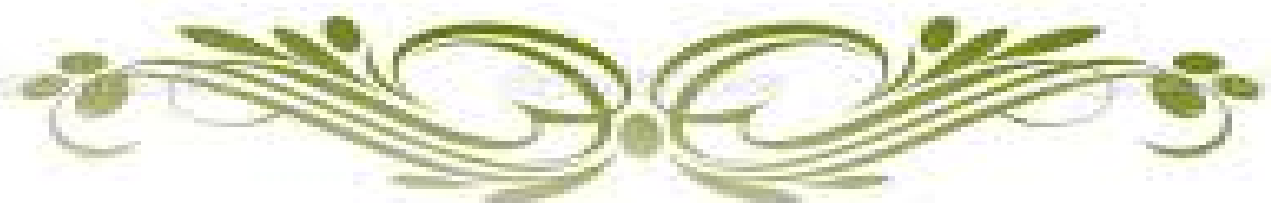
Autoclavage: 120°C pendant 20 minutes.

pH final = 7,3

-Les sucres

Sucre	0.3g
Eau distillée	10ml

Tyndallisation « 70°C pendant 30 minutes à trois reprises »



Résumé

Les produits de fermentation traditionnelle sont de plus en plus utilisés par le consommateur. Cette utilisation est d'une part comme alimentation saine et d'autre part comme produits probiotique voir même pour traiter diverses maladies.

Dans notre travail, on s'est intéressé a un produit fermenté dérivé de l'huile d'olive « Amordj ». Il représente le résidu d'huile d'olive qui forme un dépôt noir (mélange de pulpe et d'huile d'olives) au fond des barils de conservation que les consommateurs ramassent soigneusement et conditionnent dans des bouteilles et consomment régulièrement pour ses vertus apaisantes des douleurs abdominales et régulateur du transit intestinal.

Dix-sept échantillons d'amoredj fermentés issus de la région de GUENZATH, wilaya de BEJAIA ont fait l'objet d'une étude écologique des bactéries lactiques. La survie et la persistance de cette flore a été menée par analyse d'anciens et de nouveaux échantillons (de 2004 à 2014).

439souches de bactéries lactiquesont été isolées sur milieu MRS, M17 et MSE.**241**souches appartiennent au genre*Lactobacillus*,**147**au genre *Leuconostoc* et **51** au genre*Pediococcus*.

Les résultats des tests biochimiques, physiologiques et le profil fermentaire effectuésur des souches isolées et purifiées ont montré la diversité de la flore lactique et nous ont permis d'identifier les espèces suivante : *L. plantarum*, *L. fermentum*, *L. rhamnosus*, *L. brevis*, *L. casei*, *L. curvatus*, *P.acidilactici*etles sous-espèces *Ln.mesenteroidessubsp. mesenteroides* et *Ln. mesenteroidessubsp. dextranicum*.

On a constaté après l'étude écologique qu'au fur et a mesure que l'échantillon vieilli, la flore lactique est de plus en plus constituée de coques (*Leuconostoc* et *Pediococcus*), alors que les échantillons récents contiennent principalement des lactobacilles.

Les résultats de l'évaluation des aptitudes technologiques indiquent que la plupart des souches présentent un bon pouvoir protéolytique, lipolytique, aromatique, texturant et une résistance aux antibiotiques.

On a élaboré un nouveau milieu de culture pour les bactéries lactique à base d'Amoredj et il s'est révélé qu'a une concentration de 10% et avec l'ajout du glucose à 2% et de l'extrait de levure à 1% nos souches poussent le mieux. Avec l'ajout de 10% de saccharose, les leuconostocs produisent du dextrane avec une quantité considérable.

Mots clés : Amoredj; Olives; *Lactobacillus*; *Leuconostoc*; *Pediococcus*; Bactéries Lactiques; Écologie; Protéolyse; Lipolyse; Dextrane.

