



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Larbi Tébessi-Tébessa-

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : des sciences de la nature et de la vie

**MEMOIRE DE MASTER**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Science Biologique

Option : Qualité des produits et sécurité alimentaire

**Thème:**

Isolement et caractérisation des bactéries  
lactiques isolées à partir de différents types de  
viandes rouges

*Présenté par:*

*Melle*

*AOUACHRJA Nozha*

*Hamida*

*Melle*

*MAAMRI*

*Devant le Jury :*

**Dr. TALEB. S**

**Mme. BENHADJ. M**

**Mme. SENOUSSI. A**

**M.C.A Université de Tébessa**

**M.A.A Université de Tébessa**

**M.A.B Université de Tébessa**

**Présidente**

**Promotrice**

**Examinatrice**

**Date de soutenance : 25 mai 2017**

**Année universitaire : 2017/2018**

## ***Au terme de ce travail je remercie***

*Avant tout nous remercions "Allah" tout puissant qui nous a donné le courage, la volonté et la force pour accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.*

\*\*\*\*\*

*Mes reconnaissances vont tout d'abord au Professeur BENHADJ Mabrouka qui m'a honorée en acceptant de diriger ce travail, pour son encadrement rigoureux et méthodique et les compétences dont elle m'a fait bénéficier au long de toutes mes travaux. Je lui adresse également ma gratitude pour son aide précieuse et d'avoir été là pour nous, par ses conseils fructueux, son soutien continu et ses encouragements permanents. Merci de m'avoir guidée avec patience et d'avoir consacré autant d'heures pour les corrections de ce manuscrit.*

\*\*\*\*\*

*J'exprime mon estime et mes remerciements aux membres de jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail en dépit de leurs nombreuses autres obligations, mes sincères remerciements au*

*Professeur TALEB S., qui a bien voulu accepter de présider ce jury. Je tiens à exprimer ma très grande considération au Docteur SENOUSSI A., qui m'a fait l'honneur d'examiner ce mémoire de master et de me faire ainsi bénéficier de leurs compétences et de leurs connaissances.*

\*\*\*\*\*

*Mes très spéciaux remerciements reviennent à madame MOUFIDA et MANNEL et NARGESSE les techniciennes de laboratoires au département de biologie. Faculté des Sciences de la Nature et de Vie à l'université de Tébessa. pour ses disponibilités et ses encouragements.*

*Un grand merci à madame FARHI S Responsable de la spécialité contrôle de qualité au département de biologie. Faculté des Sciences de la Nature et de Vie à l'université de Tébessa pour leur accueil et leur gentillesse.*

*Finalement, je remercie tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.*



*Je dédie ce travail*

*« A ma mère Que ce travail soit pour toi pour ton aide précieuse pendant  
toutes ces années »*

*A mon très cher père qui m'a tout appris, pour toutes les peines et les  
sacrifices qu'il s'est donné pour me voir réussir dans la vie*

*A mes tentes et mes oncles, mes cousins et mes cousines*

*A mes beaux-frères : Rabià, Samir, karim, Salah, Mouàtaz*

*A ma sœur Manar, j'elle aime trop fort*

*A toute la famille AOUACHRIA et sans oublié la famille*

*MAAMRI.*

*A mes chers amis et mes proches : promotion de contrôle de qualités, Souad,  
Maroua et Nawal, Nadia, Nabila, chahra, Rihab et rima, Mohammed,  
lazhar, Salah, mahdi et mabrouk.*

*A Chère à mon cœur et qui a donné un courage à ma vie, ma binôme*

*\* MiDoU\**

*A celui qui était toujours près de moi, Merci pour ton soutien qui me fait une  
main-forte*

*Et à tous ceux qui me sont chères,*

*Je dédie ce travail...*

**Nozha**

*Je dédie ce travail*

*« A ma mère que ce travail soit pour toi pour ton aide précieuse pendant  
toutes ces années »*

*A mon très cher père qui m'a tout appris, pour toutes les peines et les  
sacrifices qu'il s'est donné pour me voir réussir dans la vie*

*A mon grand-mère que dieu protégée pour nous*

*A mes tentes « Tassa et Zahia » et mes oncles, mes cousins et mes cousines*

*A mes beaux-frères : Raouf et Fouad*

*A mes sœurs Hiba, Nounou et Yossra, j'elles aime trop fort*

*A mon petit cousin adoré « Chouaib »*

*A mes chers : Safia, Nina, Bisou, Lamia, Sabi, Khaoula, Aychouche,*

*Mahmoud, Mohamed, Karim et Michou*

*A toute la famille AOUACHRIA*

*A mes chers amis et mes proches : promotion de contrôle de qualités, Rima,  
Souad, Maroua, Nawal, Nadia, Nabila, chahra et Rihab Mohammed, Lazhar,  
Salah, Mahdi, Madjed et Mabrouk.*

*A Chère à mon cœur et qui a donné un courage à ma vie, ma binôme*

*\* Nozha \**

*A celui qui était toujours près de moi, Merci pour ton soutien qui me fait une  
main-forte*

*Et à tous ceux qui me sont chères,*

*Je dédie ce travail...*

**MiDoU**

## **Résumé**

La viande est considérée comme un aliment de choix en raison de sa valeur nutritionnelle. Sa richesse en protéines et la nature de celles-ci en font un aliment indispensable pour une ration alimentaire équilibrée. La viande constitue un terrain très favorable à la plupart des contaminations microbiennes.

Cette microflore de contamination est très hétérogène constituée de microorganismes pathogènes, d'altération et de protection (bactéries lactiques).

Les bactéries lactiques sont présentées depuis longtemps, les propriétés de produire des substances antimicrobiennes utilisées qui peuvent jouer un rôle innégligeable dans la biopréservation de la viande, l'étude a porté sur :

- L'isolement des bactéries lactiques présentées dans différents types de viandes rouges.
- L'étude des caractéristiques phénotypiques : Type fermentaire, croissance en présence de NaCl 3% ,7% et 10%, croissance en pH 3,9, 6.4 et 8 et tests de croissance des différentes températures 5°C, 15°C et 45°C.
- L'identification des bactéries lactiques isolées est réalisée par test biochimique.
- La recherche des propriétés inhibitrices des bactéries lactiques.

Au total 66 souches de bactéries lactiques ont été isolées des viandes étudiées. Les résultats montrent la présence de différents genres : *Leuconostoc* qui est le genre le plus dominant *Lactococcus*, *Entérocooccus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*.

Les bactéries lactiques isolées montrent une activité antagoniste vis-à-vis des bactéries indicatrices (pathogènes et d'altération), cette activité est due aux plusieurs facteurs : acidité, peroxyde d'hydrogène et bactériocines

Grâce à ces activités inhibitrices, les bactéries lactiques, peuvent avoir un rôle important dans la biopréservation des viandes.

Mots clés : viande, bactérie lactique, produits carnés, antagonisme, biopréservation bactériocine.

## Summary

Meat is considered a food of choice because of its nutritional value. Its protein richness and the nature of these make it an indispensable food for a balanced food ration. Meat is a very favorable ground for most microbial contamination.

This microflora of contamination is very heterogeneous and constitutes pathogenic microorganisms, alteration and protection (lactic bacteria).

Lactic bacteria have long been presented, the properties of producing antimicrobials used which can play an insignificant role in the biopreservation of meat, the study has concerns:

- The isolation of lactic bacteria is present in different types of red meats.
- The study of the phenotypic characteristics: fermentation type, growth in the presence of NaCl 3%, 7% and 10%, growth in pH 3.9, 6.4 and 8 and growth tests of the different temperatures 5 ° C, 15 ° C and 45 ° C.
- The identification of isolated lactic bacteria is carried out by biochemical test.
- The search for the inhibitory properties of lactic bacteria.

A total of 66 strains of lactic acid bacteria were isolated from the meat studied. The results show the presence of different genera: *Leuconostoc*, which is the most dominant genus *Lactococcus*, *Entérocooccus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*.

Isolated lactic bacteria show antagonistic activity with respect to indicator bacteria (pathogens and alteration), this activity is due to several factors: acidity, hydrogen peroxide and bacteriocins

Thanks to these inhibitory activities, lactic acid bacteria can have an important role in the biopreservation of meats.

Key words: meat, lactic bacteria, meat products, antagonism, bacteriocin biopreservation.

## تلخيص

يعتبر اللحم الغذاء المفضل بسبب قيمته الغذائية. لأنه غني بالبروتين وطبيعته هذه تجعله من الاغذية لا غنى عنها للحصص الغذائية المتوازنة. اللحم هي ارض مواتيه لمعظم التلوث الجرثومي.

هذه النباتات المجهرية من التلوث غير متجانسة وتشكل الكائنات المجهرية الممرضة والتحوير والحماية (بكتيريا اللاكتيك).

وقد قدمت البكتيريا اللاكتيك منذ فتره طويلة ،خصائص إنتاج مضادات الميكروبات المستخدمة التي يمكن ان تلعب دورا تافها في الحفظ البيولوجي للحوم ، والدراسة تتضمن :

- عزل بكتيريا اللاكتيك موجودة في أنواع مختلفه من اللحم الحمراء.
- دراسة خصائص الفينول: نوع التخمر ، والنمو في وجود الكلوريد 3 % ، 7 % و 10 % ، والنمو في الرقم الهيدروجيني 3.9 ، 6.4 و 8 واختبارات النمو من درجات الحرارة المختلفة 5 درجة مئوية ، 15 درجة مئوية و 45 درجة مئوية.
- يتم التعرف علي البكتيريا المعزولة من اللاكتيك بواسطة اختبار بيوكيميائي.
- البحث عن الخواص المثبطة لبكتيريا اللاكتيك.

وقد تم عزل 66 سلالة من بكتيريا حمض اللاكتيك من اللحم المدروسة. وتظهر النتائج وجود العموميات المختلفة: وهي الأكثر شيوعا ، وهي المكورات العقدية الأكثر جنسا ، والنكثرات ، والمكورات العقدية.

البكتيريا المعزولة اللاكتيك إظهار النشاط المعادي فيما يتعلق بالبكتيريا المؤشرة (مسببات الامراض والتحوير) ، وهذا النشاط يرجع إلى عده عوامل الحموضة ، والهيدروجين بيروكسيد والجراثيم ويفضل هذه الانشطة المثبطة ، يمكن ان يكون لبكتيريا حمض اللاكتيك دور هام في الحفظ البيولوجي من اللحم.

الكلمات الرئيسية: اللحم ، والبكتيريا اللاكتيك ، ومنتجات اللحم ، والعداء ، والجرثومية البيولوجية الحفظ.

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des planches

Liste des tableaux

Introduction

## PARTIE THÉORIQUE

### Chapitre I : Bactéries lactiques

I.1. Historique	5
I.2. Définition	5
I.3. Origine des bactéries lactique	5
I.4. Habitat et caractéristiques des principaux genres	6
I.4.1. <i>Streptococcus</i>	6
I.4.2. <i>Lactococcus</i>	7
I.4.3. <i>Enterococcus</i>	7
I.4.4. <i>Leuconostoc</i>	8
I.4.5. <i>Pediococcus</i>	8
I.4.6. <i>Lactobacillus</i>	8
I.4.7. <i>Bifidobacterium</i>	8
I.4.8. <i>Carnobacterium</i>	9
I.5. Métabolisme des bactéries lactiques	9
I.5.1. Fermentations des glucides	11
I.5.2. Métabolisme du citrate	11
I.5.3. Production d'acétaldéhyde	12
I.6. Intérêts et utilisations des bactéries lactiques	12
I.6.1. Utilisation des bactéries lactiques en tant que probiotiques	12
I.6.2. Bactéries lactiques dans la biopréservation	12
I.6.3. Utilisation industrielle des bactéries lactiques	13
I.6.4. Rôle de bactéries lactiques dans les produits carnés	13
I.7. Bactériocines des bactéries lactiques	14
I.7.1. Définition et caractéristiques principales	14

I.7.1.1. Nature	14
I.7.1.2. Caractéristiques	14
I.7.1.3. Propriétés	15
I.7.2. Classification	15
I.7.3. Mode d'action	15

## Chapitre II : Filière viande

I. Muscle, viande et qualités	18
I.1. Définition de la viande	18
I.2. Structure	18
I.3. Muscle, viande et caractéristiques	18
I.3.1. Caractéristiques biochimiques	19
I.3.1.1. Protéines	19
I.3.1.2. Lipides	20
I.3.1.3. Glucides	20
I.3.1.4. Vitamines	20
I.3.2. Caractéristiques physico-chimiques	20
I.3.2.1. Teneur en eau	20
I.3.2.2. Minéraux	20
I.4. Qualités de la viande	21
I.4.1. Qualités organoleptiques	21
I.4.1. 1. Couleur	21
I.4.1.2. Tendreté	22
I.4.1.3. Flaveur	22
I.4.1.4. Jutosité	23
I.4.1.5. Appréciation globale	23
I.4.2. Qualités nutritionnelles	23
I.4.3. Qualités hygiéniques	23
I.4. Qualités technologiques	24
I.5. Microbiologie de la viande	24
I.5.1. Microflore de la viande	24
I.5.2. Evolution de la microflore et dégradation de la viande	25
I.5.3. Mécanismes d'altérations microbiennes	25
I.5.4. Moyens de réduction de la charge microbienne de la viande	25

II. Méthodes de transformation traditionnelle de la viande	26
II.1. Classification des produits carnés	26
II.2. Techniques de transformation traditionnelle des viandes	27
II.2.1. Viandes salées non séchées	27
II.2.1.1. <i>Balangu</i>	28
II.2.1.2. <i>Tsire (Suya)</i>	28
II.2.2. Viandes fumées	29
II.2.2.1. <i>Banda/ kundi</i>	29
II.2.3. Viandes séchées non fermentées	29
II.2.3.1. <i>Biltong</i>	30
II.2.3.2. <i>Kilishi</i>	30
II.2.3.3. <i>Guadid (Kadid)</i>	30
II.2.4. Viandes fermentées demi- séchées / séchées	31
II.2.4.1. <i>Pastirma</i>	31
II.2.4.2. <i>Sucuk/ Soudjouk</i>	32
II.2.5. Viandes cuites ou confites dans la graisse	33
II.2.5.1. <i>Mkila</i>	33
II.2.5.2. Ban-Shems	34
III. Aspect économique	34
III.1. Production des viandes rouges dans le monde	34
III.2. Consommation des viandes rouges dans le monde	34
III.3. Production des viandes rouges en Algérie	35
III.4. Consommation des viandes rouges en Algérie	36
Partie pratique	
I. Matériels et méthodes	38
I.1. Echantillonnage	38
I.2. Enrichissement	41
I.3. Isolement des bactéries lactiques	42
I.4. Purification	43
I.5. Pré identification des bactéries lactiques isolées	44
I.5.1. Tests phénotypiques	44
I.5.2. Conservation des isolats	44
I.6. Identification des bactéries lactiques	45

I.6.1. Tests physiologiques	45
I.6.2. Mise en évidence de l'activité inhibitrice des bactéries lactiques	45
I.6.2.1. Activité antagoniste	46
I.6.3. Identification par le système API 50 CHL	47
II. Résultats et discussions	49
II.1. Isolement des bactéries lactiques	49
II.2. Pré-identification des souches	50
II.2.1. Caractère morphologique	50
II.2.1.1. Etude macroscopique	50
II.2.1.2. Test de catalase	55
II.2.1.3. Etude microscopique	55
II.3. Identification des souches lactiques	60
II.3.1. Testes physiologiques	60
II.3.1.1. Croissance à différentes températures 5, 15 et 45°C	60
II.3.1.2. Croissance en présence de différentes concentrations de NaCl	61
II.3.1.3. Croissance à pH 3,9, 6,4 et 8	61
II.3.1.4. Type fermentaire	62
II.3.2. Tests biochimiques	67
II.3.2.1. Activité antagoniste	67
II.3.2.1.1. Activité antagoniste de souches vis-à-vis d' <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	67
II.3.2.1.2. Activité antagoniste de souches vis-à-vis de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293	68
II.3.2.1.3. Activité antagoniste de souches vis-à-vis de <i>Micrococcus luteus</i> ATCC 1790	70
II.3.2.1.4. Activité antagoniste de souches vis-à-vis de <i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	71
II.3.2.2. Propriétés inhibitrices des bactéries lactiques selon le mode d'action	73
II.3.2.3. Profil fermentaire sur galerie API 50 CHL	75
Conclusion	80
Référence bibliographique	
Annexe	

*Liste des abréviations*

<b>ADN</b>	Acide désoxyribonucléique
<b>ARN</b>	Acide Ribonucléique
<b>ATCC</b>	American Type Culture Collection
<b>ATP</b>	Adénosine Triphosphate
<b>BL</b>	Bactérie lactique
<b>C4</b>	Composé à 4 atomes de carbone
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de Carbone
<b>C</b>	Degré Celsius
<b>cm</b>	centimètre
<b>FAO</b>	<i>Food and Agriculture Organization</i>
<b>g</b>	gramme
<b>GC</b>	Guanine Cytosine
<b>h</b>	heur
<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	Peroxyde d'Hydrogène
<b>ISO</b>	Organisation internationale de normalisation
<b>l</b>	litre
<b>min</b>	minute
<b>mm</b>	millimètre
<b>NaCl</b>	Chlorure de sodium
<b>NAD<sup>+</sup>/NADH, H<sup>+</sup></b>	Couple oxydant/réducteur du Nicotinamide Adénine dinucléotide
<b>NaOH</b>	Hydroxyde de sodium
<b>P</b>	Phosphore
<b>PFGE</b>	Pulsed Field Gel Electrophoresis
<b>PEP-PTS</b>	Système dépendant de PhosphoEnolPyruvate- PhosphatoTransferase
<b>pH</b>	potentiel Hydrogène
<b>p/v</b>	poids par volume
<b>REP-PCR</b>	Repétitive Extragénic palindromique–Polymerase Chain Reaction
<b>US</b>	United States
<b>USA</b>	United States of America

<b>V</b>	Volume
<b>%</b>	pourcentage
<b>µm</b>	micromètre
<b>µg</b>	microgramme.

## Liste des figures

N	Titre	Page
1	Métabolisme du lactose et du citrate par les bactéries lactiques	10
2	Synthèse de la classification des produits carnés selon les techniques de transformation.	27
3	Diagramme de préparation de <i>Tsire</i>	28
4	Diagramme de préparation de <i>Sucuk/ Soudjouk</i>	33
5	Représentation des boîtes d'isolement sur milieu MRS et M17	50
6	Photo représente l'aspect macroscopique des colonies de bactéries lactiques sur milieu MRS liquide.	55
7	Représentation graphique de la forme des bactéries lactiques isolées	60
8	Répartition des cinq genres de bactéries lactiques	62
9	Type fermentaire sur milieu MRS liquide glucosé contenant la cloche de durham.	62
10	Répartition des souches homofermentaires et hétérofermentaires.	63
11	Diamètre d'inhibition en mm des souches lactique vis-à-vis d' <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922.	67
12	Représentation graphique des résultats des tests d'inhibition par les bactéries lactiques.	74
13	Résultat du profil fermentaire de la souche <i>Lactococcus lactis ssp lactis</i> 01 sur la galerie API 50 CHL après 48h d'incubation.	76
14	Résultat du profil fermentaire de la souche <i>Leuconostoc lactis</i> sur la galerie API 50 CHL après 48h d'incubation.	77

*Liste des planches*

N	Titre	Page
1	Les différents types de viande rouge utilisées.	38
2	Préparation de la suspension mère.	41
3	Incubation dans une jarre d'anaérobiose.	43
4	Représentation de l'aspect macroscopique des colonies de bactérie lactique sur milieu MRS et M17 solide.	51
5	Représentation de l'observation au microscope optique (x100) des bactéries lactiques après coloration de Gram.	56
6	Inhibition obtenue par les souches VF2.13, VHC1.5 et VF1.1 vis-à-vis E. coli.	67
7	Inhibition des souches VF2.13, VHC1.5, VF1.1 et VHC2.16 par <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293.	69
8	Inhibition des souches lactiques vis-à-vis de <i>Micrococcus luteus</i> ATCC 1790	70
9	Inhibition des souches lactiques vis-à-vis de <i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	72

*Liste des tableaux*

N	Titre	Page
1	Composition biochimique moyenne de la viande rouge	19
2	Consommation des viandes rouges dans le monde en 2000 et 2009	35
3	Caractérisation de différents échantillons de la viande rouge	39
4	Résultats de l'aspect macroscopiques des bactéries lactiques isolées	52
5	Résultats de l'aspect microscopique des bactéries lactiques isolées	57
6	Résultats des tests physiologiques des bactéries lactiques	64
7	Mesure du diamètre de zone inhibition des souches lactique en présence d' <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	68
8	Mesure le diamètre de zone inhibition des souches lactique en présence de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293.	69
9	Mesure le diamètre de zone inhibition des souches lactique en présence de <i>Micrococcus luteus</i> ATCC 1790	71
10	Mesure le diamètre de zone inhibition des souches lactique en présence de <i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	73

# *Introduction*

On appelle viande la chair des animaux dont on a coutume de se nourrir. On inclut dans ce groupe la chair des mammifères, des oiseaux et quelques fois des poissons. Les viandes possèdent une valeur nutritionnelle très élevée car elles sont constituées de protéines digestes, riches en acides aminés indispensables. C'est aussi une bonne source de fer et de vitamines hydrosolubles. .

Dans la fabrication de produits carnés fermentés, la fermentation est due au développement de bactéries, appelées bactéries lactiques, qui sont présentes en grand nombre et empêchent le développement d'autres espèces. Parmi les bactéries utilisées pour la fermentation de la viande, *Lactobacillus sakei* est majoritairement utilisée en Europe, Parmi les bactéries présentes sur la viande on peut trouver :

- Des bactéries pathogènes (*Listeria monocytogenes*, certaines formes d'*Escherichia coli*...) qui sont à proscrire car dangereuses pour l'homme.
- Des bactéries d'altération (*Brochothrix thermosphacta*, *Pseudomonas fragi* par exemple) qui sont à éviter car si elles ne présentent pas de danger pour la santé (perte de la qualité organoleptique).
- des bactéries lactiques, observées sur les produits carnés, qui existent aussi dans les produits laitiers, des produits végétaux.

Les bactéries lactiques sont des microorganismes de catégorie alimentaire d'ailleurs largement utilisées dans la fermentation des matières premières animales et végétales et dans la fabrication de produits fermentés entrant depuis longtemps dans la nourriture de l'homme (les poissons fermentés, les saucissons secs, les yaourts et fromages, la choucroute, représentent les produits les plus courants saumurage des légumes, boulangerie, fabrication du vin, des viandes et des salaisons, etc. Elles appartiennent à divers genres comme *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Aerococcus*, *Alloicoccus* et *Carnobacterium*.

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

Cette biopréservation est conférée par la production de plusieurs métabolites ayant une activité antimicrobienne tels que les acides organiques, le peroxyde d'hydrogène, le dioxyde de carbone, la reutérine, le diacétyl et les bactériocines (Dortu et Thonart, 2009; Moraes et al., 2010 ).

Malgré la disponibilité de plusieurs techniques de conservation fiables et adéquates (ex. réfrigération, congélation, stérilisation, séchage, préservation, etc.). La contamination et la

détérioration des produits alimentaires par les micro-organismes n'est pas encore sous contrôle. Par ailleurs, les consommateurs refusent de plus en plus les aliments préparés avec des agents conservateurs d'origine chimique.

L'isolement et la sélection des microorganismes de leurs milieux naturels sont parmi les méthodes les plus employées par les microbiologistes pour l'obtention de nouvelles souches plus performantes destinées à des fins industrielles (Béal *et al.*, 2008).

Ces substances antimicrobiennes ont la capacité de cibler sélectivement les bactéries pathogènes ou altérantes, sans pour autant inhiber les bactéries indispensables (Dortu et Thonart, 2009).

Dans le présent travail, nous avons isolés et identifiés des bactéries lactiques des viandes rouges afin de tester leur pouvoir acidifiant, leur effet bactéricide et de rechercher la nature des substances inhibitrices pour déterminer leurs propriétés antagonistes. Cette étude a été effectuée au niveau de laboratoire de microbiologie et a porté sur les parties suivantes :

- Isolement des bactéries lactiques à partir de différents types de viande rouges.
- Identification des souches des bactéries isolées.
- Mise en évidence de l'activité antibactérienne des bactéries.
- Identification par API 50CHL des souches qui possèdent un effet inhibiteur le plus élevé.

# *Partie théorique*

# *Chapitre I*

## **I.1. Historique**

Les bactéries lactiques sont de très anciens et sont apparues avant les cyanobactéries, il y a près de trois milliards d'années (Tailliez, 2001).

De nos jours les bactéries lactiques représentent le deuxième plus grand marché de production de biomasse, après les levures. Principalement utilisées lors d'application 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. Définition**

Les bactéries lactiques sont définies comme un groupe omniprésent et hétérogène mais une caractéristique commune permet cependant de les unifier en un seul et vaste groupe : leur capacité à fermenter les hydrates de carbone en acide lactique (Dellaglio *et al.*, 1994). Elles partagent en outre, un certain nombre de caractéristiques communes, qui forment la base de leur classification. Ce sont des bactéries vivantes, hétérotrophes, à Gram positif, asporulées, anaérobies mais aérotolérantes, apigmentées, immobiles, oxydase et catalase négatives.

Sur la base des caractéristiques de fermentation, les bactéries lactiques sont homofermentaire ou hétérofermentaire (Dortu, 2008), et tolèrent des pH acides. Cette dernière propriété est utilisée en agroalimentaire pour acidifier le milieu et empêcher le développement des bactéries pathogènes et d'altérations (Nielsen *et al.*, 2008).

Les bactéries lactiques ont des exigences nutritionnelles complexes pour les acides aminés, les peptides, les vitamines, les sels, les acides gras et les sucres fermentescibles (Dellaglio *et al.*, 1994).

## **I.3. Origine des bactéries lactiques**

Les bactéries lactiques ont été retrouvées dans des sédiments datant de 2,75 milliards d'années bien avant l'apparition d'oxygène dans l'atmosphère, ce qui pourrait expliquer leur caractère anaérobie (Quiberoni *et al.*, 2001). De plus, des études sur la phylogénie bactérienne mentionnent leur apparition avant celle des cyanobactéries (Quiberoni *et al.*, 2001). D'autres études montrent que certaines bactéries lactiques, comme *Lactobacillus lactis*, sont en voie d'acquiescence d'une chaîne respiratoire (Duwat *et al.*, 2001). Elles ont été isolées à partir de nombreux milieux naturels (végétaux, animaux et humains).

#### **I.4. Habitat et caractéristiques des principaux genres**

Les bactéries lactiques sont très abondantes dans la nature. Elles se trouvent généralement associées à des aliments riches en sucres simples. Elles peuvent être isolées du lait, du fromage, de la viande, de végétaux ou des alimentsensemencés par les végétaux. Elles se développent avec la levure dans le vin, la bière et le pain. Quelques espèces colonisent le tube digestif de l'homme et des animaux (Hadef, 2012).

Les bactéries lactiques constituent l'un des groupes incontournables de la microbiologie alimentaire. Connues depuis longtemps pour leur capacité de fermentation lactique associée à de nombreux aliments fermentés (yaourts, saucissons, choucroute ...etc), leur participation à l'acquisition de propriétés nutritionnelles ou de la qualité sanitaire de l'aliment est plus récemment utilisée. Elles sont à ce titre généralement classées dans les flores technologiques, ce qui ne doit cependant pas occulter leur implication dans les phénomènes d'altérations de certaines catégories de denrées alimentaires (Federighi, 2005).

Le groupe des bactéries lactiques a été défini par Orla-Jensen (1919) et réunit plusieurs genres caractérisés par leur capacité à fermenter les glucides en produisant de l'acide lactique. Ce sont des coques ou bâtonnets Gram positif, généralement immobiles et non sporulés. Il existe d'autres bactéries produisant de l'acide lactique mais qui ne sont pas considérées comme faisant partie du groupe des bactéries lactiques. C'est le cas, par exemple, de *Bacillus* et *Sporolactobacillus* qui sont des bactéries Gram positifs sporulées (Axelsson, 2004).

Les bactéries lactiques sont très fréquentes dans la nature, sur la peau, dans le système digestif, la muqueuse vaginale où elles accomplissent de nombreuses fonctions. Elles créent surtout un environnement aux bactéries hostile pathogènes. Elles survivent dans un milieu à faible activité d'eau, et résistent à l'éthanol (10 – 15 % éthanol) et au CO<sub>2</sub>.

En général, les bactéries lactiques ont des besoins complexes en facteurs de croissance tels que vitamine B, acides aminés, peptides, bases puriques et pyrimidiques (Nielsen *et al.*, 2008 ; Sachindra *et al.*, 2005).

Les principaux genres de bactéries lactiques sont : *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Aerococcus*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Carnobacterium*, *Tetragenococcus*, *Oenococcus*, *Vagococcus* et *Weissella* (Horvath *et al.*, 2009).

##### **I.4.1. *Streptococcus***

Les cellules de ce genre sont immobiles, sphériques ou ovoïdes qui ont un diamètre inférieur à 2µm avec une disposition en paires ou en chaînes longues. La formation de chaîne est plus clairement observée dans des cultures liquides, et il est difficile de distinguer ce genre des *Enterococcus*, *Leuconostoc* et *Lactococcus* sur une base morphologique (Wijtzes *et al.*, 1997).

La seule espèce utilisée en technologie alimentaire est *Streptococcus thermophilus* (Hols *et al.*, 2005), elle est isolée du lait pasteurisé, et des levains artisanaux (Stiles et Holzapfel, 1997). Sa température optimale de croissance est d'environ 42°C. Cependant, elle est incapable de croître à des valeurs de pH supérieures à 9,6, à une concentration égale ou supérieure à 4% (p/v) de NaCl et en présence de 0,1% (p/v) de bleu de méthylène. Cette espèce produit de l'acide lactique uniquement à partir de quelques sucres (fructose, glucose, mannose, lactose et saccharose) (Klaenhammer *et al.*, 2005) et de l'acétaldéhyde à partir de certains acides aminés comme la thréonine issue de la protéolyse (de Roissart et Luque., 1994). Suite à une vaste révision taxonomique de *Streptococcus* et la découverte de nouvelles espèces, il comporte plus de 100 espèces et sous-espèces dont le contenu en guanine et cytosine est compris entre 35 et 46% (Zhang *et al.*, 2013)

#### **I.4.2. *Lactococcus***

Les espèces de ce genre sont également isolées des végétaux et des produits laitiers (lait cru, lait fermenté, beurre, fromage) (Bachmann *et al.*, 2012). La morphologie cellulaire commune des lactocoques est ovoïde ou sphérique de diamètre de 0,5-1,0µm et associées en paires ou en chaînettes. Ils se développent habituellement dans la gamme de température 10-40°C, bien que certaines espèces puissent se développer à des températures aussi basses que 7°C après une incubation prolongée de 10 à 14 jours. Les cultures se développent dans 4% (p/v) de NaCl. Cependant, *Lactococcus lactis* subsp. *Cremoris* tolère seulement 2% (p/v) de NaCl mais ne pousse pas à pH 4,5 (Sakala *et al.*, 2002). *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* possède un plasmide encodant la dégradation du citrate en diacétyle, molécule aromatique responsable de l'arôme du beurre.

#### **I.4.3. *Enterococcus***

Les entérocoques sont présents naturellement dans les eaux usées, eau douce, eau de mer, sur les végétaux, le lait et les produits laitiers, les produits carnés et les produits de la pêche (Devriese *et al.*, 2002 ; Foulquie *et al.*, 2006). Ce genre forme des coques qui se présentent de manière isolé, en paires, en chaînettes ou en amas et leur morphologie peut varier selon les conditions de culture (Devriese *et al.*, 2002). Par ailleurs, il est caractérisé

par ses capacités à croître à des valeurs de pH élevées, de résister à l'acidité, et de se développer en présence de concentrations salines élevées (Ruiz et *al.*, 2008).

#### **I.4.4. *Leuconostoc***

Les espèces de ce genre sont isolées des viandes stockées, des végétaux, des produits laitiers fermentés et des vins (Thunell, 1995). Elles forment des cellules sphériques, souvent allongées, et disposées en paires ou en chaînes (Tanigawa et Watanabe, 2011). Leur métabolisme est de type hétérofermentaire avec production d'acide lactique, de CO<sub>2</sub> et d'éthanol. La croissance est optimale entre 25°C et 30°C. Le développement des *Leuconostoc* entraîne, souvent, l'apparition d'une viscosité dans le milieu (Guiraud, 2003)

#### **I.4.5. *Pediococcus***

Les *Pediococcus* sont des coques homofermentaires dont la particularité est le regroupement en tétrade. Ils sont mésophiles, le plus souvent incapable d'utiliser le lactose, et leur développement nécessite la présence de divers facteurs de croissance. Certaines espèces se distinguent par leur capacité à se développer à des teneurs en sels très élevées, comme *Pediococcus halophilus*, renommé *Tetragenococcus halophilus* et *Tetragenococcus muriaticus* qui tolère jusqu'à 18% de NaCl (Pilet et *al.*, 2005). Selon les espèces, la température optimale de croissance varie de 25°C à 40°C. Ce genre possède, généralement, une faible activité protéolytique, et est incapable d'utiliser le lactose, et de coaguler le lait (Renouf et *al.*, 2006). Le métabolisme des glucides est de type homofermentaires (Holzapfel et *al.*, 2009).

#### **I.4.6. *Lactobacillus***

Les lactobacilles sont souvent associés au tractus gastro-intestinal des mammifères ainsi qu'aux végétaux. Beaucoup d'espèces sont utilisées en tant que probiotiques pour la santé animale ou humaine (Hammes et Hertel, 2009; Lysiane, 2012). Il s'agit de bacille généralement allongé, parfois groupés en paires et en chaînes. Il regroupe des espèces homolactique et hétérolactique produisent des acides volatils, de l'éthanol et du CO<sub>2</sub> en plus de l'acide lactique (Guiraud, 2003). Des membres de ce genre sont également, capables de croître à des valeurs de pH entre 3,0 et 8,0 et sur une gamme de température allant de 2°C à 53°C et dont l'optimum est compris entre 30°C et 40°C et pour un pH de 5,5 à 6,2 (Salvetti et *al.*, 2012).

#### **I.4.7. *Bifidobacterium***

Ce genre est ajouté aux bactéries lactiques à cause de la similarité de ses propriétés physiologiques et biochimiques, à sa présence dans le même habitat écologique tel que le tube gastro-intestinal que les bactéries lactiques. Il est également utilisé en industrie

laitière. Cependant phylogénétiquement, ce genre est éloigné des bactéries lactiques. Les bifidobactéries sont des bâtonnets, à Gram positif, asporulés, immobiles, de formes variées, légèrement incurvées et en forme de massue ; elles sont souvent ramifiées (Felis et *al.*, 2007). Les bâtonnets peuvent être isolés, en amas ou en paires de formes V. La température de croissance varie de 36°C à 43°C (Ho et *al.*, 2007).

Toutes les espèces du genre *Bifidobacterium* utilisent une voie particulière métabolique (le shunt bifide) pour la dégradation des hexoses qui diffère de celle des autres genres de bactéries lactiques (Felis et Dellaglio, 2007).

*Bifidobacterium* est présent naturellement dans l'intestin qu'il colonise durant la première semaine après la naissance (Ishibashi et *al.*, 1997). Il représente environ 95% du microbiote de l'enfant et 3% de l'adulte. On a dénombré environ 30 espèces de *Bifidobacterium* dont certaines sont considérées comme probiotiques (Trebichavsky et *al.*, 2009). Leur présence entraînerait une protection contre les agents infectieux au niveau intestinal grâce à la présence d'un facteur bifidogène (Sondergaard, 2005).

#### **I.4.8. *Carnobacterium***

Le genre *Carnobacterium* a été proposé en 1987 par Collins et ses collaborateurs pour classer les souches ressemblant à *Lactobacillus* (Carr et *al.*, 2002). On retrouve cette bactérie essentiellement dans les produits carnés, les produits de la mer et dans les produits laitiers (Gonzalez-Rodriguez et *al.*, 2002 ; Sakala et *al.*, 2002 ; Dalgaard et *al.*, 2003). Ce genre est constitué de bacilles minces, droits ou légèrement incurvés, se présentant de manière isolée ou groupée par deux (formant un V caractéristique) ou parfois en chaînettes, mobiles ou immobiles, et à métabolisme hétérofermentaire (Carr et *al.*, 2002). Il est incapable de croître en présence de 8% (p/v) de NaCl et à 45°C, mais donne des colonies visibles à 10°C et parfois à 0°C. Sa température optimale de croissance varie de 23°C à 30°C et son pH optimum de 6,0 à 7,4. Son comportement vis-à-vis de l'oxygène est anaérobie ou aérotoleérant (Edima, 2007).

#### **I.5. Métabolisme des bactéries lactiques**

Les bactéries lactiques sont auxotrophes mais leur besoin en acides aminés est très variable entre les espèces et parfois entre les souches de la même espèce (Lysiane., 2012). Cependant, elles sont capables de fermenter des sucres en acides lactiques (Loubiere et Coccagn, 2009). Les sucres peuvent être des monosaccharides tels que les hexoses (glucose, galactose), des pentoses (xylose, ribose, arabinose), des sucres alcools (mannitol, sorbitol, xylitol) ou des dissaccharides (lactose, saccharose, cellobiose, maltose, tréhalose) (Loubiere et Coccagn, 2009). La fermentation, conduit généralement à une gamme de

produits, qui comprennent principalement les acides organiques, l'alcool, et le dioxyde de carbone. Ces métabolites assurent un effet de conservation en inhibant la croissance de la microflore pathogène. En outre, d'autres métabolites peuvent être produits qui améliore la qualité des produits fermentés, tels que le diacétyl et l'acétaldéhyde, ainsi que des composés qui peuvent avoir des conséquences positives sur la santé tels que des vitamines, des antioxydants et des peptides bioactive (De Vos, 1996). La figure 1 présente le métabolisme de lactose et du citrate par les bactéries lactiques (Cocaign *et al.*, 1996).

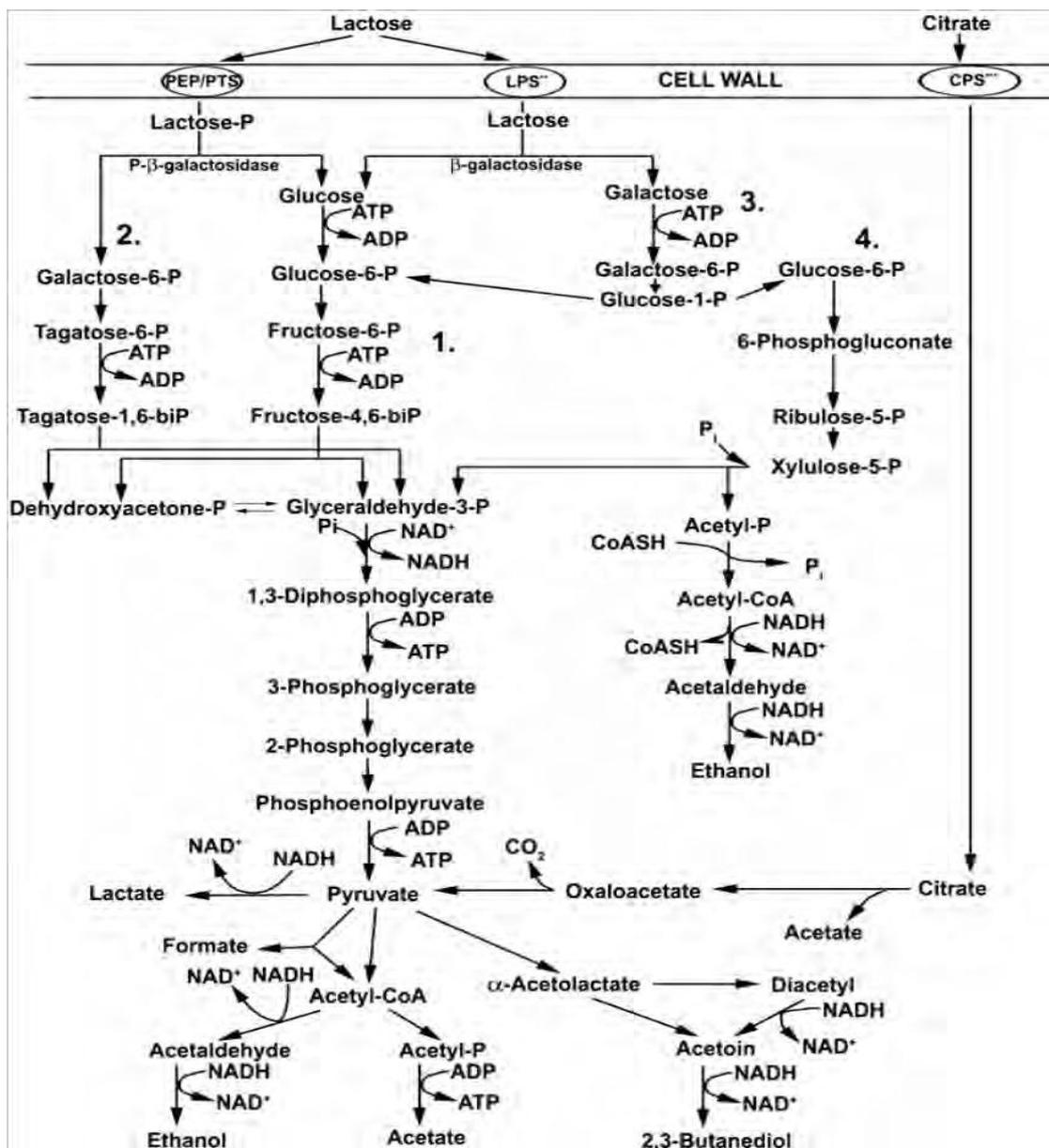


Figure 1 : Métabolisme du lactose et du citrate par les bactéries lactiques

(1) voie d'Embden-Meyerhof-Parnas (glycolyse) ; (2) voie de tagatose; (3) voie de Leloir ; (4) voie phosphocétolase (Cocaign *et al.*, 1996, cité par Vasiljevic et Shah., 2007).

\*PEP-PTS : système dépendant de phosphoenolpyruvate-phosphotransférase

\*\* LPS : lactose perméase, \*\*\* CPS : le citrate perméase

### I.5.1. Fermentations des glucides

Les bactéries lactiques utilisent la fermentation lactique selon deux voies pour dégrader les glucides (figure 1).

➤ **La voie homofermentaire :** regroupe la voie de la glycolyse, aussi connue sous le nom de voie d'Embden-Meyerhof (Parnas), suivie de la conversion de 2 molécules de pyruvate en 2 molécules de lactate. Elle est surtout utilisée par les bactéries appartenant aux genres *Streptococcus* et certaines espèces de *Lactobacillus* comme *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus caucasicus*, *Lactobacillus lactis* et *Lactobacillus plantarum* et par *Thermobacterium yoghurti* (Makhloufi, 2011).

➤ **La voie hétérofermentaire :** communément appelée voie des pentoses phosphate (transcétolases) se produit chez les espèces appartenant à *Lactobacillus*, telles que *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus fermenti* et chez *Leuconostoc*, telles que *Leuconostoc mesenteroides* et *Leuconostoc pentosaceus*. Ces bactéries dégradent les hexoses avec formation quasi stoechiométrique d'une molécule d'acide lactique, d'une molécule de CO<sub>2</sub> et d'une molécule d'éthanol. Les sucres à cinq atomes de carbone ou pentoses, peuvent parfois être fermentés et donnent alors une molécule d'éthanol et une molécule d'acide lactique.

Outre ces produits, qui représentent plus de 80% des métabolites obtenus, on obtient également de l'acide acétique et du glycérol.

Il existe d'autres types de fermentations telles que la fermentation malolactique, moins connue, qui est principalement utilisée par *Oenococcus oeni* pour la désacidification du vin.

La fermentation malolactique commence après la fermentation alcoolique et consiste en la conversion de l'acide malique en acide lactique avec dégagement de CO<sub>2</sub> (Makhloufi, 2011).

### I.5.2. Métabolisme du citrate

Les homofermentative, *Lactococcus lactis ssp. biovar lactis diacetylactis* et les leuconostocs hétérofermentaires, y compris les souches de *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris*, sont capable de métaboliser le citrate. Il n'est pas utilisé comme une source d'énergie, son métabolisme est effectué uniquement en présence d'un sucre fermentescible comme le lactose. Les principaux métabolites résultant du métabolisme du citrate sont : l'acide acétique, CO<sub>2</sub>, et "les produits de C4", y compris le diacétyle, responsable de la saveur dans plusieurs produits laitiers (Walstra et al., 1999). Les souches de *Streptococcus*

*thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* ne peuvent pas métaboliser le citrate, par conséquent, le diacétyle et l'acétoïne doivent être formé à partir du pyruvate produit durant le métabolisme du sucre (Walstra et al., 1999).

### **I.5.3. Production d'acétaldéhyde**

L'acétaldéhyde est un composant important de l'arôme des produits fermentés. Il est, principalement, produit par des bactéries lactiques qui ne possèdent pas l'alcool déshydrogénase. Ces bactéries ne peuvent pas réduire l'acétaldéhyde formé à partir de l'éthanol. Des exemples de bactéries productrices d'acétaldéhyde ; *Lactococcus lactis* ssp. biovar *lactis diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus*, et *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* (Walstra et al., 1999).

## **I.6. Intérêts et utilisations des bactéries lactiques**

Les bactéries lactiques sont utilisées dans plusieurs secteurs d'activités, notamment dans le domaine de l'agriculture, de la santé et de l'industrie agroalimentaire. Dans le dernier secteur, elles sont responsables du développement des caractéristiques organoleptiques et de l'augmentation de la durée de conservation des aliments (Stiles et Holzappel, 1997).

### **I.6.1. Utilisation des bactéries lactiques en tant que probiotiques**

Des propriétés probiotiques sont attribuées à de nombreuses souches appartenant aux genres *Lactobacillus*, *Enterococcus* et *Bifidobacterium* (Shah, 2007). Les effets bénéfiques sur la santé de l'hôte, associés aux probiotiques incluent des activités antimicrobiennes, des propriétés antimutagènes et anticarcinogènes.

Les bactéries lactiques produisent également des enzymes comme la lactase impliquée dans le soulagement des symptômes associés à une intolérance au lactose. Elles sont responsables de la réduction du cholestérol (Shah, 2007), de la stimulation du système immunitaire et de la réduction d'allergies chez les sujets à risques (Kalliomaki et al., 2001 ; Savilahti et al., 2008 ; Gorbeyre et al., 2011).

### **I.6.2. Bactéries lactiques dans la biopréservation**

La biopréservation consiste à ajouter sur un aliment un ou des microorganismes et/ou leurs métabolites, sélectionnés pour leurs capacités à inhiber le développement des microorganismes indésirables, afin d'augmenter les durée de vie des denrées alimentaires et/ou de limiter la croissance des germes pathogènes. Ce concept s'inscrit dans l'utilisation des technologies de barrière, en complément d'autres méthodes de conservation comme la réfrigération, la conservation sous vide ou sous atmosphère modifiée, etc. (Pilet et al., 2009).

La technologie de biopréservation utilisant des bactéries lactiques inhibitrices constitue un outil supplémentaire au service des industriels qui peut contribuer à l'amélioration de la qualité et de la sécurité microbiologique. Elle constitue une alternative pour la conservation des produits réfrigérés qui ont une durée de conservation de plusieurs jours à plusieurs semaines.

### **I.6.3. Utilisation industrielle des bactéries lactiques**

Les bactéries lactiques font partie de l'alimentation humaine depuis l'antiquité. Elles participent à la fermentation de nombreux aliments d'où changement de la saveur de l'aliment et de sa texture. D'autre part, les bactéries lactiques produisent des peptides et des molécules comme l'acétoïne, l'acétaldéhyde, le diacétyl ou l'éthanol.

L'industrie laitière est, sans doute, le plus grand consommateur de ferments lactiques commerciaux, pour la production de laits fermentés, fromages, crèmes et beurres. La fermentation du lait par des bactéries lactiques est à l'origine de nombreux produits différents, chacun avec ses caractéristiques spécifiques d'arôme, de texture et de qualité (Hugenholtz et *al.*, 2002).

Les bactéries lactiques sont aussi utilisées dans l'industrie chimique (production d'acide lactique), dans le domaine médical et dans l'industrie des additifs alimentaires (Wisselink et *al.*, 2002).

### **I.6.4. Rôle de bactéries lactiques dans les produits carnés**

Parmi ces espèces bactériennes, certaines bactéries lactiques jouent un rôle important dans la conservation des produits carnés en inhibant le développement d'espèces pathogènes ou d'altération (Zagorec, 2004).

Les bactéries lactiques interviennent comme agents de fermentation dans les préparations des viandes salées, épicées et ne subissant aucun traitement thermique d'assainissement, comme les saucissons (Federighi, 2005).

Les bactéries, *Lactobacillus. sakei*, *Lactobacillus .curvatus*, *Lactobacillus. plantarum*, *Lactobacillus. pentosus*, *Pediococcus. pentosaceus* sont utilisés comme ferments en salaison. Le rôle de ces bactéries est de fermenter les glucides afin d'acidifier le milieu.

Elles assurent une durée longue de conservation du produit, (reste stable longtemps après la fin du processus de fermentation et de séchage).

Elles participent ainsi amplement aux qualités hygiéniques, (Drider et *al.*, 2009). et à la production des composés organoleptiques : les acides organiques issues du métabolisme des sucres, aldéhydes issus de la dégradation des acides aminés (Federighi, 2005). Elles ont

la fonction au développement de la texture, la couleur et la flaveur du produit carné fermenté. (Dridier et Prevost, 2009).

Sur le plan économique, la viande de boucherie fait partie des productions agricoles et même industrielles. Elle provient de différentes espèces animales : bovine, ovine, caprine, porcine, cameline, lapin, volaille.

## **I.7. Bactériocines des bactéries lactiques**

### **I.7.1. Définition et caractéristiques principales**

La définition qui était la plus acceptée donnée aux bactériocines est celle de Klaenhammer qui les définit en tant que protéines ou complexes de protéines ayant une activité bactéricide contre les espèces étroitement liées à la souche productrice (Dortu et Thonart, 2009 ; Xie et *al.*, 2011). Cependant, des études récentes ont démontré qu'il existe certaines qui sont actives également contre des bactéries à Gram négatif (Mami et *al.*, 2008 ; Gong et *al.*, 2010 ; Naghmouchi et *al.*, 2010). Ces substances protéiques biologiquement actives sont synthétisées au niveau du ribosome et codées par des gènes, leur sécrétion dans le milieu extracellulaire étant conférée par un système de transfert (Gálvez et *al.*, 2007; Riley et Chavan, 2007; Khalil et *al.*, 2009 ; Tabasco et *al.*, 2009 ).

Les bactériocines se différencient par leur poids moléculaire, leurs propriétés biochimiques, leur origine génétique, ainsi que par leur spectre et mode d'action (BenOmar et *al.*, 2006 ; Dortu et Thonart 2009 ; Ruiz-Barba et *al.*, 2010).

La plupart des bactériocines sont de petites molécules, stable à la chaleur, cationique, amphiphile et perméables. Elles ont un spectre d'activité limité contre les espèces de même genre mais dans certains cas, l'effet inhibiteur inclut les bactéries altérantes et pathogènes de l'aliment. (Field et *al.*, 2007). Les bactériocines produites par les bactéries lactiques ont un grand intérêt dans ces dernières années grâce à leur potentiel d'application dans les industries alimentaires comme préservatifs naturels qui se produisent directement dans la culture alimentaire.

#### **I.7.1.1. Nature**

Les bactériocines des bactéries lactiques sont des protéines ou des complexes de protéines constituées généralement de 30 à 60 acides aminés. Ces substances peuvent être des protéines simples comme elles peuvent être associées à une partie lipidique ou glucidique. Certaines d'entre elles renferment des acides aminés inhabituels tels la lanthionine et la  $\beta$ - méthylelanthionine (Kotelnikova et Gelfand, 2002 ; Ammor et *al.*, 2006).

#### **I.7.1.2. Caractéristiques**

Les bactériocines des bactéries lactiques ressemblent à certains peptides antimicrobiens des eucaryotes (Riley, 2009). Celles-ci sont généralement petites, cationiques (excès en résidus lysyl et arginyl), amphiphiles et thermostables. Leur poids moléculaire est relativement petit (2-6 kDa) ce qui leur permet d'accéder aux cellules cibles et perméabiliser la membrane en se liant à des récepteurs de surface (Moll et *al.*, 1999; Gillor et *al.*, 2008 ; Anthony et *al.*, 2009; Simova et *al.*, 2009 ; Hartmann et *al.*, 2011; Todorov et *al.*, 2011). Ces substances antagonistes, produites par la plupart des bactéries lactiques, se différencient des antibiotiques du fait qu'elles sont synthétisées au niveau du ribosome et leur spectre d'action est relativement étroit, alors que les antibiotiques sont généralement des métabolites secondaires et possèdent un spectre d'action plus large (Ghraiiri et *al.*, 2008).

### **I.7.1.3. Propriétés**

Certains critères des bactériocines produites par les bactéries lactiques justifient leur choix comme bioconservateurs (Gálvez et *al.*, 2007 ; Thakur et Roy, 2009) :

- Considérées comme 'GRAS' (Generally Recognized As Safe) ;
- inactives et non toxiques contre les cellules eucaryotes ;
- généralement thermostables et tolérantes aux variations du pH ;
- possèdent un spectre d'activité relativement large ;
- mode d'action généralement bactéricide (membrane cytoplasmique) ;
- déterminants génétiques codés par les plasmides ;
- sensibilité aux protéases et digestibilité dans le tractus intestinal.

### **I.7.2. Classification**

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

### **I.7.3. Mode d'action**

Bien que toutes les bactériocines partagent le même site d'action qui est la membrane cytoplasmique, leur mode d'action semble être différent (Dortu et Thonart, 2009): Les antibiotiques tel que la nisine, portant une structure cationique et amphiphile allongée, interagissent avec la membrane des cellules cibles soit en se liant au lipide II (un précurseur de peptidoglycanes) empêchant ainsi la synthèse de la paroi cellulaire conduisant à la mort de la cellule, soit en utilisant ce lipide comme une molécule d'appui pour s'insérer dans la membrane et y former des pores causant la destruction de la cellule

suite à la dissipation du potentiel membranaire et l'efflux des petites molécules (ions, ATP, acides aminés, etc). La mersacidine tue la cellule en interférant avec ses réactions enzymatiques comme la synthèse de la paroi (Gillor et al., 2008 ; Dortu et Thonart, 2009). L'insertion des bactériocines de la classe II dans la membrane est conférée par la structure  $\alpha$ -hélice amphiphile, cette insertion induit la perméabilisations de la membrane et par conséquent la mort cellulaire suite à l'écoulement des molécules à faible poids moléculaire.

# *Chapitre II*

## **I. Muscle, viande et qualités**

### **I.1. Définition de la viande**

On appelle « viande » la chair des animaux dont on a coutume de se nourrir, incluant la chair des mammifères, des oiseaux et quelque fois des poissons (Staron, 1979). Selon l'organisation mondiale de la santé animale, la viande désigne toutes les parties comestibles d'un animal et considère le mot « animal », dans ce contexte « tout mammifère ou oiseau ». Dans ce vocabulaire sont incluses la chair des mammifères (ovin, bovin, caprin, camelin ...etc) et des oiseaux (poulet, dinde, pintade.. etc.). Mais la qualité de la viande est fonction de l'âge, du sexe, et de la race de l'animal (Fosse, 2003 ; Elrammouz, 2005).

Les viandes se caractérisent par une grande hétérogénéité, elles sont principalement constituées de muscles striés squelettiques qui comportent aussi d'autres tissus en quantité très variable selon les espèces, les races, les âges, les régimes alimentaires et la région anatomique concernée. Ce sont surtout les tissus conjonctifs, adipeux parfois les os et la peau (Staron, 1982 ; Debiton, 1994 ; Gondret et *al.*, 2004).

### **I.2. Structure**

Par viande de boucherie il faut entendre l'ensemble des tissus qui constituent la carcasse d'un animal ; d'une façon plus précise, cette désignation s'applique aux tissus mous, qui recouvrent le squelette osseux. Muscle et viande deviennent ainsi synonymes et s'emploient au même titre (Piettre, 1999).

Le muscle qui constitue la viande au sens propre, est un assemblage de trois tissus :

- Le tissu musculaire
- Le tissu conjonctif
- Le tissu gras.

### **I.3. Muscle, viande et caractéristiques**

Le muscle est une structure anatomique faite de cellules spécialisées regroupées en faisceaux. En physiologie il s'agit de loges, capables de contractions et de décontraction et génératrices de mouvements (Dumont et *al.*, 1982 ; Lawrie,1998b ; Serg, 2005). Après l'abattage des animaux de boucherie, les muscles sont le siège de modifications, plus ou moins importantes qui contribuent à l'élaboration et à la définition des qualités organoleptiques de la viande. La transformation du muscle en viande fait appel à un ensemble de processus très complexes, sont surtout d'ordre physico-chimique avec intervention des systèmes enzymatiques (Ouali, 1990 a et b).

En fait, on peut considérer qu'au cours de sa transformation en viande, le muscle passe successivement par trois états (Ouali, 1990a) qui sont:

- **L'état pantelant**

Qui suit directement l'abattage et se traduit par des contractions persistantes de la musculature, sa durée coïncide en effet avec la durée de survie du système nerveux et n'excède pas 20 minutes (Soltner, 1979 ; Rosset et *al.*, 1984 ; Ouali, 1991 ; Joannis, 2004).

- **L'état rigide**

Qui est l'aboutissement de la phase d'installation de la rigidité cadavérique ou *Rigor mortis*. Il intervient après l'épuisement des réserves énergétiques et l'acidification du tissu musculaire (Boccard et *al.*, 1984).

- **L'état mûré**

Est l'aboutissement de la phase de maturation, au cours de laquelle s'élaborent en grande partie les divers facteurs qui conditionnent les qualités organoleptiques de la viande et en particulier la tendreté (Lawrie, 1998a ; Balon et Yerneni, 2001).

La viande est le résultat de l'évolution post mortem du tissu musculaire squelettique (ou strié) et du tissu adipeux. La structure et la composition de ces tissus déterminent les qualités de la viande (Elrammouz, 2005).

### **I.3.1. Caractéristiques biochimiques**

La composition du muscle est variable entre les animaux et chez un même animal d'un muscle à l'autre (Stetzer et *al.*, 2006). La composition biochimique moyenne de la viande est indiquée dans le tableau 02.

Tableau 1: Composition biochimique moyenne de la viande rouge (Rosset et *al.*, 1984).

Composants	Moyennes
Eau	75%
Protéines	15.5%
Lipides	03%
Substances azotées non protéiques	01.5%
Glucides et catabolites	01%
Composés minéraux	01%

#### **I.3.1.1. Protéines**

Les viandes sont par excellence, la première source de protéines grâce à leur richesse en acides aminés indispensables qui les classe parmi les protéines nobles (Truchot, 1979; Staron, 1982; Youling et *al.*, 2001). Les protéines se répartissent en : Protéines intracellulaires représentées par les protéines sarcoplasmique (albumine, globuline,

hémoglobine et myoglobine), les protéines myofibrillaires (actine, myosine, tropomyosine et actinine) et en protéines extracellulaires (Collagène, réticuline et élastine) (Lawrie, 1998b). La teneur en protéines varie entre 16 et 22% du poids totale de la viande (Coibion, 2008).

#### **I.3.1.2. Lipides**

Les lipides de la viande sont présents sous forme de triglycérides et de phospholipides (lipides membranaires insaturés) et sont constitués d'acides gras saturés dont 45 à 55% d'acides gras sont indispensables (Craplet, 1966 ; Geay et *al.*, 2002 ; Sloan, 2009). Ils sont localisés dans la fibre musculaire ou dans le tissu conjonctif entre les faisceaux musculaires (Craplet, 1966 ; Janz et *al.*, 2008). La qualité lipidique est fonction de l'espèce, de l'alimentation et l'animal (Vierling, 2003, Thomas et *al.*, 2008). La fraction lipidique représente 3 à 5 % de la composition totale de muscle (Coibion, 2008).

#### **I.3.1.3. Glucides**

Le glycogène du muscle se transforme en acide lactique lors de la maturation de la viande, la teneur en glucides des viandes est stable, elle est de 1.2% chez le bovin (Monin et Ouali, 1991).

#### **I.3.1.4. Vitamines**

Les viandes contiennent les vitamines hydrosolubles surtout le groupe B. Elles sont riches en Thiamine B1, Riboflavine B2 et pauvre en vitamine C ; celles qui ont une teneur élevée en gras sont riches en vitamines liposolubles (Mansour. 1996).

### **I.3.2. Caractéristiques physico-chimiques**

#### **I.3.2.1. Teneur en eau**

La teneur du muscle en eau est variable selon l'âge, le type de muscle et surtout la teneur en lipides (Schone et *al.*, 2006). Le muscle peut contenir de 60 à 80 % d'eau dont 90 à 95 % sous forme libre et 5 à 10% sous forme liée (Lawrie, 1998b ; Huff-Lonergan et *al.*, 2005 ; Coibion, 2008).

#### **I.3.2.2. Minéraux**

Les viandes constituent une source principale en zinc. Elles apportent du potassium et du phosphore, par contre elles sont très pauvres en calcium (Henry, 1992). Les viandes sont la meilleure source de fer hémique (3 à 6 mg), qui est beaucoup mieux assimilé par l'organisme humain que le fer non hémique (Craplet, 1966 ; Interbew, 2005).

Les viandes sont les aliments les plus riches en sélénium. Leur teneur moyenne est d'environ 9µg/100g de viande. C'est un antioxydant qui protège l'organisme contre les

peroxydations lipidiques donc contre le vieillissement et les maladies cardiovasculaires (Interbew, 2005).

#### **I.4. Qualités de la viande**

La notion de qualité peut se définir selon la norme ISO 8402 comme « l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites ». En l'occurrence pour la viande, il s'agit de satisfaire les consommateurs et les industries de la transformation, qui constituent les utilisateurs à hauteur respective de 20 à 35% et de 65 à 80% de la carcasse produite (Sayah, 2000). La notion de qualité intrinsèque des viandes est une notion relative qui dépend comme nous le verrons d'éléments plus ou moins objectifs : qualités organoleptiques, nutritionnelles, hygiéniques (Fraysse et Darre, 1990).

##### **I.4.1. Qualités organoleptiques**

La qualité organoleptique regroupe les caractéristiques de la viande perçues par les sens du consommateur (l'aspect et la couleur, le goût et la saveur, l'odeur et la flaveur, la consistance et la texture). Ce sont les propriétés sensibles (Lameloise et *al.*, 1984; Touraille, 1994 ; Lawrie, 2002). Ces sensations peuvent se classer suivant trois modalités :

- Qualitative : déterminant la nature de la viande.
- Quantitative : qui représente l'intensité de cette sensation.
- Hédoniste : qui caractérise le plaisir ressenti par l'individu (Lameloise et *al.*, 1984 ; Kerry et *al.*, 2002).

##### **I.4.1. 1. Couleur**

La couleur est un critère essentiel auquel s'attache le consommateur lorsqu'il doit apprécier l'aspect visuel de la viande. Le principal pigment responsable de la couleur de la viande est la myoglobine qui est une chromoprotéine. Au contact de l'air, la myoglobine se combine avec l'oxygène formant ainsi l'oxymyoglobine de couleur rouge vif, couleur de viande synonyme de la fraîcheur recherchée par le consommateur (Renerre, 1997; Coibion, 2008). La couleur de la viande est principalement liée à :

- **L'état chimique de pigment**

La myoglobine est une molécule qui stocke et échange l'oxygène. Elle existe sous trois formes. La myoglobine réduite (rouge pourpre), l'oxymyoglobine (rouge vif) et la metmyoglobine (brune). La couleur brune de la viande constitue un motif de rejet pour le consommateur (Staron, 1982 ; Touraille, 1994 Coibion, 2008).

- **La quantité de pigment**

Qui varie avec l'espèce, l'âge de l'animal, la race et l'alimentation (Chinzi, 1989).

- **Les caractéristiques de la couleur (la luminosité)**

La quantité de la lumière réfléchiée par rapport à celle de la lumière absorbée (forte réflexion: couleur claire, forte absorption : couleur foncée) (Rosset et Linger, 1978). La couleur de la viande varie en fonction de l'espèce, le sexe, la race, le type de muscle mais aussi de l'alimentation, du niveau d'exercice, des conditions d'abattage (Froning, 1995 ; Fletcher, 2009).

#### **I.4.1.2. Tendreté**

La tendreté joue un rôle important dans l'acceptabilité de la viande par le consommateur (Rosset, 1984). Elle est la facilité avec laquelle la viande est coupée et broyée au cours de la mastication (Vierling, 2003). La tendreté représente souvent un critère de qualité, mais elle peut varier beaucoup d'un morceau à l'autre. L'origine des différences de tendreté observées se situe au niveau de la répartition, des caractéristiques et de l'évolution du calogène et des myofibrilles (Huff et *al.*, 1999) et cela en fonction de deux séries de facteurs :

- Des facteurs intrinsèques liés à l'animal : l'espèce, la race, le sexe et l'âge.
- Des facteurs extrinsèques liés à la technologie appliquée depuis l'abattage jusqu'à la cuisson, en passant par les conditions de conservation (Rosset, 1982).

La durée de conservation pour l'obtention d'une tendreté optimale est fonction de la température de stockage. Elle est de 8 jours à 6C°, de 14 jours à 2C° et de 16 jours à 0C° (Lameloise et *al.*, 1984 ; Coibion, 2008).

#### **I.4.1.3. Flaveur**

La flaveur correspond à l'ensemble des impressions olfactives et gustatives éprouvées au moment de la consommation de l'aliment (Rosset et *al.*, 1984 ; Pearson et *al.*, 1999 ; Fournier, 2003). Elle dépend de plusieurs composés chimiques qui sont libérés au cours de la cuisson (Guillem et *al.*, 2009).

D'une espèce animale à une autre, les composés responsables de la flaveur des viandes sont sensiblement les mêmes, les différences étant principalement d'ordre quantitatif (Elmore et *al.*, 2004). De plus, les parties « maigres » des différentes espèces ayant une composition très voisine, c'est vraisemblablement la fraction lipidique de la viande (qui pour sa part a une composition très variable) qui détermine la flaveur particulière de chaque espèce. Ces composés sont classés en 2 catégories :

- Les composés volatils responsables de l'arôme ou de l'odeur sont des composés soufrés, alcools, esters, hydrocarbures aliphatiques, etc....

- Les composés non volatils responsables du goût comprennent les nucléotides, certains acides aminés, la créatinine. Ces précurseurs sont élaborés au cours de la maturation de la viande (Macleod, 1994).

La flaveur est influencée par divers facteurs: l'espèce, la race, l'âge, le sexe, le mode d'élevage et l'évolution post mortem (Rosset et *al.*, 1984 ; Henry, 1992; Toldra, 2010).

#### **I.4.1.4. Jutosité**

La jutosité ou succulence d'une viande est une qualité organoleptique perçue au du muscle (hydratation), qui se traduit par la faculté de la viande à conserver sa propre eau ou de l'eau ajoutée, ce qui est en relation avec la force de liaison de l'eau aux protéines de la fibre musculaire (Henry, 1992 ; Rosenvold et *al.*, 2001).

#### **I.4.1.5. Appréciation globale**

Le comportement des consommateurs vis-à-vis des aliments est toujours une démarche complexe. Le choix des produits alimentaires est subjectif et dépend de nombreux critères : mode de vie, habitudes ethniques et sociales, histoires personnelles, budget disponible (Lawless et *al.*, 1998). Dans tous les cas, les clients demandent d'être satisfaits dans leurs besoins alimentaires et ils y attachent une très grande importance. L'appréciation globale vise à percevoir l'acceptabilité d'un produit. Elle représente l'ensemble des différentes réponses sensorielles perçues lors de la consommation de la viande, y compris la perception de la tendreté, de la jutosité, et de la saveur (Jeremiah et Gibson. 2003 ; Gagaoua et *al.*, 2013). L'appréciation globale est considérée comme un critère puissant pour mieux appréhender les attentes des consommateurs (Kukowski et *al.*, 2004).

#### **I.4.2. Qualités nutritionnelles**

La place de la viande en tant que source de protéines est très importante, les protéines diffèrent par leur digestibilité et par leur composition en acides aminés (Daurmaun, 1990) la digestibilité des viandes est excellente, le CUD (coefficient d'utilisation digestive) est très élevé et dépasse 95% (Comelade, 1995 ; Williams, 2007).

La viande est riche en fer qui reste l'oligo-élément le plus représenté dans l'organisme et qui est hautement indispensable à un grand nombre de fonctions vitales (Goulet, 1990). Elle est aussi une bonne source de zinc et vitamines de groupe B et très riche en vitamine A (Robbins et *al.*, 2003). Le rôle des vitamines de la viande dans la croissance et l'entretien de l'organisme est parfaitement évident (Rullier, 1999).

#### **I.4.3. Qualités hygiéniques**

La viande doit être mise dans des conditions de sécurité quasi absolue ; il faut donc qu'elle soit protégée des différentes contaminations (Nutsch et *al.*, 1997). Elle ne doit

contenir aucun résidu toxique (métaux lourds, toxines bactériennes), aucun parasite, ni être le siège de développement bactérien afin de préserver la santé du consommateur (Morisetti, 1971; FAO, 2000 ; Coibion, 2008). La viande est caractérisée par un profil bactériologique autochtone spécifique

#### **I.4. Qualités technologiques**

La viande doit répondre aux critères essentiels attendus par le consommateur autres que ceux d'ordre strictement alimentaires tel que l'aptitude à la conservation, qui se traduit par la durée de vie de l'aliment après l'achat dans des conditions de conservation déterminées, la commodité d'emploi par la facilité de stockage et opération de préparation facile et de longue durée (Touraille, 1994 ; Brewer, 2010).

#### **I.5. Microbiologie de la viande**

La viande est considérée comme un aliment de choix en raison de sa valeur nutritive. Sa richesse en protéines et la nature de celles-ci en font un aliment indispensable pour une ration alimentaire équilibrée. Toutefois, la viande est aussi un substrat favorable au développement des micro-organismes, essentiellement des bactéries protéolytiques qui entraînent des modifications néfastes sur l'odeur, la couleur, la texture et éventuellement des germes pathogènes qui produisent des substances toxiques (Larpen et *al.*, 1997 ; Lozach, 2001 ; Guiraud, 2003).

##### **I.5.1. Microflore de la viande**

La microflore des viandes est composée essentiellement de germes saprophytes. La contamination par les germes pathogènes n'apparaît que rarement (Cartier, 2007). Les germes saprophytes les plus rencontrés sur les viandes rouges sont les genres: *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, les *Entérobacteriaceae* (*Escherichia coli*, ...) *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* et *Clostridium* (Dachy, 1993 ; Hinton et *al.*, 1998). En plus des bactéries, une diversité de levures et moisissures est rencontrée. Parmi les levures on trouve les genres *Candida* (surtout *Candida Lipolytica*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*) (Scionneau, 1993 ; Simpson et *al.*, 2006) et parmi les moisissures on trouve le plus souvent les genres *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Rhizopus* (Desrosier, 1970 ; Rosset, 1982 ; Cartier, 2004).

Les germes pathogènes susceptibles de contaminer les carcasses, les plus fréquents sont: *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, *Shigella*, en plus de *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli* (Fournaud, 2000; Korsak et *al.*, 2004; Bourgeois et *al.*, 2008).

### **I.5.2. Evolution de la microflore et dégradation de la viande**

L'altération de la viande peut être considérée comme un phénomène écologique qui comprend les changements au niveau des substrats disponibles durant la prolifération de la flore microbienne de la viande au cours de la conservation. Elle est essentiellement due aux activités des enzymes protéolytiques et lipolytiques d'origine microbienne (Genot, 2000 ; Koutsoumanis et Sofos, 2004 ; Nychas *et al.*, 2008). Les altérations microbiennes provoquent une dépréciation des qualités organoleptiques (odeurs anormales diverses, modifications de la couleur, de la consistance et éventuellement de la texture) et sanitaire de la viande (Jeantet *et al.*, 2006 ; Ray et Bhunia, 2008).

Parfois l'altération microbienne des viandes est recherchée ; c'est le cas des produits fermentés (Muthukumarasamy et Holley, 2006). La protéolyse se produisant pendant les différentes étapes de stockage est extrêmement importante pour le développement des attributs finaux de texture et de goût/saveur, dû à la formation de petits composants, principalement les polypeptides, les peptides, les acides aminés et les amines, connus sous le nom d'instigateurs de goût et précurseurs de saveur (Roseiro *et al.*, 2008). Aussi la production de bactériocines joue un rôle antimicrobien (bactéricide ou bactériostatique) contre des microorganismes pathogènes (Holzapfel, 1998 ; Budde *et al.*, 2003 ; Drosinos *et al.*, 2008).

### **I.5.3. Mécanismes d'altérations microbiennes**

Les microorganismes provoquent les altérations par leur présence physique en augmentant leur nombre ce qui se traduit par la formation d'un limon visible en surface suite à une dégradation de la viande (Boulianne et King, 1998 ; Lozach, 2001 ; Guiraud, 2003 ; Marchandin, 2007). Ainsi, par la production de molécules possédant un effet direct sur la flaveur ou indirect en se recombinant avec d'autres molécules issues du catabolisme des lipides et des acides aminés, qui jouent un rôle dans la formation de biofilms (limon bactérien) donnant un aspect visqueux, très fortement dépréciateurs (Jeantet *et al.*, 2006 ; Adams et Moss, 2008). Les protéinases bactériennes favorisent la putréfaction par hydrolyse des protéines et les lipases ayant un impact sur l'arôme par dégradation des matières grasses (Fournier, 2003).

### **I.5.4. Moyens de réduction de la charge microbienne de la viande**

En général, les méthodes de décontamination créent les conditions nécessaires pour maîtriser et réduire la flore microbienne de la viande (Hardin *et al.*, 1995 ; Huffman ? 2002). Il existe de nombreuses méthodes basées sur des principes différents: certaines utilisent des moyens physiques (température, pression, champs électriques pulsés,

rayonnements ionisants..), d'autres chimiques (séchage, salage, fumage, conservateurs, huiles essentielles...). Les propriétés antagonistes des bactéries sont également utilisables (méthodes microbiennes) (Lücke, 2000 ; Oussalah et *al.*, 2006).

## **II. Méthodes de transformation traditionnelle de la viande**

### **II.1. Classification des produits carnés**

Les produits carnés sont des produits dans lesquels les propriétés de la viande fraîche ont été modifiées par l'utilisation d'une ou de plusieurs opérations unitaires telles que le broyage, la fermentation, l'assaisonnement et le traitement par la chaleur (Mikami, 1990, Crews, 2011). Jimenez et *al.*, (2001) définissent les produits carnés comme des produits composés essentiellement de viande fraîche mélangée avec divers ingrédients, obtenus après transformation. Toutefois, en raison de la complexité de la fabrication, les procédés de transformation, les méthodes de préservation et même les différents ingrédients ajoutés ; il est extrêmement difficile de regrouper les produits carnés disponible sur le marché (Dawood, 1995 ; Warfield et Tume, 2000).

Long et *al.*, (1999) ont classé les produits carnés en produits de charcuterie (crus, précuits, cuits), saucisses, viandes froides, les salaisons (de bœuf, de porc, de mouton et de volailles) et les conserves. Pearson et Gillet (1999) ont Simplifié le groupement quand ils ont catégorisé les produits ont classé ces produits selon les techniques de transformation (salage, séchage, fumage et fermentation) en cinq classes :

- Viandes salées non séchées ;
- Viandes fumées ;
- Viandes séchées non fermentées ;
- Viandes fermentées demi- séchées / séchées;
- viandes cuites et/ou confites dans la graisse.

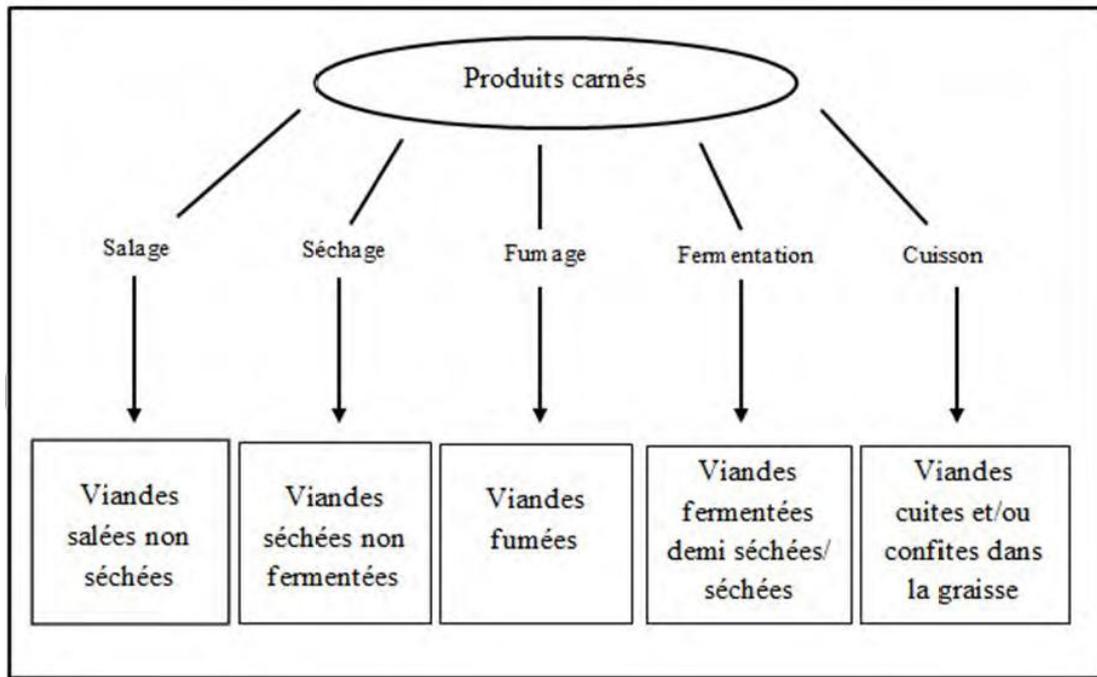


Figure 2 : Synthèse de la classification des produits carnés selon les techniques de transformation.

## II.2. Techniques de transformation traditionnelle des viandes

La majorité des produits à base de viande est soumise à une combinaison de plusieurs étapes de transformation de base avant d'atteindre leur forme finale.

### II.2.1. Viandes salées non séchées

Le salage de la viande est l'application du sel (NaCl), des ingrédients de fixation de la couleur et d'assaisonnement, de manière à transmettre des propriétés uniques au produit final. Deux ingrédients majeurs doivent être utilisés de manière à saler la viande: du sel et du nitrite. Cependant, d'autres substances sont ajoutées pour accélérer le salage, modifier la flaveur et la texture durant la transformation (Mikami, 1990 ; Quintavalla et Vicini, 2002). Le sel de cuisine est inclut dans toutes les formules de salage de viande. Sa fonction principale est celle d'agent de saveur et il a une action conservatrice (bactériostatique) (Aymerich et *al.*, 2000 ; Lozach, 2001; Nganguem, 2007). Bien que le sel soit un ingrédient indispensable des produits de salage, les vrais agents de salage sont le nitrite (NO<sub>2</sub>) ou le nitrate (NO<sub>3</sub>) (Roux, 1994 ; Youling et *al.*, 2001 ; Marco et *al.*, 2006). Le nitrite sous forme de sel de potassium (K<sup>+</sup>, NO<sup>2-</sup>) ou de sodium (Na<sup>+</sup>, NO<sup>2-</sup>) est utilisé pour développer la couleur de la viande salée. Il transmet une couleur vive rougeâtre ou rose qui est souhaitable dans un produit salé (González et *al.*, 2002 ; Sado et *al.*, 2007).

### II.2.1.1. *Balangu*

Le *Balangu* est un des produits carnés traditionnellement préparés et largement consommés au Niger (Ikeme, 1990 ; Leistner, 2000a et b). C'est une préparation charcutière de bœuf, d'agneau, de chèvre ou de chameau. Il est préparé à partir des fines tranches de viande (1cm d'épaisseur, 30 à 40cm de longueur), assaisonné puis grillé lentement sur un foyer de combustion avec retournement fréquent jusqu'à ce que la viande soit bien cuite. L'huile d'arachide est saupoudrée sur les tranches pendant la cuisson afin d'avoir un produit fini d'une couleur rouge sombre et une odeur d'arachide grillée, épicée (Igene, 2008).

### II.2.1.2. *Tsire (Suya)*

La préparation de *Tsire* a été décrite en détail par Farouk (1983), Igene et Abulu (1984) et Igene et Ekanem (1985). Le *Tsire* est à l'origine une viande de bœuf, d'agneau ou de chameau salée, épicée et grillée en brochettes. Il est la plupart du temps consommé en l'état, comme produit de grignotage, mais il est parfois utilisé pour assaisonner des plats traditionnels.



Figure 3 : Diagramme de préparation de *Tsire* (Igene et Abulu ,1984).

## **II.2.2. Viandes fumées**

Le fumage est le procédé d'exposition de la viande à la fumée de bois à certains points durant la fabrication. Les populations ont découvert que le fumage donnait un effet sec à la viande, un goût désirable, une odeur agréable et permettait de conserver la viande (Romans *et al.*, 1985; Kalilou et Zakhia, 1999). Le fumage de la viande est un procédé utilisé comme méthode de conservation. Il permet en effet de prolonger sa durée de vie, grâce à la présence de certains composants antimicrobiens dans la fumée qui inhibent la croissance de nombreux microorganismes (Kalilou, 1997 ; Ruiz-Ramirez, 2005, Essia-Ngang *et al.*, 2010).

Le fumage améliore la couleur (dû à la présence des carbonyles et amines), la flaveur (phénols) et procure des propriétés anti-oxydantes et antimicrobiennes au produit (dû à la présence des phénols et acides) (Ismail et Swan, 2000).

### **II.2.2.1. *Banda/ kundi***

*Banda* (*hausa*) et *kundi* (*yoruba*) sont préparés à partir de tous types de viande, y compris la viande de gibier (Igene et Tukura, 1986; Fakolade et Omojola, 2008). *Banda* sont des gros morceaux de viande salés et épicés, partiellement séchés au soleil et fumés, puis emballés dans des sacs ou des fût (Igene, 2008). Les morceaux de viande fraîche ou partiellement séchée peuvent être bouillis avant d'être fumé ou fumé directement sans pré-ébullition.

## **II.2.3. Viandes séchées non fermentées**

La forme de transformation traditionnelle de la viande la plus répandue est le séchage (Heikal *et al.*, 1972 ; Igene *et al.*, 1990 ; Nummer *et al.*, 2004). C'est un procédé qui provoque une forte diminution de l'activité de l'eau de la viande (Gailani, 1986 ; Blackmer *et al.*, 1997). Après séchage, l'activité de l'eau atteinte détermine les caractéristiques du produit fini (texture, couleur et flaveur) et sa durée de vie (stabilité chimique et microbiologique) (Farouk, 1983; Igene, 2008).

La plus part des viandes séchées sont des produits prêts à être consommés (ready to eat) comme des snacks, des repas faits maison avec ou sans reconstitution ou bien ajoutés pour assaisonner certaines sauces et améliorer la qualité nutritionnelle et organoleptique de quelques plats traditionnels (Yetim et Cankaya, 2001 ; Sloan, 2009).

La microflore est souvent stabilisée dans la viande séchée (Zukál et Incze, 2010). La plupart des altérations de ce type de produit proviennent d'une augmentation de l'humidité, ce qui induit un sùrissement dû au développement des bactéries lactiques ou des coliformes, ainsi que l'apparition de couleurs diverses sur le produit ou la formation de

zones spongieuses sous l'action des *Bacillus* (Jay *et al.*, 2000 ; Guiraud, 2003 ; Lonnecker *et al.*, 2010).

#### **II.2.3.1. Biltong**

Le *Biltong* est un type de viande séchée typique de la tradition sud-africaine. Le plus souvent, il est préparé à partir de la viande de bœuf. D'autres viandes telles que la viande d'autruche ou de chameau sont aussi utilisées (Petit *et al.*, 2013). La préparation du *Biltong* est simple. Igene (2008), Naidoo et Lindsay (2010) ont décrit les méthodes traditionnelles et modernes de la préparation de *Biltong*.

Traditionnellement, les morceaux de viande sont marinés dans une solution de vinaigre (vinaigre de cidre, vinaigre balsamique, vinaigre de malt), mélangés à un ensemble d'épices composé de sel, de coriandre, de poivre noir, de sucre brun et de l'ail. On laisse reposer la marinade durant 12h. Les pièces marinées subissent ensuite un séchage à l'air libre jusqu'à ce qu'elles perdent 75% de leur poids. Le *Biltong* séché est emballé dans des sacs en polyéthylène ou en cellulose.

#### **II.2.3.2. Kilishi**

C'est un produit potentiellement intéressant pour les marchés sahéliens. Au Niger, sa fabrication est une activité artisanale couramment pratiquée par les bouchers. Le *kilishi* est préparé à partir de fines tranches de viande (d'épaisseur égale à 0,2 à 0,5 cm), séchées au soleil, enrobées avec une sauce puis séchées au soleil de nouveau et grillées. La sauce d'enrobage est composée d'épices diverses (poivre noir, gingembre, ail, piment, clou de girofle) et de pâte d'arachide. La viande utilisée est celle du bœuf provenant du muscle de la cuisse ou de l'épaule (Farouk, 1983; Igene *et al.*, 1990; Kalilou et Zakhia, 1999 ; Mgbemere *et al.* 2011).

L'apparence du produit (couleur, aspect, odeur) et son état à la mastication (croustillance, dureté) sont les critères d'appréciation de la qualité du produit fini. Le *Kilishi* doit avoir une odeur d'arachide grillée, épicée mais pas très forte. Il doit avoir une couleur rouge sombre, brun clair à jaune et brun foncé selon les épices utilisées. Il doit être consistant, sec, mais pas friable (Lonnecker *et al.*, 2010).

#### **II.2.3.3. Guadid (Kadid)**

Le "*Guadid*" ou "*Kadid*" est connu dans plusieurs pays d'Afrique du nord. C'est un produit carné salé et séché, préparé le plus souvent après la fête de l'Aïd El Adha où il y a un excès de viande. Il est élaboré aussi bien à partir de viande d'agneau que de viande de bœuf. Cependant, suivant les régions, les méthodes de préparation divergent à savoir les

ingrédients mise en œuvre, les techniques de salage ainsi les utilisations finales du *Guadid* (Bennani et *al.*, 1995 ; Draganski, 2012).

Les parties de la carcasse habituellement transformés en *Guadid* sont les viandes des entrecôtes. Cependant certains ne font du *Guadid* qu'à partir des morceaux restant après la découpe de la carcasse du mouton. L'épaisseur des lanières ne doit pas dépasser 3 cm (Essid et *al.*, 2007). Le salage se fait généralement à sec. La quantité de sel à ajouter est appréciée visuellement. L'ajout d'épices et/ou d'autres ingrédients est surtout lié à l'utilisation coutumière de la région en question.

A ce stade le *Guadid* est directement mis à sécher, le séchage est assuré par l'exposition des pièces de viande au soleil. La durée d'exposition est d'environ une semaine pendant l'été et deux semaines pendant l'hiver.

#### **II.2.4. Viandes fermentées demi- séchées / séchées**

La fermentation est l'une des technologies les plus anciennes utilisées pour la conservation des aliments. Au cours des siècles, elle s'est affinée et diversifiée. Les viandes fermentées peuvent être classées en deux catégories selon leur degré de séchage et leur pH final : les viandes fermentées demi- séchées ou séchées (Vignolo et *al.*, 2010).

Les viandes fermentées demi- séchées se caractérisent par une fermentation rapide (de plus ou moins 18 h selon le diamètre du produit) à des températures relativement élevées (entre 32,5°C et 38,1°C), et avec une humidité relative (HR) d'environ 90 %. Leur pH final est souvent en dessous de 4,7. Cette valeur peut s'étendre de 4,7 à 5,3 selon le type de produit et les spécifications des fabricants (Girard et *al.*, 1990 ; Baracco et *al.*, 1999).

Les viandes fermentées séchées subissent une fermentation lente de plusieurs jours à des températures relativement élevée (37,8°C – 43,3°C) avec une durée dépassant 24 heures. Avant d'être séchées pendant plusieurs semaines. L'activité de l'eau ( $A_w$ ) du produit passe initialement de 0,96 à 0,51 en fin du séchage (Getty, 2005). Quels que soient les produits, il se déroule une fermentation naturelle due au développement d'une flore microbienne qui est fonction de la contamination initiale et des conditions de préparation (Pearson et Gillett, 1999 ; Öksüztepe et *al.*, 2006).

##### **II.2.4.1. *Pastirma***

*Pastirma* ou *basturma* est un produit traditionnel à base de viande, à humidité intermédiaire, fréquemment consommée en Turquie, en Égypte, en Arménie, en Grèce et d'autres pays de la Méditerranée. En fait, le terme "*bastirma*" signifie "la viande pressée ". En Turquie, la pression est une étape cruciale dans la préparation du produit (Obuz et *al.*,

2012). N'importe quelle partie de la carcasse peut être utilisée pour la préparation de *Pastirma*. Cependant, la qualité du produit fini dépend des morceaux utilisés.

La méthode traditionnelle de la préparation du *Pastirma* est un long processus qui dure plusieurs semaines (Aktas et *al.*, 2005).

La viande est découpée en longues bandes (5 à 6 cm de longueur et 5cm d'épaisseur), incisée, puis frottée et recouverte de sel et de nitrate à raison de 2 g de nitrate pour 10 kg de viande. Les bandes sont disposées en tas d'environ 1 m de haut et conservées pendant une journée à une température ambiante. Retournées, salées à nouveau, elles sont remises en tas pour un jour encore. Puis elles sont lavées et séchées à l'air pendant deux à trois jours en été et quinze à vingt jours en hiver. Une fois sèches, elles sont empilées sur une hauteur de 30 cm et pressées avec des poids lourds d'environ une tonne pendant 12 heures. Après une autre période de séchage de deux à trois jours, elles sont à nouveau compressées pendant 12 heures puis remises à sécher à l'air pendant 5 à 10 jours. Toute la surface de la viande est ensuite recouverte d'une couche (3 à 5 mm d'épaisseur) de *çemen*, une pâte composée de 35 % d'ail fraîchement moulu, 20 % de fenugrec, 6 % de paprika rouge, 2 % de moutarde, et 37 % d'eau (Leistner, 2000b ; Obuz et *al.*, 2012). La viande repose en piles pendant une journée, puis séchée de 5 à 12 jours dans un local bien aéré. La production de *Pastirma* nécessite donc plusieurs semaines mais le produit reste exempt de moisissures pendant des mois à température ambiante, même en été (Bechtel, 2001).

#### **II.2.4.2. *Sucuk/ Soudjouk***

*Sucuk/ Soudjouk* est un produit carné séché, fermenté, très populaire en Turquie et en Egypte (Hwang et *al.*, 2009). Kayaardi et Gok (2003), Kilic (2009) et Kabak et Dobson (2011) ont étudié les nombreux aspects de *Sucuk* traditionnel et les méthodes de fabrication modernes, qui se résument comme suit (Figure 4).

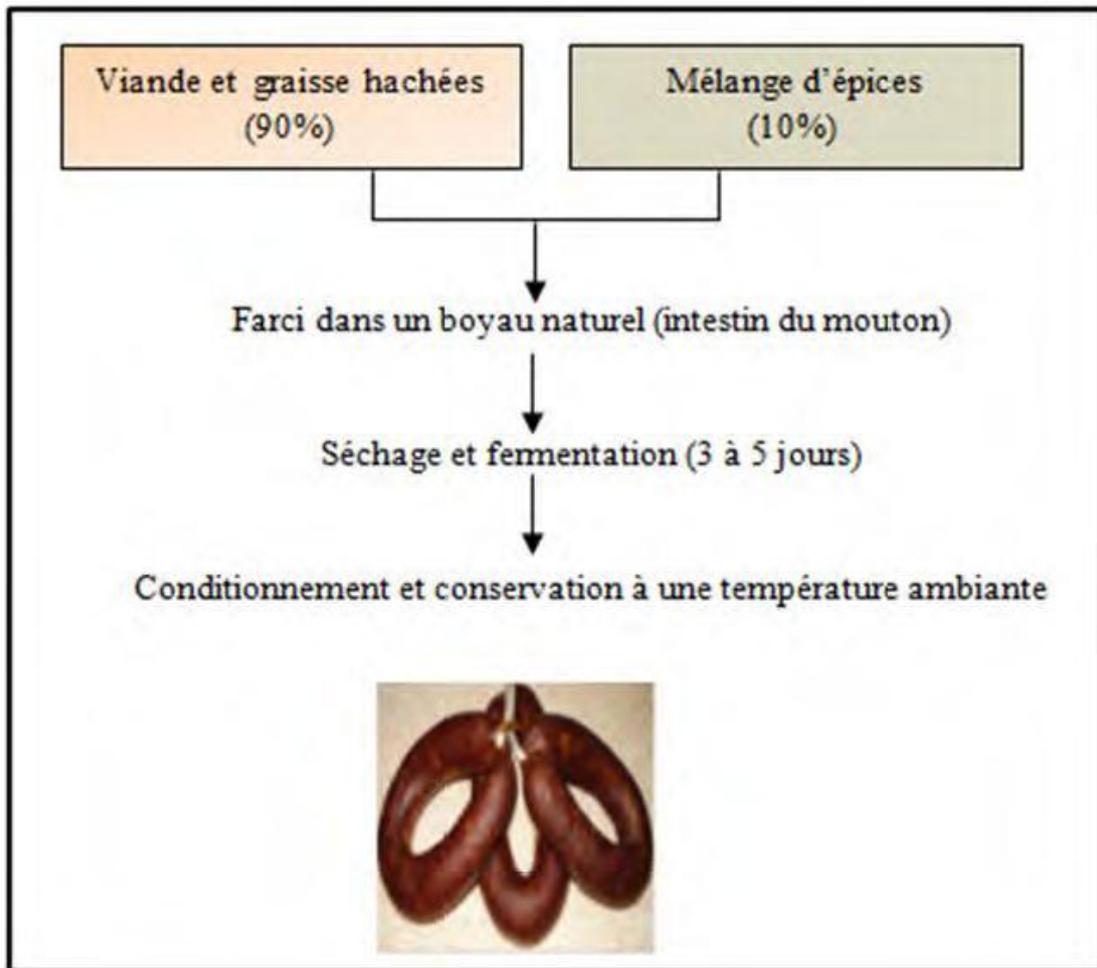


Figure 4 : Diagramme de préparation de *Sucuk/ Soudjouk* (Kilic, 2009).

## II.2.5. Viandes cuites ou confites dans la graisse

Ce sont des produits carnés constitués de deux sortes de matières premières; les denrées d'origine animale qui regroupent le maigre et le gras ainsi que les diverses épices et condiments (Kilic, 2009).

### II.2.5.1. *Mkila*

*Mkila* est un produit carné traditionnellement préparé, fréquemment consommé en Maroc, en Tunisie, en Libye et en Egypte, à base de viande (généralement de bœuf, voire de chameau) confite dans de la graisse. *Mkila* est préparé à partir des morceaux de viande découpés en filets, salés et marinés puis frits dans une poêle à frire. Une fois frit, la viande est conditionnée dans la graisse animale préalablement fondue. La friture permet aux morceaux de viande de perdre 80% de leur poids. Le produit est appelé *Mkila* (diminutif de "Makla" en arabe) où il est cuit (Whitesel, 2011 ; Chafaï, 2012).

### **II.2.5.2. Ban-Shems**

*Ban-Shems* est un produit associé à des coutumes alimentaire très anciennes en Lybie, et n'est préparé qu'à partir de l'estomac et les abats du mouton de l'Eid Al Adha. Généralement il est préparé en même temps que le *Guadid*, en utilisant diverses épices ; la coriandre, le poivre, le piment rouge, le curcumin et le cumin. Les abats (poumons, foie, reins et la rate) sont découpés en petits morceaux, salés puis épicés. L'estomac et les autres pièces d'abat subissent un séchage séparément pendant plus d'une semaine. Le séchage dépend de la saison et de la température.

Une fois séchées, les pièces d'abats sont enroulées dans des morceaux d'estomac. Certaines ménagères utilisent l'aiguille et la ficelle pour coudre l'estomac afin d'éviter le débordement de la farce. L'estomac farci est ensuite cuit puis conditionné dans la graisse animale préalablement fondue qui se solidifie par la suite (Daoudi et *al.*, 2006).

## **III. Aspect économique**

### **III.1. Production des viandes rouges dans le monde**

En 2009, l'effectif mondial ovin était de 1.581.658.940 têtes et celui des bovins était de 1.769.883.450 têtes et pour les caprins, il était de 967.657.908 têtes (FAO, 2011).

En 2012 a été une année de reprise pour la production mondiale de viande bovine. Selon les estimations de la FAO, elle aurait progressé d'un modeste 0,3% après une baisse équivalente en 2011. Cela est dû, sans doute, aux améliorations de l'élevage par l'introduction de technologies modernes telles que l'utilisation du génie génétique pour la sélection des races et l'amélioration de l'alimentation.

### **III.2. Consommation des viandes rouges dans le monde**

La consommation des viandes rouges a augmenté rapidement dans les pays en développement au cours des récentes décennies, notamment à partir des années 80. La croissance de la consommation de la viande et ses dérivés par habitant a nettement <dépassé la croissance de la consommation d'autres groupes de produits alimentaires importants (lait, céréales...). Cette consommation accrue de la viande et les produits carnés a eu pour effet d'augmenter considérablement l'apport énergétique mondial par habitant, mais dans des proportions parfois très différentes selon les régions. La consommation a augmenté dans toutes les régions, sauf en Afrique subsaharienne. La demande croissante de produits de l'élevage dans un certain nombre de pays en développement a été stimulée par la croissance économique, l'augmentation des revenus par habitant et l'urbanisation.

Le tableau 01 représente la consommation de la viande rouge dans le monde en 2000 et 2009 (FAO, 2008)

Tableau 2: Consommation des viandes rouges dans le monde en 2000 et 2009 (FAO, 2009).

Pays	2000	2009
	Kg/habitant/an	
<b>Pays développés</b>		
Pays développés	82,4	98,8
Pays à économie anciennement planifiée	63,1	71,5
<b>Pays en développement</b>		
Asie de l'Est et du Sud-Est		
Chine	13,7	59,5
Reste de l'Asie de l'Est et du Sud-Est	10,7	24,1
Amérique latine et Caraïbes		
Brésil	41,0	80,8
Reste de l'Amérique latine	41,1	52,4
Asie du Sud		
Inde	03,7	05,1
Reste de l'Asie du Sud	05,7	08,0
Proche-Orient et Afrique du Nord	17,9	27,3
Afrique subsaharienne	14,4	13,3
Mode	30.0	41.2

### III.3. Production des viandes rouges en Algérie

La filière viandes rouges en Algérie repose globalement sur des élevages bovins et ovins. L'élevage camelin reste marginalisé et confiné aux régions du Sahara. Par ailleurs, la production de viandes rouges obéit à la seule logique de l'offre et de la demande (Benfrid, 1998 ; Ferrah, 2005; Sadoud, 2010). Selon les données estimées par la FAO (2013), la production en viande rouge a connu une croissance continue durant la période 2005-2010. Cependant, le tonnage de viande produite pour l'année 2011 a chuté pour toutes les espèces à l'exception du camelin, qui est passé de 3 900 tonnes en 2005 à 5 190 tonnes en 2011 (FAO, 2013).

Les viandes rouges et plus précisément la viande ovine algérienne est l'une des plus chères au monde. L'offre en viande bovine algérienne, pour l'année 2012, est très insuffisante, le déficit est aggravé par la pénurie en viande ovine. Bien que le marché soit évolutif, les importations algériennes sont actuellement constituées de 80% de viande bovine congelé et 20% de viande fraîche. La viande ovine est occasionnellement importée (Hirondel., 2012). L'importation de viande a représenté en 2011, un total de 81,09 millions

de dollars US soit 1,65% du total des biens alimentaires importés. Ce chiffre a augmenté de 42,30% au premier semestre 2012, pour atteindre 115,39 millions de dollars US soit 2,67% des biens alimentaires importés (Ministère des finances, 2012). L'importation présente un appoint pour les besoins des collectivités et des périodes de grande consommation afin de limiter les prix. Cependant, Le consommateur algérien préfère l'offre locale en matière de viande, de qualité irrégulière mais moins chère (Benfrid, 1998). L'insuffisance de la production animale que connaît l'Algérie ces dernières années est due à l'augmentation de la demande, aux changements climatiques et à la diminution des ressources fourragères. Le niveau élevé des prix sur les marchés algérien traduit la synergie qui s'établit entre plusieurs facteurs (Ferrah, 2005):

- Une forte demande générée par les catégories sociales à revenus élevés et spécificité du marché algérien (sacrifices rituels de l'Aïd et forte demande durant le mois de Ramadhan);
- Une faible élasticité de la production locale découlant de la faible productivité zootechnique des élevages ovins et bovins ;
- Un niveau de protection trop élevé, voire dissuasif, accentué par les politiques de restriction draconienne à l'importation des viandes liées aux mesures de protection sanitaires (Fièvre aphteuse, Dioxine, vache folle). La récente levée des restrictions sanitaires et la réouverture du marché européen des viandes rouges fraîches réfrigérées. Le développement des flux d'importation en viande, dont les volumes se sont accrus de 146% durant la période 2006-2011, mais n'ont pas permis pour autant la stabilisation des prix sur les marchés intérieurs.

#### **III.4. Consommation des viandes rouges en Algérie**

Le niveau de consommation des viandes rouges se situerait actuellement à 14 kg/habitant/an, un niveau relativement faible comparativement aux pays industrialisés. En termes d'habitudes alimentaires, le marché Algérien est de prime abord un marché de consommation de viandes fraîches ovines et bovines ; les viandes camelines et caprines sont marginalement consommées. Cette viande n'étant consommée que dans le Sud du pays (Ceneap, 2010).

Les bilans de production en rapport avec le niveau de consommation sont difficiles à établir en raison des abattages non contrôlés (Sadoud, 2010). Il a été relevé, depuis l'année 2002, l'apparition d'une tendance à la consommation des viandes rouges congelées consécutivement à la réouverture du marché Algérien aux viandes importées.

# *Partie pratique*

Notre étude a porté dans durée de 4 mois de février à mai et a été réalisée au niveau du laboratoire de contrôle de qualité de la faculté des sciences de la nature et de la vie (Université Cheikh Làarbi Tebessi Tébessa).

## I. Matériels et méthodes

Cette étude a portée sur un ensemble d'analyses microbiologiques et biochimiques sur de différentes souches de bactéries lactiques isolées à partir de différente types de viandes rouge. La réalisation pratique de cette étude a portée sur les étapes suivantes :

### I.1.Echantillonnage

L'étude pratique à porté sur douze échantillons de viande rouge conservés sous différents conditionnements. Les viandes testées dans cette étude provenaient de différentes régions de la wilaya de Tébessa. Les échantillons ont été étudiés sont :

- Viande traditionnel : Guedid et Messeli.
- Viande hachée : fraîche et congelée.
- Viande fraîche : bovin et ovin. (Voir planche 1 et tableau 3)

Les échantillons sont amenés au laboratoire dans leur emballage d'origine s'il s'agit de produits finis ou récipients stériles s'il s'agit de produits de prélèvements. Cette étude a pour but d'étudier les bactéries lactiques isolées par la viande et la mise en évidence de l'activité antagoniste entre les bactéries lactiques et les autres bactéries.

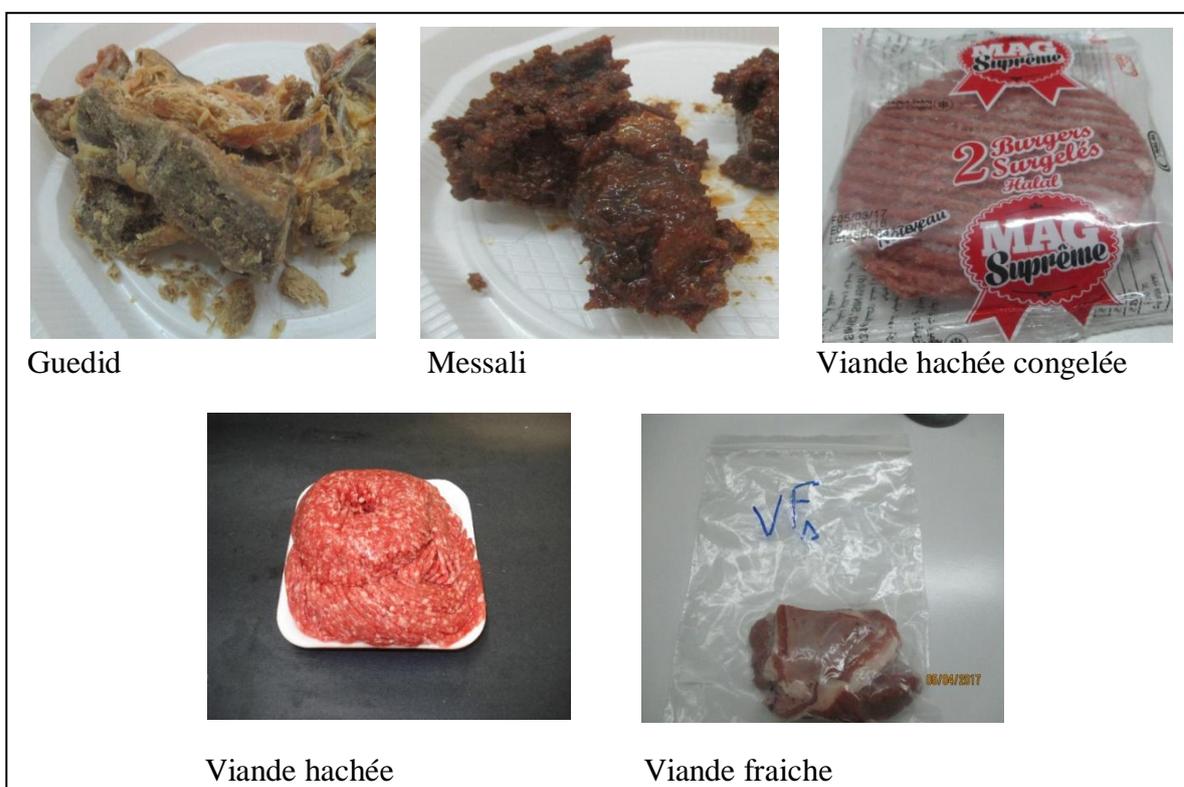


Planche 1 : Les différents types de viande rouge utilisées.

Tableau 3 : Caractérisation de différents échantillons de la viande rouge.

N° Prélèvements	Nombre d'échantillons	Code	Origine de l'échantillon	Mode de conservation
01	3	G1	Ovin/El Hammamet	Viande traditionnelle épicée conservé par salage et séchage pendant 6 mois dans <i>Mezeoid</i>
02		G2	Ovin /Douar Mechantel	Viande traditionnelle épicée conservé par salage et séchage pendant une année et quelque dans <i>Mezeoid</i>
03		G3	Ovin / Teroubia	Viande traditionnelle épicée conservé par salage et séchage pendant une année dans <i>El-Zir</i>
04	3	M1	Ovin /El Hammamet	Viande traditionnelle cuite, épicé salée et conditionnée dans une boîte (verre ou plastique) conservée pendant l'année et réfrigérée à 4°C
05		M2	Ovin /Ain Elàaligue	Viande traditionnelle cuite, épicé, plus salée et conditionnée dans une boîte (verre ou plastique) conservée pendant l'année et réfrigérée à 4°C
06		M3	Ovin /El Ma Labiod	Viande traditionnelle cuite, épicé salée et conditionnée dans une boîte (verre ou plastique) conservée pendant l'année et réfrigérée à 4°C
07	2	VHC1	Bovin /Tébessa	Viande hachée congelée conditionnée dans un sachet en plastique et réfrigérée à -18°C
08		VHC2	Bovin /Tébessa	Viande hachée congelée conditionnée dans un sachet en plastique et réfrigérée à -18°C
09	2	VH3	Bovin /El Hammamet (Boucher 1)	Viande fraiche hachée réfrigérée à 4°C
10		VH4	Bovin /Charia	Viande fraiche hachée réfrigérée à 4°C

11	2	VF1	Bovin /El Hammamet (Boucher 2)	Viande fraiche réfrigérée à 4°C
12		VF2	Ovin /El Hammamet (Boucher 3)	Viande fraiche réfrigérée à 4°C

## I.2. Enrichissement

- **Préparation de la suspension mère**

La suspension mère est la première dilution préparée à partir d'un produit carné (la viande), à l'aide d'une lame bistouri découper la viande en petit morceau. Peser 25 g de chaque échantillon de viande puis homogénéiser avec 225ml d'eau peptonée salée. Le mélange obtenu est incubé pendant 24 heures à température ambiante (Najjari *et al.*, 2007). La planche 2 représente la préparation de la suspension mère. (Voir planche 2)

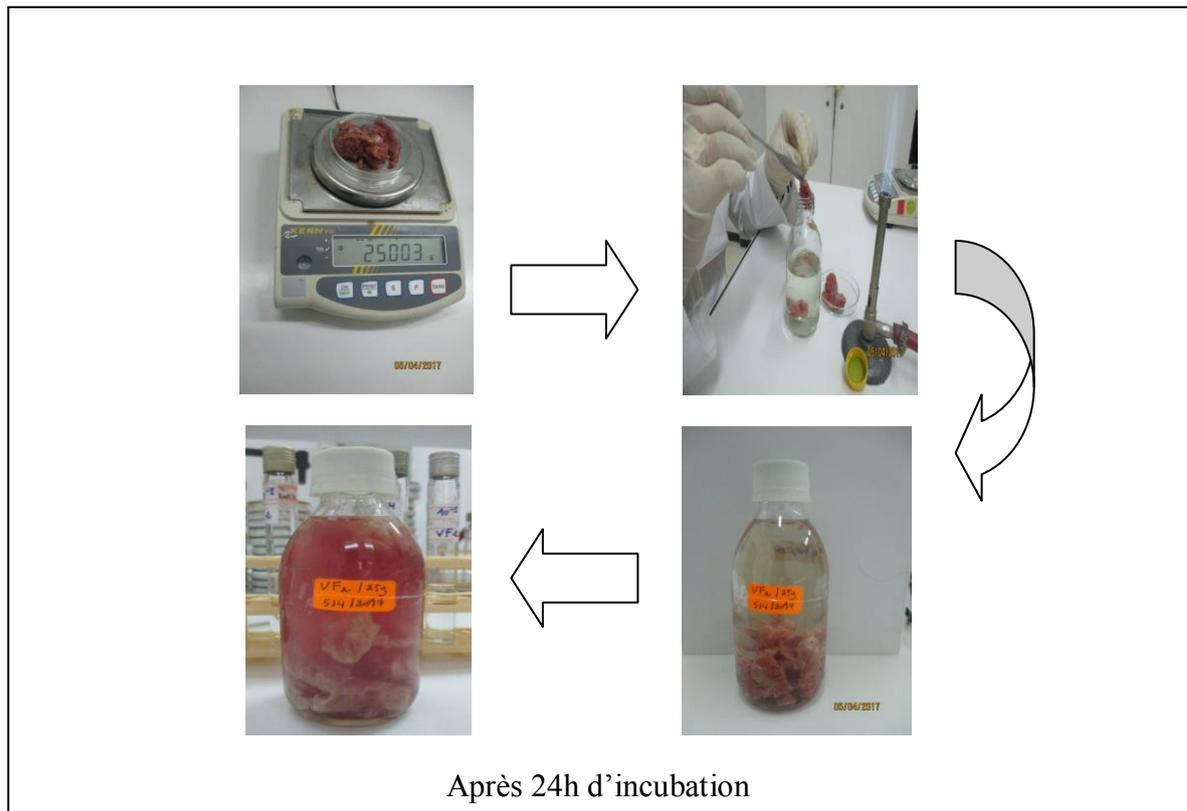


Planche 2 : Préparation de la suspension mère.

- **Préparation des dilutions décimales**

A partir de la solution mère considérée  $10^0$  préalablement homogénéisée à l'aide d'un vortex, 1 ml de la solution mère est prélevé aseptiquement à l'aide d'une pipette stérile et introduit dans un tube à essai contenant 9ml d'eau physiologique stérile, on obtient ainsi la dilution  $10^{-1}$  et ainsi de suite jusqu'à  $10^{-6}$  (Guiraud, 2003).

### **I.3. Isolement des bactéries lactiques**

L'isolement des bactéries lactiques a été réalisé sur le milieu de Man Rogosa et Sharpe (MRS) contenant le vert de bromocrésol (25mg/L) et M17 solide. L'ensemencement se fait en surface. Les boîtes sont incubées pendant 72 heures à 30 °C. (Eric, 2011).

- **Intérêt :**

Ce milieu est utilisé pour l'isolement des lactobacilles à partir des produits laitiers et autres aliments. Il sert également au repiquage des souches.

- **Ensemencement**

0.1ml des dernières dilutions ( $10^{-3}$  jusqu'à  $10^{-6}$ ) sont étalées à la surface du milieu en boîtes de Petri, qui sont incubées à 30 °C pendant 3 jours dans une jarre d'anaérobiose. (Voir planche 3)

- **Lecture**

Présence des colonies vertes, colonies vertes lumineuses, colonies transparentes centre verte et colonie vert centre noire avec parfois le virage du milieu au jaune

#### **Le milieu M17**

- **Intérêt**

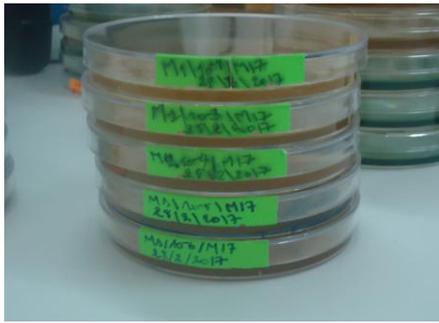
Ce milieu est utilisé pour l'isolement des bactéries lactiques à partir des produits laitiers et autres aliments. Il sert également au repiquage des souches.

- **Ensemencement**

0.1ml des dernières dilutions ( $10^{-3}$  jusqu'à  $10^{-6}$ ) sont étalées à la surface du milieu en boîtes de Pétri, qui sont incubées à 30 °C pendant 3 jours dans une jarre d'anaérobiose.

- **Lecture**

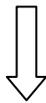
Présence des colonies blanches et colonies écrémeuses et jaunes blanchâtres.



Boîtes de Pétri étalées en surface



Jarre d'anaérobiose vide



Mettre les boites dans la jarre et allumer la bougie

Planche 3 : Incubation dans une jarre d'anaérobiose.

#### I.4. Purification

La purification des souches isolées est réalisée par repiquages successifs alternant sur milieux sélectifs MRS et M17 solide (par la méthode des stries), et l'incubation à 30°C. (Kacem et Karam, 2006, Cheriguene et *al.*, 2007). La pureté des souches est révélée par des colonies homogènes ayant le même aspect extérieur (couleur, taille et forme) (Guiraud, 2004).

## **I.5. Pré identification des bactéries lactiques isolées**

### **1.5.1. Tests phénotypiques**

- **Examen macroscopique**

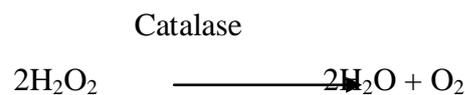
Cette étude est basée sur l'observation visuelle de la culture des isolats sur milieu MRS et M17 solide; pour caractériser la taille, la forme et la couleur des colonies. (Badis *et al.*, 2005).

- **Examen microscopique**

Cette étude est pour écarter tout ce qui ne peut pas être une bactérie lactique, les isolats ont été soumis à la coloration de Gram (Voir annexe 1), Cette étude permet de différencier les bactéries à Gram positif de celles à Gram négatif, les bâtonnets, les coques et le mode de regroupement (Singleton., 1999).

- **Test de la catalase**

Le test catalase sert à démontrer si la bactérie possède l'enzyme catalase servant à décomposer le peroxyde d'hydrogène selon la réaction :



L'activité catalytique consiste à prélever une colonie sur gélose MRS ou M17 et dissociée dans une goutte d'eau oxygénée (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), l'apparition de bulles révélant le dégagement d'oxygène (Ahmed et Irene, 2007).

### **I.5.2 Conservation des isolats**

Tous les isolats suspects des bactéries lactiques (gram positif et catalase négatif) sont conservés Deux types de conservation de nos souches sont à noter. Une de courte durée et l'autre à longue durée.

- **Conservation courte durée**

La conservation à court terme des souches pures est effectuée sur milieu solide MRS et M17 incliné. Après croissance à 30°C pendant 72 h, les cultures sont maintenues à 4°C et le renouvellement des souches se fait par repiquage toutes les 4 semaines (Badis *et al.*, 2005).

- **Conservation à 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 contient 70% de lait écrémé et 30% de glycérol. Les cultures sont conservées en suspension dense et en tube éppendorfs 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).

## **I.6. Identification des bactéries lactiques**

### **I.6.1. Tests physiologiques**

- **Croissance à différentes températures 5°C 15°C et 45°C**

La croissance bactérienne est évaluée par un trouble en milieu MRS liquide après d'incubation à 5°C, 15°C et 45°C. (Guessas et Kihal, 2004).

- **Croissance à différents concentration en NaCl 3%, 7% et 10%**

On teste la croissance des isolats en présence de différentes concentration de NaCl (3%, 7% et 10%), La croissance se manifeste par un trouble en milieu liquide MRS (Guiraud., 1989).

- **Croissance à différents pH 3.9, 6.4 et 8**

La croissance au pH 3.9 a été testée dans du bouillon MRS ajusté à pH 3.9 (Lucke et Schillinger, 1987).

- **Recherche de type fermentaire**

Ce test permet de s'avoir le type du métabolisme (Homofermentaire ou Hétérofermentaire) par le quel le substrat carboné est transformé, et la production du gaz à partir la dégradation du glucose.

### **Technique**

Un tube contenant le bouillon MRS et une cloche de durham est inoculé avec la souche a étudiées après incubation de 24 à 48h h à 30°C, la présence du gaz dans la cloche indique un métabolisme, hétérofermentaire (Hariri et al ; 2009). Alors que leur absence indique les bactéries homofermentaires.

### **I.6.2. Mise en évidence de l'activité inhibitrice des bactéries lactiques**

Les bactéries lactiques jouent un rôle important que se soit dans la bio conservation des aliments ou dans la biothérapie grâce à leur pouvoir d'inhiber les bactéries pathogènes et altérantes (Uehara et *al.*, 2006 ; Dortu et Thonart., 2009 ; El-Ghaish et *al.*, 2011).

Cette inhibition est conférée soit par la diminution du pH suite à la production d'acides organiques, ou par la production de différents autres métabolites tels le peroxyde d'hydrogène, le diacétyl, le dioxyde de carbone, la reutérine et les bactériocines (Albano et *al.*, 2007 ; Anas et *al.*, 2008).

### **I.6.2.1. Activité antagoniste**

Les bactéries lactiques sont dotées d'un pouvoir antagoniste qui résulte de la production des acides, de l' $H_2O_2$  (le peroxyde d'hydrogène) et des bactériocines limitant la croissance de certains germes pathogènes. Pour ce la un test de mise en évidence des propriétés antagoniste est réalisées afin d'étudier leur pouvoir inhibiteur

Pour le test de l'activité antagoniste, nous avons choisi les souches des bactéries lactiques qui présentent des aspects phénotypiques différents. Les cultures des bactéries lactiques ont été faites selon trois actions de culture différentes afin de cibler la molécule inhibitrice :

- **Action de l'acidité**

L'acide lactique est un facteur majeur dans l'inhibition .ce test pour but d'étudier l'effet de l'abaissement du pH sur le développement des souches indicatrices (Larpen et *al.*, 1997).

(Achemchem et *al.*, 2004). Les cultures des bactéries lactiques sont réalisées dans du MRS en tube plein (anaérobiose), pendant 24 h à 37°C

- **Action du peroxyde d'hydrogène**

En plus de l'acide lactique et d'autres acides organiques qui empêche 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'hydrogènes dans l'inhibition des pathogènes cibles (Achechem et *al.*, 2004 ;Guessas et *al.*,2005). Les cultures des bactéries lactiques sont réalisés dans du tubes MRSD en tubes a moities plein (aérobiose) pendant 24h à 37 C.

- **Action de bactériocine**

Pour déterminer l'activité inhibitrice de la bactérie lactique due a une bactériocines, il faut éliminer l'influence de l'acidité et du peroxyde d'hydrogène.

Afin de minimiser la production d'acide lactique et acétique, les cultures des bactéries lactiques sont effectuées sur le milieu MRSD (MRS a 0.2 de glucose) et pour éviter la formation de  $H_2O_2$ , les tubes doivent être bien remplis (anaérobiose). (Schillinger et Luck, 1989). L'incubation est réalisée à 37°C pendant 24 heures.

Les nombreuses méthodes décrites pour la détection de souches lactiques productrices de bactériocines sont basées sur le principe que ces substances protéiques peuvent diffuser dans un milieu de culture solide ou semi solide qu'on inocule préalablement avec une souche cible (les souches cible utilisées dans notre protocole expérimentale sont

*Staphylococcus aureus*(1) ATCC 25293, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Micrococcus luteus* ATCC 1760 et *Bacillus subtilis* ATCC 6633.

La production de substances actives est détectée par le pouvoir inhibiteur du micro-organisme testé sur la croissance du germe cible. Les souches de bactéries lactiques après culture sur milieu MRS à 30°C sont testées pour leur pouvoir antibactérien (action acidité, peroxyde et bactériocine) suivant la méthode de diffusion en puits (Tagget Mac Given, 1971).

- **La méthode de diffusion en puits:**

Cette méthode consiste à :

- Les souches productrices de substances inhibitrices sont cultivées dans du milieu MRS liquide selon le type d'action antagoniste recherché
- Après incubation, le milieu est centrifugé (8000 tr/min, 10 min) à 4°C et le surnageant est récupéré Dans une boîte de Pétri contenant du Müller Hinton solide préalablement ensemencé par la souche teste (bactéries cible), des puits de 7 mm de diamètre sont réalisés avec un emporte pièce.
- Ces puits recevront 100 µl du surnageant brut de la culture lactique à tester.
- les boîtes sont placés à 4°C pendant 1 heure puis incubés pendant 24 h à 37°C.
- Les puits entourés d'une zone claire d'inhibition de la souche test et ayant un diamètre supérieur à 8 mm sont considérées comme positives.

### **I.6.3. Identification par le système API 50 CHL**

Le milieu API 50 CHL (REF, 50410) médium, destiné à l'identification du genre *Lactobacillus* et germes apparentés et permet l'étude de la fermentation des 49 sucres différents de la galerie. La galerie API 50 CHL est constituée de 50 microtubes permettant l'étude de la fermentation de substrat.

- **Préparation de la galerie**

Chaque galerie est constituée de 5 bandes comprenant chacune 10 tubes numérotés.

- Préparer une boîte d'incubation (fond et couvercle).
- Inscrive la référence de la souche sur la languette de la boîte.
- Répartir environ 10 ml d'eau distillée ou déminéralisée dans les alvéoles du fond pour créer une atmosphère humide.
- Sortir les bandes de leur emballage. Et les déposer dans le fond de la boîte d'incubation.

- **Préparation de l'inoculum**

- Vérifier la pureté de la souche.

- Ouvrir une ampoule d'API suspension Medium (ou utiliser un tube contenant de l'eau distillée stérile sans additif)
- Prélever la bactérie de la culture à l'aide d'un écouvillon.
- Réaliser une suspension dense dans l'ampoule.
- **Inoculation de la galerie**
  - Répartir API 50 CHL Médium ainsi inoculé dans les tubes seulement et recouvrir les tests avec l'huile de paraffine.
  - Incuber à  $29^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  ou  $36^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  en aérobiose pendant 48 heures ( $\pm 6$  heures).
- **Lecture de la galerie**
  - Lire après 48 heures d'incubation.
  - On recherche dans chaque tube l'acidification produite qui se traduit par le virage au jaune du bromocrésol pourpre contenu dans le milieu.
  - Noter les résultats sur la fiche de résultats.
- **Interprétation**

Le profil biochimique ainsi obtenu peut être identifié à partir de la base de données à l'aide du logiciel d'identification apiweb<sup>TM</sup>.

## II. Résultats et discussion

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence le rôle biopréservateur des bactéries lactique sur les produits alimentaires plus particulièrement la viande qui constitue une denrée périssable et un excellent milieu qui favorise le développement de la flore contaminant.

Les échantillons de la viande rouge prélevés dans le cadre de ce travail proviennent des différentes régions dans la wilaya de Tébessa. Ces échantillons ont été conservés sous différents conditions :

- Guedid : Viande traditionnelle salée et séchée conservée à température ambiante dans *El-Mezeoïd* ou *Zir (Zeer)*.
- Messali : Viande traditionnelle épicée, salée et cuite conservée à 4°C.
- Viande hachée et viande fraîche conservées à 4°C.
- Viande hachée congelée conservée à -18°C.

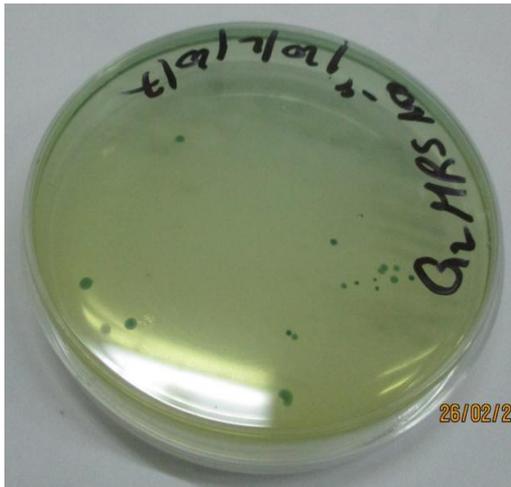
A partir de ces 12 échantillons, différentes bactéries lactiques ont été isolées. En utilisant des milieux sélectifs et des conditions qui favorisent la croissance des bactéries lactiques.

### II.1. Isolement des bactéries lactiques

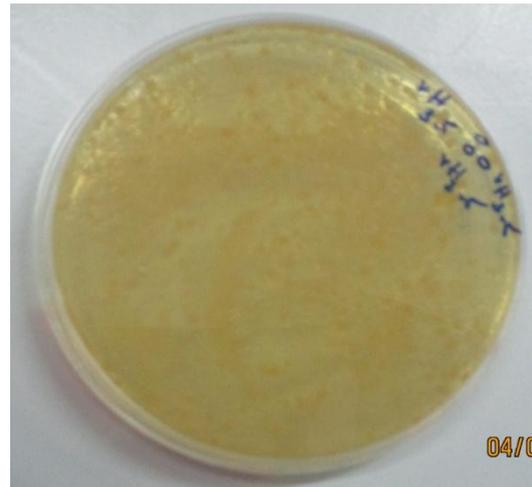
Lors de cette étude nous avons isolées des souches de bactéries lactiques à partir de différents types de viande rouge.

Pour l'isolement de la flore lactique, nous avons utilisé deux milieux : MRS et M17 (Figure 5). Ces deux milieux étant particulièrement recommandés pour la culture des bactéries lactiques. Les colonies sont de formes, circulaires, lisses, bombées régulières et irrégulières, de couleur blanchâtre, verts, crémeuses, leur taille environ 0,1 à 3 mm de diamètres (Kihal, 1996 ; Carr et *al.*, 2002).

La purification des souches lactiques isolées a été réalisée par plusieurs repiquages successifs sur milieux M17 et MRS. Au total 66 souches pures de bactéries lactiques ont été isolées des viandes, dont environ 65% ont été isolées à partir de milieu MRS et 35% du milieu M17.



La dilution  $10^{-4}$  de G2 sur MRS



La dilution  $10^{-3}$  de VH3 sur M17

Figure 5 : Représentation des boîtes d'isolement sur milieu MRS et M17

## II. 2. Pré-identification des souches

La caractérisation des souches de bactéries lactiques isolées a été réalisée par des procédures phénotypiques conventionnelles basées sur les tests morphologiques, physiologiques et biochimiques.

### II. 2. 1. Caractère morphologique

#### II. 2. 1. 1. Caractérisation macroscopique

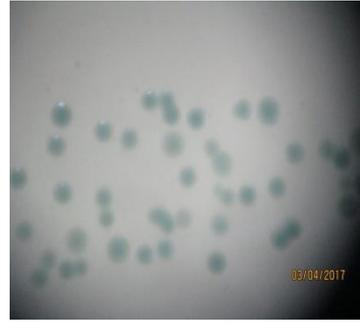
##### ❖ Sur milieu solide

Des étalements sur boîtes de Pétri sur milieu MRS et M17 solide dans des conditions de culture en anaérobiose et à l'obscurité ont été choisis de manière à sélectionner les bactéries lactiques. Les colonies apparaissent après 72h de culture à 30°C sur MRS et M17 solide. Ce sont des bactéries lactiques, des colonies circulaires lisses et bombées régulières et irrégulières, de couleur blanchâtre, verts, crémeuses, leur taille environ 0, 1 à 3 mm de diamètres, de forme rondes et lenticulaire (Kihal, 1996 ; Carr et *al.*, 2002)

Les cultures obtenues sur les boîtes de Pétri sont observées à l'œil nu pour caractériser la forme, la taille, l'aspect ainsi que la couleur des colonies (Badis et *al.*, 2006). L'examen macroscopique des cultures sur milieux MRS au vert bromocrésol montre des : Colonies vert foncé, vert clair, vert centre noir, colonies transparente et transparente centre vert. L'examen macroscopique des cultures sur milieux M17 montre des : Colonies blanchâtre et crémeuse. (Planche 4 et tableau 4)



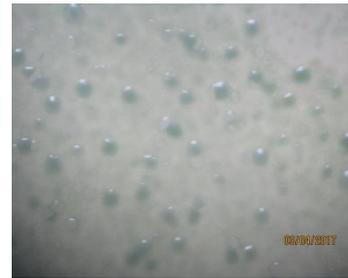
Colonie vert foncé



Colonie vert clair



Colonie vert centre noir



Colonie transparente



Colonie transparent centre vert



Colonie blanchâtre



Colonie crémeuse

Planche 4 : Représentation de l'aspect macroscopique des colonies de bactérie lactique sur milieu MRS et M17 solide.

Tableau 4 : Résultats de l'aspect macroscopiques des bactéries lactiques isolées

<b>Aspect macroscopique de GUEDID</b>						
Souche	Origine	Milieu	Dilutions	Diamètre	Forme	Observation
G1.1	G 1	MRS	10 <sup>-5</sup>	3mm	Colonie vert foncé, ronde, régulière, lisse et bombé	Virage de couleur vers le jaune
G1.3	G 1	M17	10 <sup>-3</sup>	1mm	Colonie blanche lisse	/
G1.5	G 1	M17	10 <sup>-5</sup>	1mm	Colonie blanche ronde régulière lisse	/
G2.6	G 2	MRS	10 <sup>-6</sup>	0.5 à 1mm	Colonie vert ronde régulière	Virage de couleur vers le jaune
G2.7	G 2	MRS	10 <sup>-4</sup>	0.5 à 1mm	Colonie vert foncé ronde un peu bombé lisse	Virage de couleur vers le jaune
G2.8	G 2	MRS	10 <sup>-4</sup>	0.5mm	Colonie vert clair ronde lisse	Virage de couleur vers le jaune
G3.9	G 3	MRS	10 <sup>-4</sup>	1.5mm	Colonie vert foncé ronde de petite taille	Virage de couleur vers le jaune
G3.10	G 3	MRS	10 <sup>-4</sup>	2mm	Colonie vert foncé grande taille ronde régulière et bombé	Virage de couleur vers le jaune
G3.11	G 3	MRS	10 <sup>-2</sup>	0.5mm	Colonie vert clair ronde	Virage de couleur vers le jaune
<b>Aspect macroscopique de MESSALI</b>						
M1.1	M 1	M17	10 <sup>-1</sup>	2mm	Colonie blanche ronde et régulière	/
M1.2	M 1	MRS	10 <sup>-1</sup>	1mm	Colonie vert clair rond et régulière	/
M1.3	M 1	M17	10 <sup>-3</sup>	1mm	Colonie crémeuse ronde et régulière	/
M1.4	M 1	MRS	10 <sup>-3</sup>	1mm	Colonie vert clair rond et régulière	Virage de couleur vers le jaune
M1.6	M 1	M17	10 <sup>-3</sup>	1.5mm	Colonie crémeuse irrégulière	/
M1.7	M 1	M17	10 <sup>-1</sup>	1mm	Colonie crémeuse irrégulière	/
M1.9	M 1	MRS	10 <sup>-4</sup>	2mm	Colonie vert clair rond régulière	virage de couleur vers le jaune
M1.10	M 1	M17	10 <sup>-6</sup>	1.5mm	Colonie blanche ronde	/
M2.13	M 2	M17	10 <sup>-3</sup>	1.2mm	Colonie blanche ronde et régulière	/
M2.15	M 2	M17	10 <sup>-4</sup>	2.5mm	Grande colonie blanche ronde et régulière	/
M2.16	M 2	MRS	10 <sup>-1</sup>	1mm	Colonie vert foncé ronde et régulière	Virage de couleur vers le jaune
M2.17	M 2	MRS	10 <sup>-2</sup>	0.2mm	Petit colonie vert clair ronde et régulière	Virage de couleur vers le jaune
M3.19	M 3	MRS	10 <sup>-4</sup>	/	Très petit colonie vert foncé ronde et régulière	/
M3.22	M 3	M17	10 <sup>-2</sup>	2.5mm	Colonie blanche irrégulière	/
M3.26	M 3	MRS	10 <sup>-2</sup>	1mm	Colonie vert clair rond et régulière	/
<b>Aspect macroscopique de Viande Hachée Congelée</b>						

VHC1.1	VHC 1	MRS	10 <sup>-2</sup>	1.2mm	Colonie vert foncé ronde, lisse et régulière	Virage de couleur au jaune
VHC1.2	VHC 1	MRS	10 <sup>-2</sup>	1.5mm	Colonie vert foncé ronde, lisse et régulière	Virage de couleur au jaune
VHC1.3	VHC 1	MRS	10 <sup>-2</sup>	2mm	Colonie vert foncé ronde, lisse et régulière	Virage de couleur au jaune
VHC1.4	VHC 1	MRS	10 <sup>-3</sup>	1mm	Colonie vert clair ronde, lisse et régulière	Virage de couleur au jaune
VHC1.5	VHC1	MRS	10 <sup>-3</sup>	1.5mm	Colonie vert clair ronde, lisse et régulière	Virage de couleur au jaune
VHC1.6	VHC 1	MRS	10 <sup>-3</sup>	2mm	Colonie vert clair ronde, lisse et régulière	Virage de couleur au jaune
VHC1.8	VHC 1	M17	10 <sup>-4</sup>	/	Petite colonie vert foncé ronde, bombé, lisse et régulière	Virage de couleur au jaune
VHC1.10	VHC 1	M17	10 <sup>-4</sup>	1mm	Colonie crémeuse ronde, lisse et régulière	/
VHC2.11	VHC 2	MRS	10 <sup>-2</sup>	1mm	Colonie vert clair ronde, lisse et régulière	Virage de couleur au jaune
VHC2.12	VHC 2	MRS	10 <sup>-3</sup>	1mm	Colonie vert foncé ronde, lisse et régulière	Virage de couleur au jaune
VHC2.14	VHC 2	MRS	10 <sup>-4</sup>	1mm	Colonie vert clair ronde, lisse et régulière	Virage de couleur au jaune
VHC2.15	VHC 2	M17	SM	1.1mm	Colonie blanche ronde, lisse et régulière	/
VHC2.16	VHC 2	M17	10 <sup>-2</sup>	1.2mm	Colonie crémeuse ronde, lisse et régulière	/
VH3.18	VH 3	MRS	SM	1mm	Colonie vert clair ronde, lisse et régulière	Virage de couleur au jaune
VH3.19	VH 3	MRS	10 <sup>-2</sup>	1mm	Colonie vert clair ronde, lisse et régulière	Virage de couleur au jaune
VH3.20	VH 3	MRS	10 <sup>-3</sup>	1mm	Colonie vert foncé ronde, lisse et régulière	Virage de couleur au jaune
VH3.21	VH 3	MRS	10 <sup>-4</sup>	1.5mm	Colonie vert clair bombe, ronde, lisse et régulière	Virage de couleur au jaune
VH3.22	VH 3	M17	10 <sup>-2</sup>	1.2mm	Colonie crémeuse irrégulière	/
VH3.23	VH 3	M17	10 <sup>-3</sup>	2mm	Grand colonie blanche plat, ronde, lisse et régulière	/
VH4.27	VH 4	MRS	10 <sup>-1</sup>	2mm	Colonie transparent centre vert irrégulière	/
VH4.29	VH 4	MRS	10 <sup>-4</sup>	2mm	Colonie vert centre noir ronde, lisse et régulière	Virage de couleur au jaune
VH4.30	VH 4	MRS	10 <sup>-4</sup>	1.5mm	Grand colonie vert foncé ronde, lisse et régulière	Virage de couleur au jaune
VH4.31	VH 4	MRS	10 <sup>-4</sup>	1mm	Colonie vert foncé ronde, lisse et régulière	/
VH4.32	VH 4	M17	10 <sup>-4</sup>	1.5mm	Colonie crémeuse ronde, lisse et régulière	/
VH4.33	VH 4	M17	10 <sup>-4</sup>	3mm	Grand colonie crémeuse ronde, lisse et régulière	/
VH4.34	VH 4	M17	10 <sup>-3</sup>	1mm	Colonie crémeuse ronde, lisse et régulière	/
<b>Aspect macroscopique de Viande Fraiche</b>						
VF1.1	VF 1	MRS	10 <sup>-4</sup>	3 à 4 mm	Colonie vert contour régulière et lisse	Virage de couleur vers le jaune
VF1.2	VF 1	MRS	10 <sup>-3</sup>	2mm	Colonie vert contour régulière et lisse	Virage de couleur vers le jaune

VF1.3	VF 1	MRS	10 <sup>-3</sup>	1mm	Petit colonie transparente centre vert	Virage de couleur vers le jaune
VF1.4	VF 1	MRS	10 <sup>-3</sup>	2mm	Colonie vert foncé	/
VF1.5	VF 1	MRS	10 <sup>-4</sup>	4mm	Grand colonie transparente centre vert contour régulière	/
VF1.6	VF 1	MRS	10 <sup>-4</sup>	/	Colonie très petite transparente	/
VF1.7	VF 1	M17	10 <sup>-3</sup>	2mm	Colonie crémeuse contour régulière	/
VF1.8	VF 1	M17	10 <sup>-3</sup>	1mm	Colonie crémeuse contour régulière	/
VF1.9	VF 1	M17	10 <sup>-4</sup>	1mm	Colonie crémeuse blanchâtre	/
VF2.10	VF 2	MRS	10 <sup>-6</sup>	3mm	Colonie vert foncé contour régulière	Virage de couleur vers le jaune
VF2.11	VF 2	MRS	10 <sup>-4</sup>	1.5mm	Colonie vert très foncé contour irrégulière	/
VF2.12	VF 2	MRS	10 <sup>-6</sup>	4mm	Colonie vert clair contour régulière et lisse	/
VF2.13	VF 2	MRS	10 <sup>-4</sup>	1.5mm	Colonie transparente contour régulière et lisse	/
VF2.14	VF 2	MRS	10 <sup>-3</sup>	1mm	Colonie vert foncé contour régulière	/
VF2.15	VF 2	MRS	10 <sup>-3</sup>	2.5mm	Colonie transparente centre vert bombé	/
VF1.16	VF 2	M17	10 <sup>-6</sup>	/	Petite colonie blanchâtre	/

G : Guedid ; M : Messali ; VHC : Viande Hachée Congelée ; VH : Viande Hachée ; VF : Viande Fraiche

## ❖ Sur milieu liquide

En milieu liquide on a remarqué la croissance des bactéries qui apparaît sous forme de trouble dans le milieu MRS liquide, présence du trouble fumeux surmonté d'une zone claire. Il est concentré au fon à la recherche des conditions anaérobiques de ces bactéries (Kihal, 1996 ; Carr *et al.*, 2002).

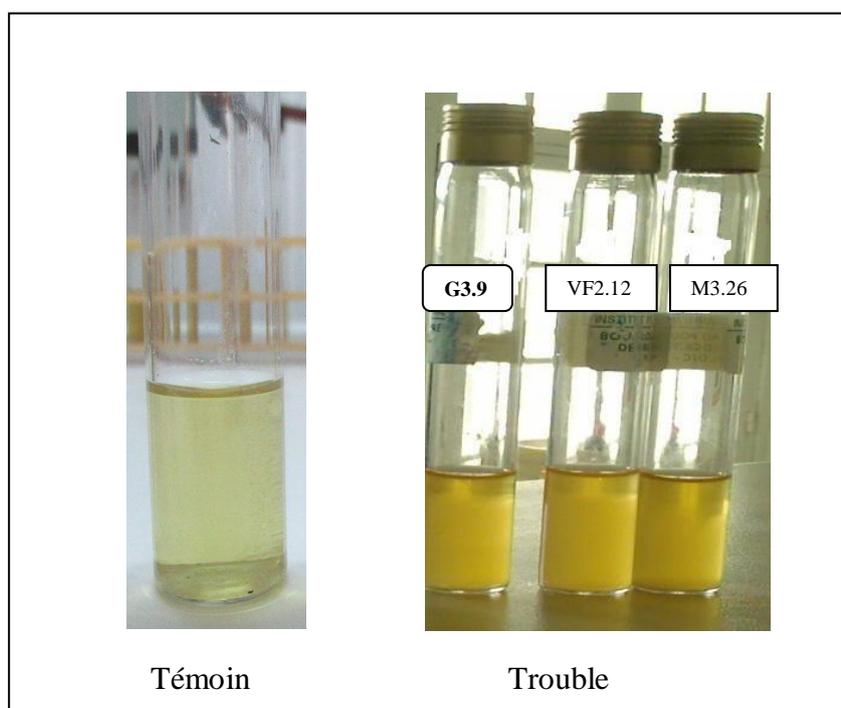


Figure 6 : Photo représente l'aspect macroscopique des colonies de bactéries lactiques sur milieu MRS liquide.

### II.2.1.2. Test de catalase

La recherche de la catalase se fait par la mise en contact des colonies avec quelques gouttes d'eau oxygénée. Le dégagement gazeux traduit l'activité positive de cette enzyme (Marchal *et al.*, 2001). Les résultats obtenus montrent que les souches étudiées sont catalase négative car on n'a pas obtenu des bulles d'air après le dépôt de l'eau oxygénée sur la colonie cible, qui est conforme aux résultats trouvés par Carr *et al.*, (2002). Les 66 souches isolées ont été catalase négative, ce qui nous oriente à déduire que les souches isolées sont des bactéries lactiques les résultats sont résumés dans le tableau 5.

### II.2.1.3. Critère microscopique

La caractérisation microscopique est basée sur la coloration de Gram. Nous avons gardé que les bactéries à Gram positives. La planche 5 montre les différentes formes et leur mode de regroupement observé au microscope optique. La forme des bactéries et leur affinité pour les colorants constituent la base de leur classification. Les bactéries lactiques peuvent être sphériques (coque ou Cocci), en forme de bâtonnet (bacille), ou intermédiaire (coccobacille),

ainsi pour déterminer leur caractères cultureux (couleur, forme et mode de regroupement). Les colonies obtenues sont observées à la loupe binoculaire, après une coloration de Gram, au microscope optique (x100) (Carr *et al.*, 2002).

Après la coloration de Gram, on a passé à l'observation microscopique au (G×100) avec l'huile à immersion, où on a pu observer que les bactéries étaient Gram positives et catalase négatif apparaissant généralement sous formes de coques, bacilles et coccobacille, et leur modes d'associations généralement en chaînette, en amas, en double, en triple, tétrade ou bien isolée. Le tableau 5 présente les résultats de l'examen microscopique des isolats.

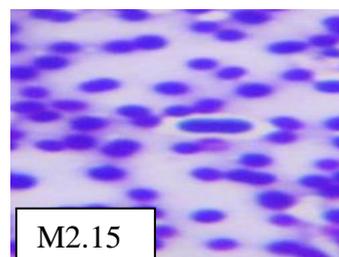
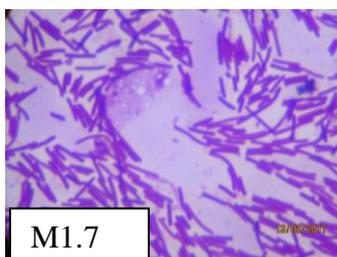
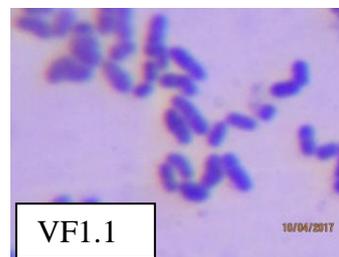
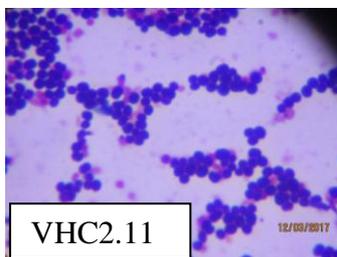
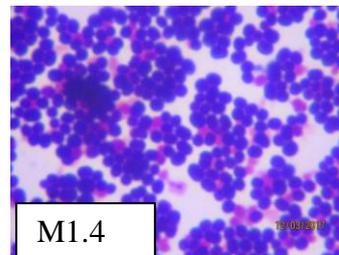
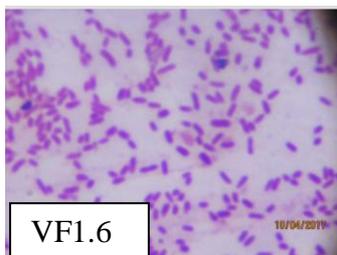
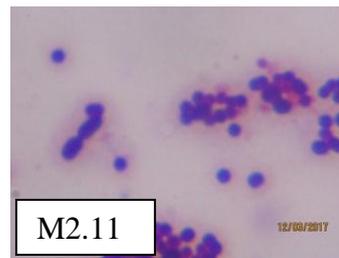


Planche 5 : Représentation de l'observation au microscope optique (x100) des bactéries lactiques après coloration de Gram.

Tableau 5 : Résultats de l'aspect microscopique des bactéries lactiques isolées des viandes rouges.

Souche	Origine	Milieu	Dilutions	Gram	Catalase	Forme	Mode de regroupement
G1.1	G 1	MRS	10 <sup>-5</sup>	+	-	Coccobacille	En chaine longue
G1.3	G 1	M17	10 <sup>-3</sup>	+	-	Coccobacille	Isolée, en double et en chaînette
G1.5	G 1	M17	10 <sup>-5</sup>	+	-	Cocci	Diplocoque
G2.6	G 2	MRS	10 <sup>-6</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque, en chaine et en grain de raisin
G2.7	G 2	MRS	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Isolée, en chaînette et en amas
G2.8	G 2	MRS	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Isolée et tétrade
G3.9	G 3	MRS	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque, en amas et en grain de raisin
G3.10	G 3	MRS	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Isolée, tétrade et en amas
G3.11	G 3	MRS	10 <sup>-2</sup>	+	-	Cocci	Flamme de bougie et en chaînette
Aspect microscopique de Messali							
M1.1	M 1	M17	10 <sup>-1</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque, en chaine et en amas
M1.2	M 1	MRS	10 <sup>-1</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque et en amas
M1.3	M 1	M17	10 <sup>-3</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque en chaine et en amas
M1.4	M 1	MRS	10 <sup>-3</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque et en amas
M1.6	M 1	M17	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque, tétrade et en amas
M1.7	M 1	M17	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque, triplocoque, tétrade et en chaine
M1.9	M 1	MRS	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque en chaine et en amas
M1.10	M 1	M17	10 <sup>-6</sup>	+	-	Bacille	Isolée, diplobacille, en amas, en long et courte chaine
M2.13	M 2	M17	10 <sup>-3</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque et en amas
M2.15	M 2	M17	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Isolée et diplocoque
M2.16	M 2	MRS	10 <sup>-1</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque, longue chaine et en amas
M2.17	M 2	MRS	10 <sup>-2</sup>	+	-	Cocci	Isolée
M2.19	M 2	MRS	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Isolée et en amas
M3.22	M 3	M17	10 <sup>-2</sup>	+	-	Coccobacille	Isolée, en double et en amas
M3.26	M 3	MRS	10 <sup>-3</sup>	+	-	Coccobacille	En double et en amas

Aspect microscopique de Viande Hachée Congelée							
VHC1.1	VHC1	MRS	10 <sup>-2</sup>	+	-	Coccobacille	Isolée, en double et en amas
VHC1.2	VHC1	MRS	10 <sup>-2</sup>	+	-	Cocci	Isolée et en amas
VHC1.3	VHC1	MRS	10 <sup>-2</sup>	+	-	Cocci	Isolée
VHC1.4	VHC1	MRS	10 <sup>-3</sup>	+	-	Coccobacille	Isolée, en double, en chaine et en amas
VHC1.5	VHC1	MRS	10 <sup>-3</sup>	+	-	Coccobacille	Isolée, en double et en amas
VHC1.6	VHC1	MRS	10 <sup>-3</sup>	+	-	Coccobacille	Isolée, en double, en chaine et en amas
VHC1.8	VHC1	MRS	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Isolée et diplocoque
VHC1.10	VHC1	M17	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque et en amas
CHC2.11	VHC2	MRS	10 <sup>-2</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque, triplocoque, en chaine et en amas
VHC2.12	VHC2	MRS	10 <sup>-3</sup>	+	-	Coccobacille	Isolée, en double, en chaine longue et en amas
VHC2.14	VHC2	MRS	10 <sup>-4</sup>	+	-	Coccobacille	Isolée, en double, en chaine et en amas
VHC2.15	VHC2	M17	SM	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque, tétrade et en amas
VHC2.16	VHC2	M17	10 <sup>-2</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque et en amas
Aspect microscopique de Viande Hachée							
VH3.18	VH3	MRS	SM	+	-	Bacille	Isolée, diplobacille et en chaine
VH3.19	VH3	MES	10 <sup>-2</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque et en amas
VH3.20	VH3	MRS	10 <sup>-3</sup>	+	-	Coccobacille	Isolée, en double, en amas et en courte chaine
VH3.21	VH3	MRS	10 <sup>-4</sup>	+	-	Coccobacille	Isolée, en double, en amas et en chaine
VH3.22	VH3	M17	10 <sup>-2</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque, en amas et en chaine
VH3.23	VH3	M17	10 <sup>-3</sup>	+	-	Coccobacille	Isolée, en double et en amas
VH4.27	VH4	MRS	10 <sup>-1</sup>	+	-	Coccobacille	Isolée, en double et en courte chaine
VH4.29	VH4	MRS	10 <sup>-4</sup>	+	-	Coccobacille	Isolée, en double et en amas
VH4.30	VH4	MRS	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Isolée
VH4.31	VH4	MRS	10 <sup>-4</sup>	+	-	Bacille	Isolée et diplobacille
VH4.32	VH4	M17	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque, en amas et en courte chaine
VH4.33	VH4	M17	10 <sup>-4</sup>	+	-	Coccobacille	En double, en amas et en longue chaine
VH4.34	VH4	M17	10 <sup>-3</sup>	+	-	Cocci	Isolée et en amas

Aspect microscopique de Viande Fraiches							
VF1.1	VF1	MRS	10 <sup>-4</sup>	+	-	Coccobacille	Isolée, en double et en courte chaine
VF1.2	VF1	MRS	10 <sup>-3</sup>	+	-	Cocci	Isolée
VF1.3	VF1	MRS	10 <sup>-3</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque et en longue chaine
VF1.4	VF1	MRS	10 <sup>-3</sup>	+	-	Cocci	Isolée, triplocoque, tétrade et en amas
VF1.5	VF1	MRS	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque, en amas et en longue chaine
VF1.6	VF1	MRS	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque, en chaine longue et en amas
VF1.7	FV1	M17	10 <sup>-3</sup>	+		Coccobacille	Isolée
VF1.8	VF1	M17	10 <sup>-3</sup>	+	-	Coccobacille	En double. en chaine et en amas
VF1.9	VF1	M17	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Diplocoque et en chaine
VF2.10	VF2	MRS	10 <sup>-6</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque et en amas
VF2.11	VF2	MRS	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Isolée et en amas
VF2.12	VF2	MRS	10 <sup>-6</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque, en amas, en longue et coute chaine
VF2.13	VF2	MRS	10 <sup>-4</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque, en chaine et en amas
VF2.14	VF2	MRS	10 <sup>-3</sup>	+	-	Cocci	Isolée, diplocoque et en amas
VF2.15	VF2	MRS	10 <sup>-3</sup>	+	-	Coccobacille	Isolée, en double, en chaine et en amas
VF2.16	VF2	M17	10 <sup>-6</sup>	+	-	Coccobacille	Isolée, en double, en chaine et en amas

G : Guedid ; M : Messali ; VHC : Viande Hachée Congelée ; VH : Viande Hachée ; VF : Viande Fraiche.

Les résultats des souches isolées dont les tests préliminaires répondent que toutes les souches sont des bactéries lactiques Gram + et catalase -. 64% des souches isolées sont des Cocci Gram+, par contre le bacille Gram+ qui est présenté un faible pourcentage 4% des souches isolées. Le coccobacille est représenté dans 32% des souches (Figure 7)

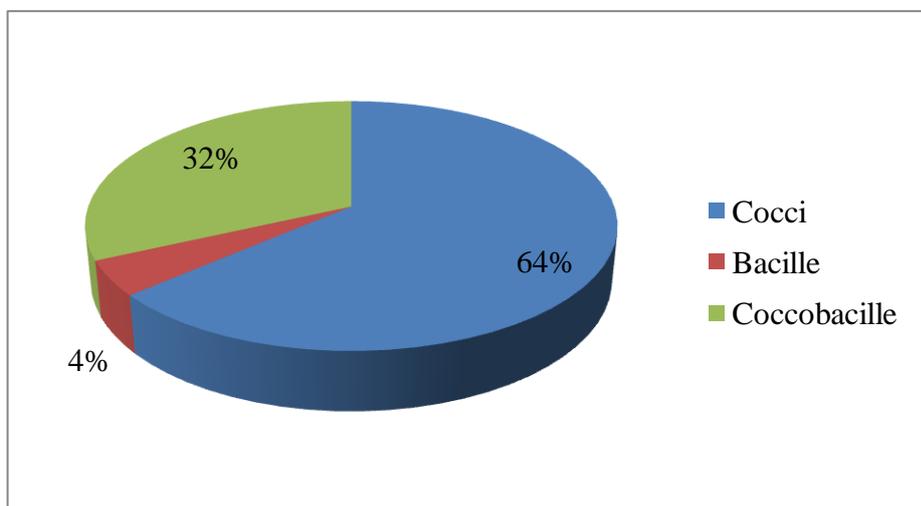


Figure 7 : Représentation graphique de la forme des bactéries lactiques isolées.

### II.3. Identification des souches lactiques

Après avoir effectué l'examen de la recherche de la catalase et la coloration de Gram, toutes les bactéries Gram positif et catalase négatif sont présumées comme bactéries lactiques (Kihal, 1996 ; Carr *et al.*, 2002). Les isolats Gram positif, catalases négatifs sont étudiés pour déterminer leurs espèces.

#### II.3.1. Tests physiologiques

On teste la croissance de nos isolats en présence de différente concentration de NaCl (3%, 7%, et 10%), différent valeur de PH (3.9, 6,4 et 8) et la croissance en différentes température (4°C, 15°C et 45°C) (Badis *et al.*, 2005). Les résultats des tests physiologiques sont résumés dans le tableau 6.

##### II.3.1.1. Croissance à différentes températures 5°C, 15°C et 45°C

Ce test est important car il permet de distinguer les bactéries lactiques mésophiles, psychrophiles ou thermophiles. (Carr *et al.*, 2002 ; Badis *et al.*, 2004). Ce test est réalisé en bouillon MRS. La croissance est appréciée par un trouble du milieu après 24 heures à 5°C, 15°C et 45°C en comparaison avec un tube témoin non ensemencé (Hassaine, 2013).

Parmi les 66 souches isolées, on a 35% des souches qui se multiplient à 5°C, ce qui assure que ces souches sont psychrophiles ceci prouve que ces bactéries s'adaptent bien au froid dans les conditions utilisées pour la conservation des viandes.

Les résultats montre que la plus part des souches sont capables de se croitre à 15°C conditions souvent utilisées dans la conservation de viande traditionnelle (Guedid), 43 souches poussent a

45°C signifie que 65% de bactéries lactiques isolées sont thermophile et résistent à des températures élevées. Ces résultats confirment la présence des bactéries lactiques dans la viande cuite c'est le cas de la viande traditionnelle Messali (Voir le tableau 6).

### **II.3.1.2. Croissance en présence de différentes concentrations de NaCl 3% ,7% et 10%**

La culture des isolats est réalisée dans des tubes de bouillon MRS à 3% ,7% et 10% de NaCl, l'incubation se fait à 30°C pendant 72 heures (Hassaine, 2013). La croissance de ces bactéries se manifeste par un trouble du milieu en comparaison avec un tube témoin non ensemencé.

Les résultats montrent que la majorité de ces bactéries tolèrent des concentrations différentes la plus part des isolas poussent à 3% et 7%, dont 30% seulement tolèrent jusqu'à 10% de NaCl, ces résultats confirment la présence de ces bactéries dans les viandes salées.

La température basse et la salinité sont deux conditions souvent utilisées dans la conservation des viandes, les bactéries lactiques présentent donc une adaptation à ces deux conditions.

### **II.3.1.3. Croissance à pH 3,9, 6,4 et 8**

Ce test est réalisé dans des bouillons hyperalcalin (pH = 8) et hyperacides dont le pH est ajusté à (3,9 et 4). Après une incubation à 30°C pendant 24 à 72 heures, l'aptitude à croître sur ces milieux se traduit par l'apparition d'un trouble.

La croissance est appréciée par examen des milieux de culture et par comparaison avec un tube de milieu de culture non ensemencé incubé à la même température (Carr *et al.*, 2002; Mathara *et al.*, 2004).

Dans notre travail la plupart des souches poussent à pH = 6,4, se sont des bactéries acides (Guiraud, 2003). Les résultats des tests physiologiques sont résumés dans Le tableau 6

Cette identification phénotypique a permis d'affilier les souches au genre correspondant. A partir de 66 souches sélectionnées, la dominance du genre *Enterococcus* représenté par 23%. Il est suivi par les genres *Streptococcus* 8% et *Lactococcus* avec un pourcentage de 7%. Enfin, les genres *Leuconostoc* 39% et *Lactobacillus* ont un pourcentage de 23%.

L'identification selon les critères morphologiques, physiologiques et biochimiques a permis de mettre en place une collection représentée par cinq genres de bactéries lactiques dont leur distribution selon le pourcentage d'apparition est illustrée par la figure 8.

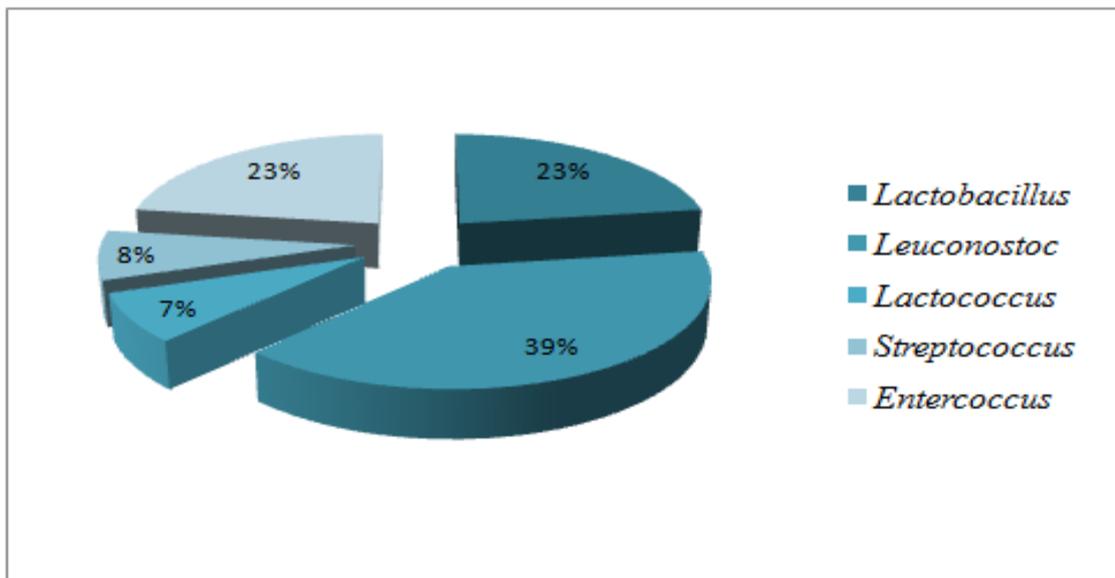


Figure 8 : Répartition des cinq genres des bactéries lactiques

#### II.3.1.4. Type fermentaire

Ce test nous a permis de différencier entre les souches homofermentaires et les souches hétérofermentaires. Les souches qui produisent du gaz ( $\text{CO}_2$ ) à partir du glucose qui apparaît dans la cloche de Durham (Figure 9), sont considérées comme hétérofermentaire qui est un caractère spécifique pour les *Leuconostoc* (Badis et al., 2005 ; Mathot et al., 1994).

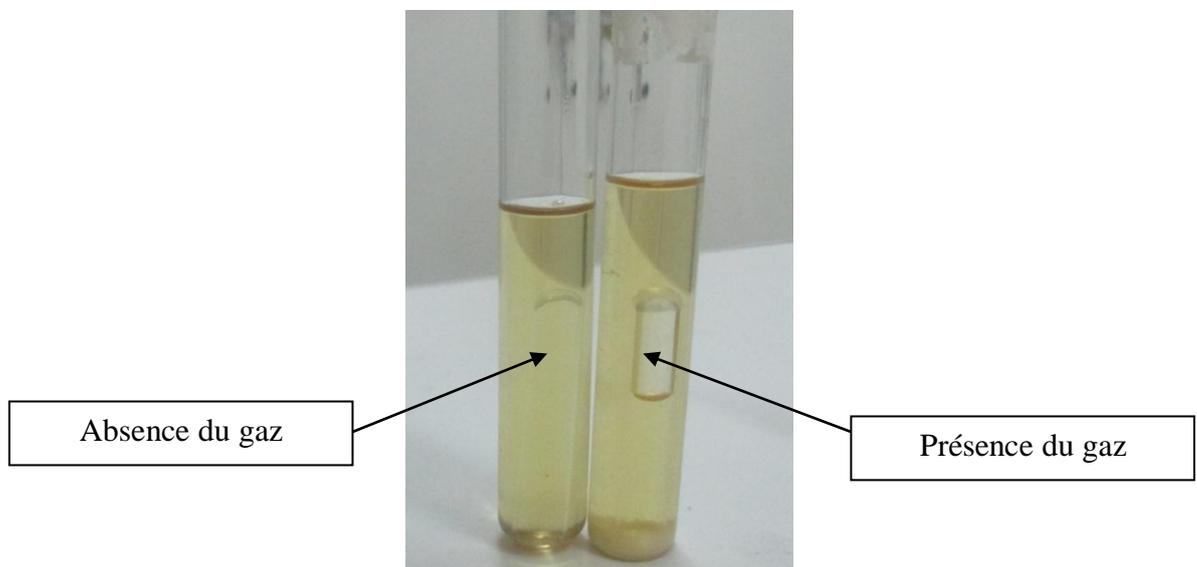


Figure 9 : Type fermentaire sur milieu MRS liquide glucosé contenant la cloche de Durham.

Les souches hétérofermentaires vont produire, en plus de l'acide lactique, l'acide acétique et le  $\text{CO}_2$ . La production de gaz se manifeste par le flottement de la cloche qui est vidée du milieu (Kheddid et al., 2009). Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau 6.

Le test de type fermentaire a montré que 41% des souches sont hétérofermentaires et 59% des souches sont homofermentaire, ce qui oriente vers les différents genres des bactéries lactiques.

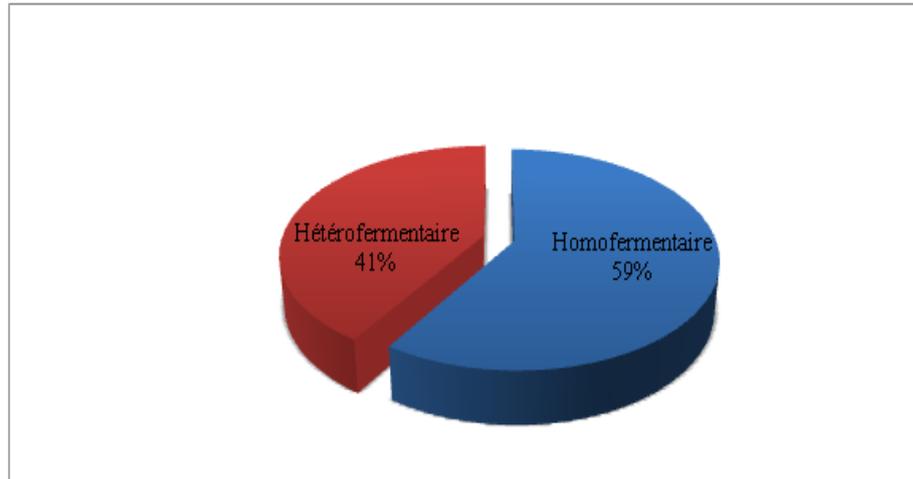


Figure 10 : Répartition des souches homofermentaires et hétérofermentaires.

Tableau 6 : Résultats des tests physiologiques des bactéries lactiques.

Souche	pH			NaCl			Température			Type fermentaire	Genre
	3.9	6.4	8	3%	7%	10%	5°C	15°C	45°C		
<b>G1.1</b>	-	+	+	+	+	+	+	+	+	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>G1.3</b>	-	+	+	+	+	+	+	+	-	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>G1.5</b>	-	+	+	+	+	+	+	+	+	Hétérofermentaire	<i>Lactobacillus</i>
<b>G2.6</b>	-	+	-	+	-	+	-	-	-	Homofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>G2.7</b>	-	+	+	+	+	+	+	-	-	Hétérofermentaire	<i>Streptococcus</i>
<b>G2.8</b>	-	+	+	+	-	-	-	-	-	Homofermentaire	<i>Lactococcus</i>
<b>G3.9</b>	+/-	+	+	+	+	+	+	-	-	Homofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>G3.10</b>	-	+	+	+	+	+	+	-	-	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>G3.11</b>	-	+	+	+	+	+	+/-	-	+	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>M1.1</b>	-	+	+	+	+	-	-	-	-	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>M1.2</b>	-	+	+	+	+	+	-	-	+/-	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>M1.3</b>	-	+	+	+/-	-	-	-	-	-	Homofermentaire	<i>Streptococcus</i>
<b>M1.4</b>	-	+	+	+	+	-	-	-	+	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>M1.6</b>	-	+	+	+	-	-	-	+	+	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>M1.7</b>	+/-	+	+	+	+	+	+	+	+	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>M1.9</b>	-	+	+	+	+	-	+	+	+	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>M1.10</b>	-	+	+	+	-	-	+	+	-	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>M2.13</b>	-	+	+	+	-	-	-	+	-	Homofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>M2..15</b>	+	+	+	+	-	-	-	+	-	Hétérofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>M2.16</b>	-	+	+	+	+	+	+	+	+/-	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>M2.17</b>	-	+	+	+	+/-	-	-	+	+/-	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>M2.19</b>	-	+	+	-	-	-	+	+	-	Homofermentaire	<i>Streptococcus</i>
<b>M3.22</b>	-	+	+	+	+	-	-	+	+	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>M3.26</b>	-	+	+	+/-	-	-	-	-	+	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>VHC1.1</b>	+	+	+	+	-	-	-	-	-	Homofermentaire	<i>Lactobacillus</i>
<b>VHC1.2</b>	-	+	+	+	+	-	+	+	+	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>VHC1.3</b>	-	+	+	+	+	-	+	+	-	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>VHC1.4</b>	-	+	+	+	+	-	-	+	-	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>

<b>VHC1.5</b>	-	+	+	+	+	-	-	+	+	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>VHC1.6</b>	-	+	+	+	+	-	+	+	+	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>VHC1.8</b>	-	+	+	+	-	-	-	+	+	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>VHC1.10</b>	-	+	+	+	-	-	-	+	+	Homofermentaire	<i>Streptococcus</i>
<b>VHC2.11</b>	-	+	+	-	-	-	-	+	+	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>VHC2.12</b>	-	+	+	+	-	-	+	-	+	Homofermentaire	<i>Streptococcus</i>
<b>VHC2.14</b>	-	+	+	+	-	-	+	-	+	Homofermentaire	<i>Streptococcus</i>
<b>VHC2.15</b>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>VHC2.16</b>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>VH3.18</b>	+	+	-	+	+	-	+	+	+	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>VH3.19</b>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>VH3.20</b>	-	+	+	+	-	-	-	+	-	Homofermentaire	<i>Lactobacillus</i>
<b>VH3.21</b>	-	+	+	+	-	-	-	+	+	Homofermentaire	<i>Lactobacillus</i>
<b>VH3.22</b>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>VH3.23</b>	-	+	+	+	-	-	-	+	+	Homofermentaire	<i>Lactobacillus</i>
<b>VH4.27</b>	-	+	+	+	-	-	-	-	+	Homofermentaire	<i>Streptococcus</i>
<b>VH4.29</b>	-	+	+	+	-	-	-	+	+	Homofermentaire	<i>Lactobacillus</i>
<b>VH4.30</b>	-	+	+	-	+	-	-	+	+	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>VH4.31</b>	+	+	-	-	-	+	+	+	+	Homofermentaire	<i>Streptococcus</i>
<b>VH4.32</b>	-	+	+	+	+/-	-	-	+	+	Homofermentaire	<i>Streptococcus</i>
<b>VH4.33</b>	-	+	+	+	+	+	-	+	+	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>VH4.34</b>	+	+	+	+	+	-	+	+	+	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>VF1.1</b>	+	+	+	+	+	-	+/-	+	+	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>VF1.2</b>	-	+	+	+	-	-	+	+	-	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>VF1.3</b>	-	+	+	+	-	-	-	+	-	Homofermentaire	<i>Lactococcus</i>
<b>VF1.4</b>	-	+	+	+	-	-	+	+	+	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>VF1.5</b>	-	+	+	+	+	-	+	-	-	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>VF1.6</b>	-	+	+	+	-	-	-	+	-	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>VF1.7</b>	+	+	+	+	+	+	+/-	-	+	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>VF1.8</b>	+	+	+	+	-	-		+	+	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>VF1.9</b>	--	+	+	+	+	+	+	+	+	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>VF2.10</b>	-	+	+	+	+	+	+	+	+	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>

<b>VF2.11</b>	-	+	+	+	+/-	-	+	+	+/-	Homofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>VF2.12</b>	-	+	+	+	+/-	-	+	+	-	Hétérofermentaire	<i>Enterococcus</i>
<b>VF2.13</b>	-	+	+	+	-	-	+	+	-	Homofermentaire	<i>Lactococcus</i>
<b>VF2.14</b>	-	+	+	+	+	-	+	+	-	Homofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>VF2.15</b>	-	+	+	+	+	-	+	+	+	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i>
<b>VF2.16</b>	-	+	+	+	+/-	-	+	+	+	Homofermentaire	<i>Streptococcus</i>

. G : Guedid ; M : Messali ; VHC : Viande Hachée Congelée ; VH : Viande Hachée ; VF : Viande Fraiche.

## II.3.2. Tests biochimiques

### II.3.2.1. Activité antagoniste

À partir de 66 souches lactiques, nous avons sélectionnées les bactéries lactiques qui présentent un aspect phénotypique différent contre quatre souches indicatrices, (*Escherichia coli* ATCC25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25293, *Micrococcus luteus* ATCC 1790 et *Bacillus subtilis* ATCC 6633) par méthode de diffusion sur puits. L'inhibition est notée positive lorsqu'elle est supérieure à 8 mm (Schillinger et Lucke, 2001).

#### II.3.2.1.1. Activité antagoniste de souches vis-à-vis d'*Escherichia coli* ATCC 25922

Parmi les 13 souches sélectionnées pour la recherche des propriétés antagoniste, trois souche a savoir VF2.13, VHC1.5 et VF1.1 présentent un spectre d'activité vis-à-vis du germe cible testé *Escherichia coli* ATCC 25922. (Voir planche 6 et figure 11)



Planche 6 : Inhibition obtenue par les souches (VF2.13, VHC1.5 et VF1.1) vis-à-vis *E.coli*.

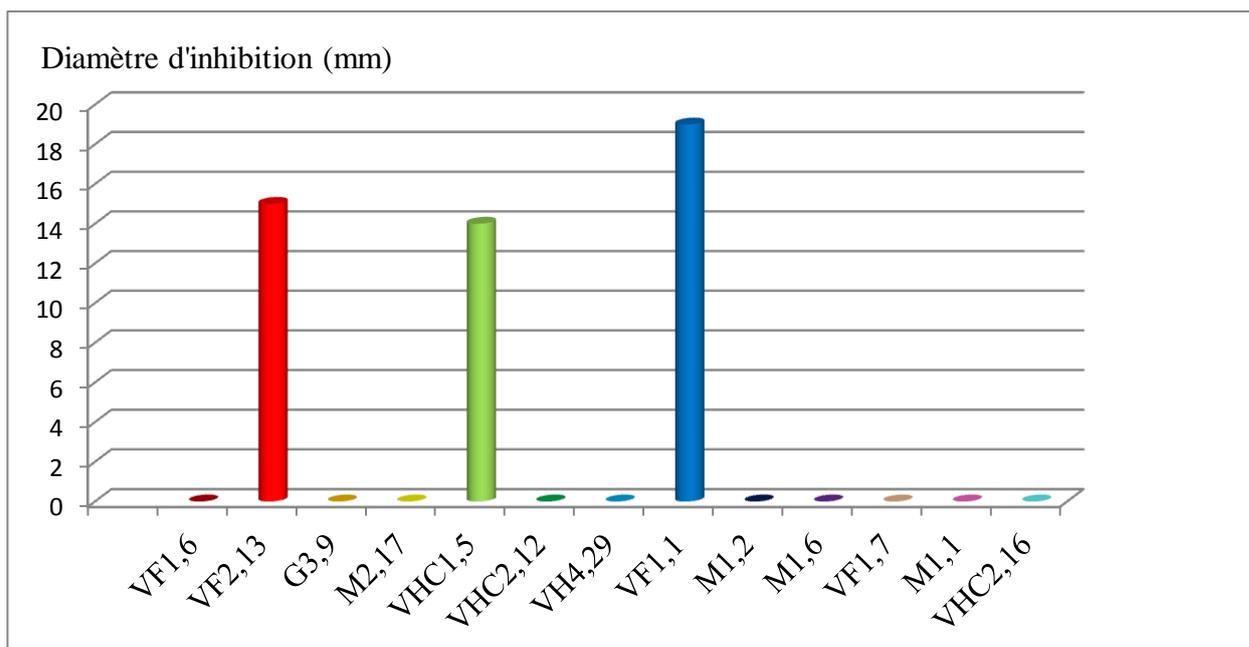


Figure 11 : Diamètre d'inhibition en mm des souches lactique vis a vis d'*Escherichia coli* ATCC 25922.

Aucune inhibition d'*Escherichia coli* n'a été observée sur le reste des souches. Les résultats de l'inhibition des bactéries lactique contre *Escherichia coli* ATCC 25922 sont résumés dans le tableau 7.

Tableau 7: Mesure du diamètre de zone inhibition des souches lactique en présence d'*Escherichia coli* ATCC 25922

Souches	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922		
	Acidité	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Bactériocine
VF1.6	Absence	Absence	Absence
VF2.13	Présence (15mm)	Absence	Absence
G3.9	Absence	Absence	Absence
M2.17	Absence	Absence	Absence
VHC1.5	Présence (14mm)	Absence	Absence
VHC2.12	Absence	Absence	Absence
VH4.29	Absence	Absence	Absence
VF1.1	Présence (19mm)	Absence	Absence
M1.2	Absence	Absence	Absence
M1.6	Absence	Absence	Absence
VF1.7	Absence	Absence	Absence
M1.1	Absence	Absence	Absence

VHC2.16	Absence	Absence	Absence
---------	---------	---------	---------

#### **II.3.2.1.2. Activité antagoniste de souches vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* ATCC 25293**

Concernant *Staphylococcus aureus*, les diamètres des zones d'inhibition sont importants pour les souches VF2.13, VHC1.5, VF1.1 et VHC2.16 et varie entre 12 à 14mm .Pour les autres souches aucune inhibition n'a été observées (Planche 7)

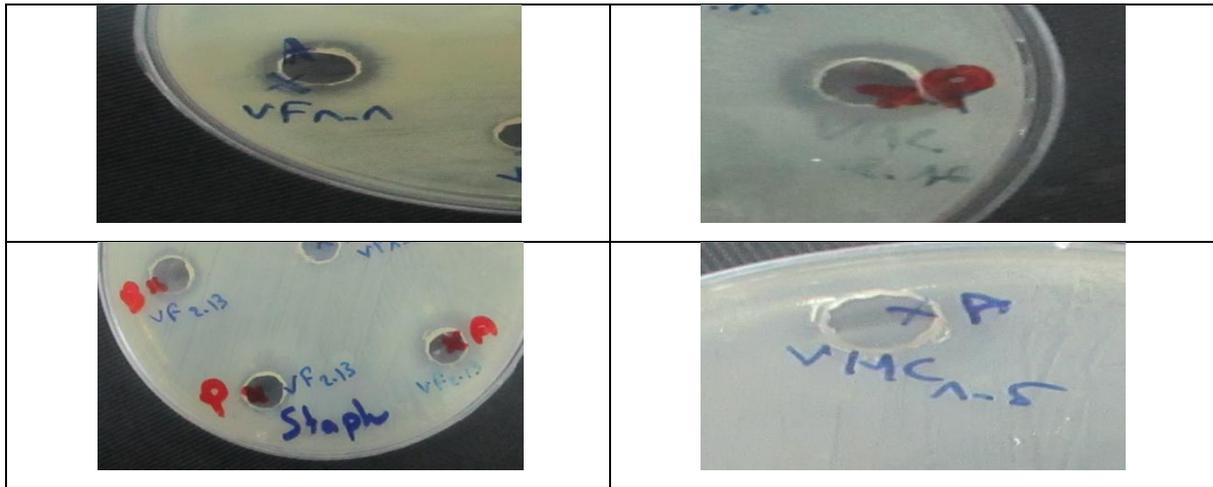


Planche 7 : Inhibition des souches VF2.13, VHC1.5, VF1.1 et VHC2.16 par *Staphylococcus aureus* ATCC 25293.

Nos résultats de l'inhibition des souches sélectionnés par *Staphylococcus aureus* ATCC 25293 sont résumés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Mesure le diamètre de zone inhibition des souches lactique en présence de *Staphylococcus aureus* ATCC 25293.

Souches	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25293		
	Acidité	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Bactériocine
VF1.6	Absence	Absence	Absence
VF2.13	Présence (13mm)	Présence (14mm)	Présence (13mm)
G3.9	Absence	Absence	Absence
M2.17	Absence	Absence	Absence
VHC1.5	Présence (14mm)	Absence	Absence
VHC2.12	Absence	Absence	Absence
VH4.29	Absence	Absence	Absence
VF1.1	Présence (12mm)	Absence	Absence
M1.2	Absence	Absence	Absence
M1.6	Absence	Absence	Absence
VF1.7	Absence	Absence	Absence
M1.1	Absence	Absence	Absence
VHC2.16	Absence	Présence (14mm)	Absence

### II.3 2.1.3. Activité antagoniste de souches vis-à-vis de *Micrococcus luteus* ATCC 1790

Pour *Micrococcus luteus* le diamètre de zone d'inhibition varie entre 15 à 19mm, ils peuvent atteindre 20 mm pour les souches M2.17, VF2.13 et VHC1.5. Aucune inhibition n'a été observée pour les souches G3.9, VHC2.12, VH4.29, M1.2, M1.6, VF1.7 et M1.1 (Planche 8). Le tableau représente la mesure du diamètre des zones d'inhibitions des souches lactique vis-à-vis de *Micrococcus luteus* ATCC 1790.

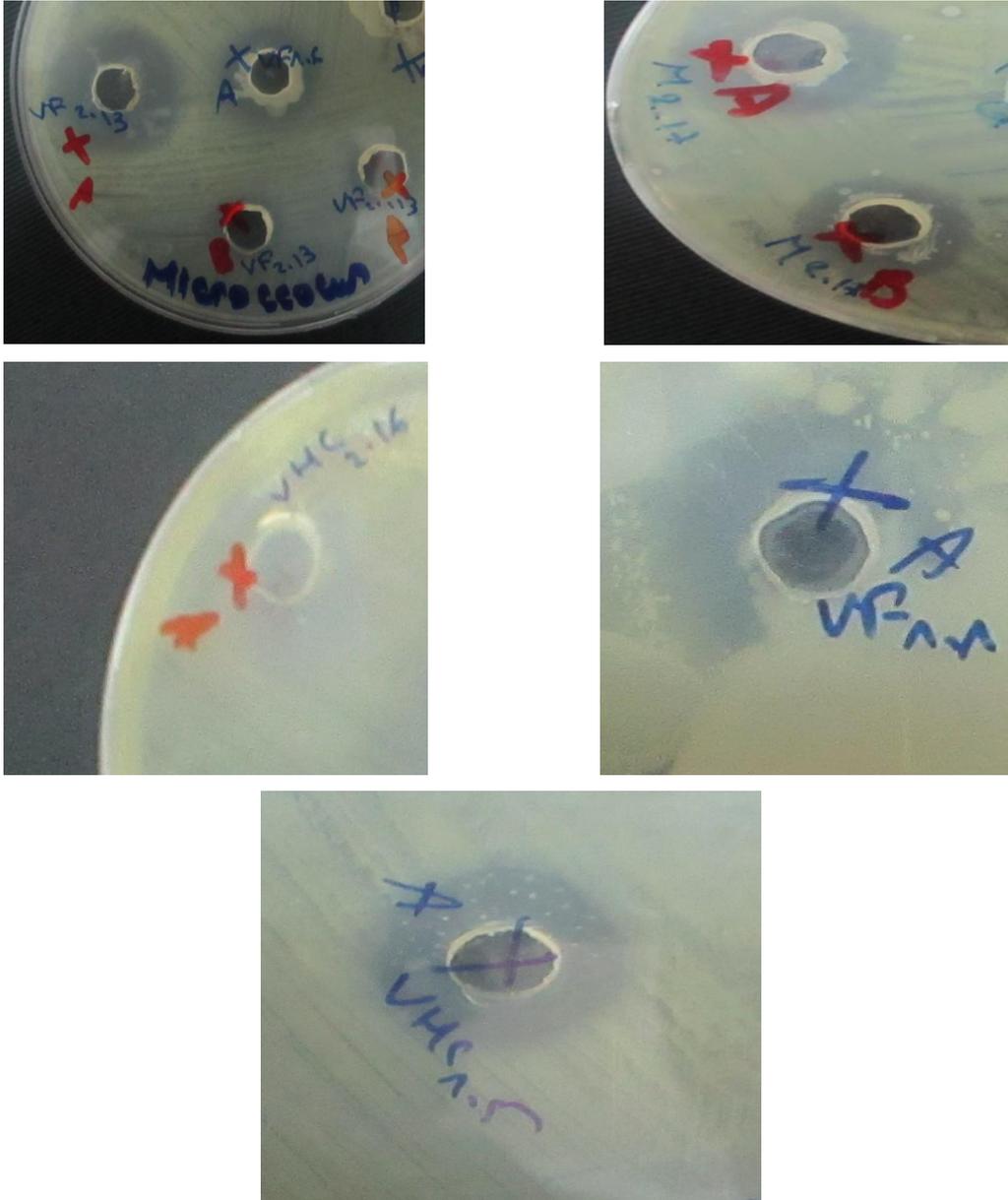


Planche 8 : Inhibition des souches lactiques vis-à-vis de *Micrococcus luteus* ATCC 1790.

Tableau 9 : Mesure le diamètre de zone inhibition des souches lactique en présence de *Micrococcus luteus* ATCC 1790

Souches	<i>Micrococcus luteus</i> 1790		
	Acidité	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Bactériocine
VF1.6	Présence (20mm)	Absence	Absence
VF2.13	Présence (27mm)	Présence (12mm)	Présence (10mm)
G3.9	Absence	Absence	Absence
M2.17	Présence (27mm)	Présence (25mm)	Présence (18mm)
VHC1.5	Présence (22mm)	Absence	Absence
VHC2.12	Absence	Absence	Absence
VH4.29	Absence	Absence	Absence
VF1.1	Présence (15mm)	Absence	Absence
M1.2	Absence	Absence	Absence
M1.6	Absence	Absence	Absence
VF1.7	Absence	Absence	Absence
M1.1	Absence	Absence	Absence
VHC2.16	Présence (19mm)	Absence	Absence

#### II.3.2.1.4. Activité antagoniste de souches vis-à-vis de *Bacillus subtilis* ATCC 6633

A partir de nos résultats, nous remarquons que la moitié des souches isolées possèdent une activité antibactérienne contre *Bacillus subtilis*. La zone d'inhibition est variée entre 10 à 17 mm. Le reste des souches (VF1.6, G3.9, VH4.29, M1.2, VF1.7 et M1.1) ne sont pas active car aucune zone d'inhibition pour ces souches lactique n'a été observée. La planche 9 représente les résultats de l'inhibition des bactéries lactiques en présence de la souche indicatrice *Bacillus subtilis* ATCC 6633 (Tableau 10).

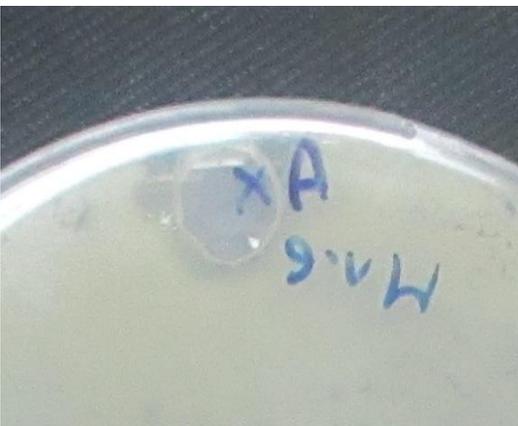
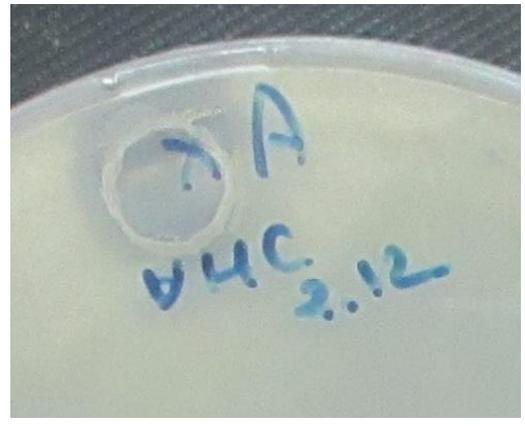
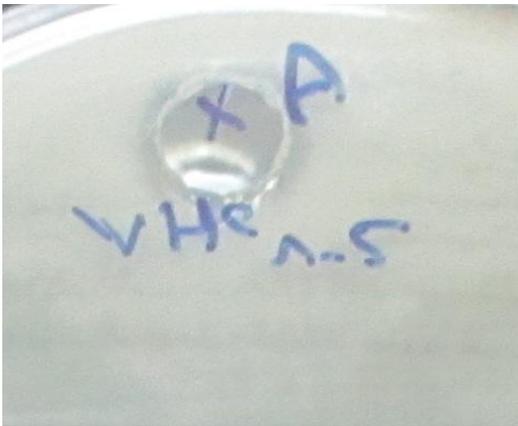




Planche 9 : Inhibition des souches lactiques vis-à-vis de *Bacillus subtilis* ATCC 6633

Tableau 10 : Mesure le diamètre de zone inhibition des souches lactique en présence de *Bacillus subtilis* ATCC 6633

Souches	<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633		
	Acidité	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Bactériocine
VF1.6	Absence	Absence	Absence
VF2.13	Présence (15mm)	Absence	Absence
G3.9	Absence	Absence	Absence
M2.17	Présence (10mm)	Absence	Absence
VHC1.5	Présence (12mm)	Absence	Absence
VHC2.12	Présence (12mm)	Absence	Absence
VH4.29	Absence	Absence	Absence
VF1.1	Présence (10mm)	Absence	Absence
M1.2	Absence	Absence	Absence
M1.6	Présence (12mm)	Absence	Absence
VF1.7	Absence	Absence	Absence
M1.1	Absence	Absence	Absence
VHC2.16	Présence (17mm)	Absence	Absence

### II.3.2.2. Propriétés inhibitrices des bactéries lactiques selon le mode d'action

Les bactéries lactiques jouent un rôle important que se soit dans la bioconservation des aliments ou dans la biothérapie grâce à leur pouvoir d'inhiber les bactéries pathogènes et altérantes (Uehara et *al.*, 2006 ; Dortu et Thonart, 2009 ; El-Ghaish et *al.*, 2011). Ils fermentent les glucides en acide lactique d'où une diminution du pH favorable à la bioconservation des denrées alimentaires. Leur pouvoir antagoniste résulte aussi de la

production du H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (le peroxyde d'hydrogène) et des bactériocines limitant la croissance de certains germes pathogènes.

Notre étude est basée sur la recherche de l'activité inhibitrice des bactéries lactique isolées des viandes rouges, si les bactéries lactiques inhibent les bactéries pathogènes ce qui permet d'expliquer leur rôle bioprotecteur et biopréservateur des viandes : l'augmentation de la durée de vie de cette aliment.

- **Inhibition due à l'acidité**

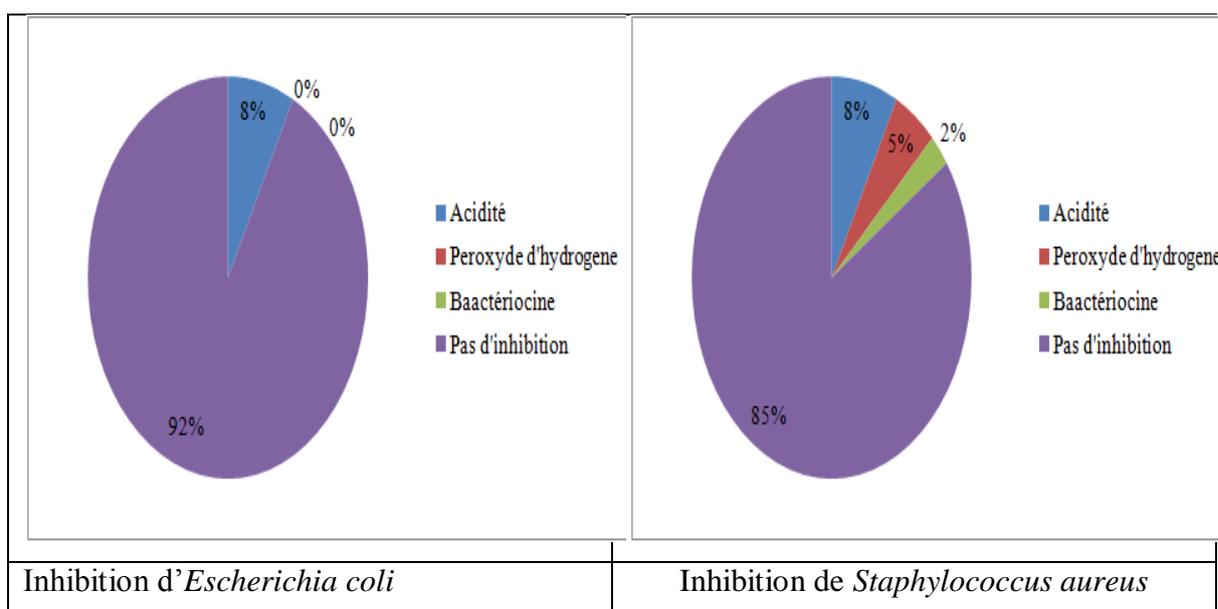
L'acidité qui est due à une production importante de l'acide par les bactéries lactiques. Son effet est importante sur *Micrococcus luteus* et *Bacillus subtilis* et moins important pour *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*.

- **Inhibition due au peroxyde d'hydrogène**

L'action du peroxyde d'hydrogène est moins importante par rapport à l'action de l'acide. Aucune action inhibitrice n'a été détectée sur *Bacillus subtilis* et *Escherichia coli*. Son effet est observable sur les espèces *Micrococcus luteus* et *Staphylococcus aureus*.

- **Inhibition du bactériocine**

Aucune action inhibitrice n'a été observée sur *Bacillus subtilis* et *Escherichia coli*. Son effet est détectée sur les espèces *Micrococcus luteus* et *Staphylococcus aureus* mais moins important par rapport à l'action de l'acidité et de peroxyde d'hydrogène (figure x).



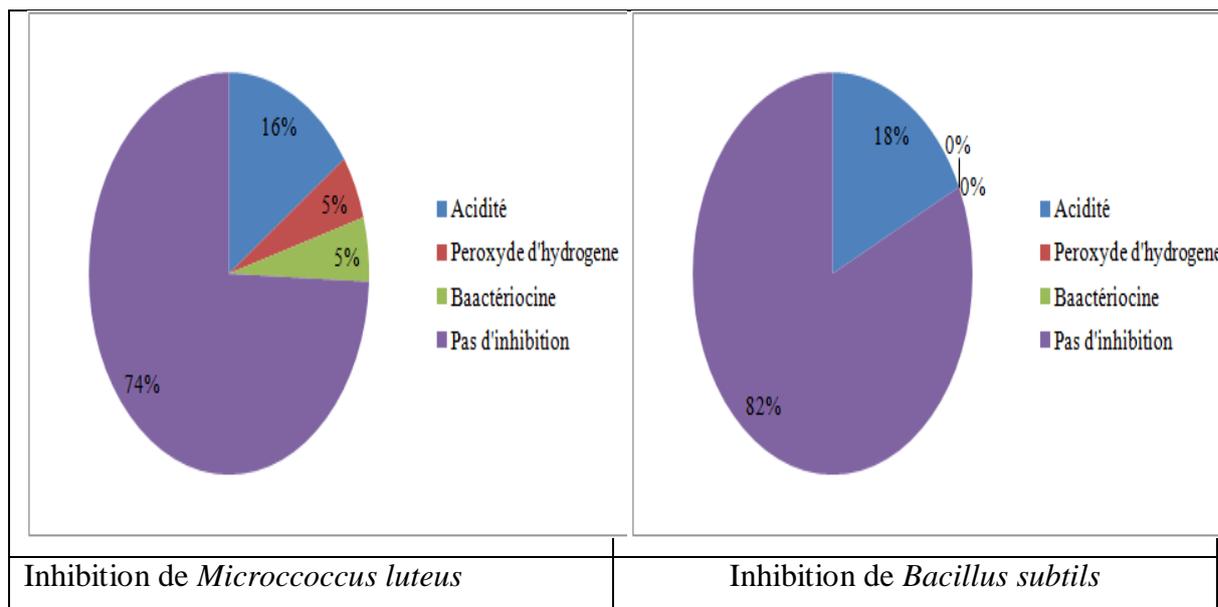


Figure 12 : Représentation graphique des résultats des tests d'inhibition par les bactéries lactiques.

Pour l'inhibition d'*Escherichia coli* le pourcentage est de 8% par acidité et 0% par bactériocine et peroxyde d'hydrogène.

Pour l'espece *Staphylococcus aureus* le pourcentage d'inhibition par l'action de l'acidité est de 8%, pour l'action de peroxyde est de 2% et par la bactériocine est de 5%.

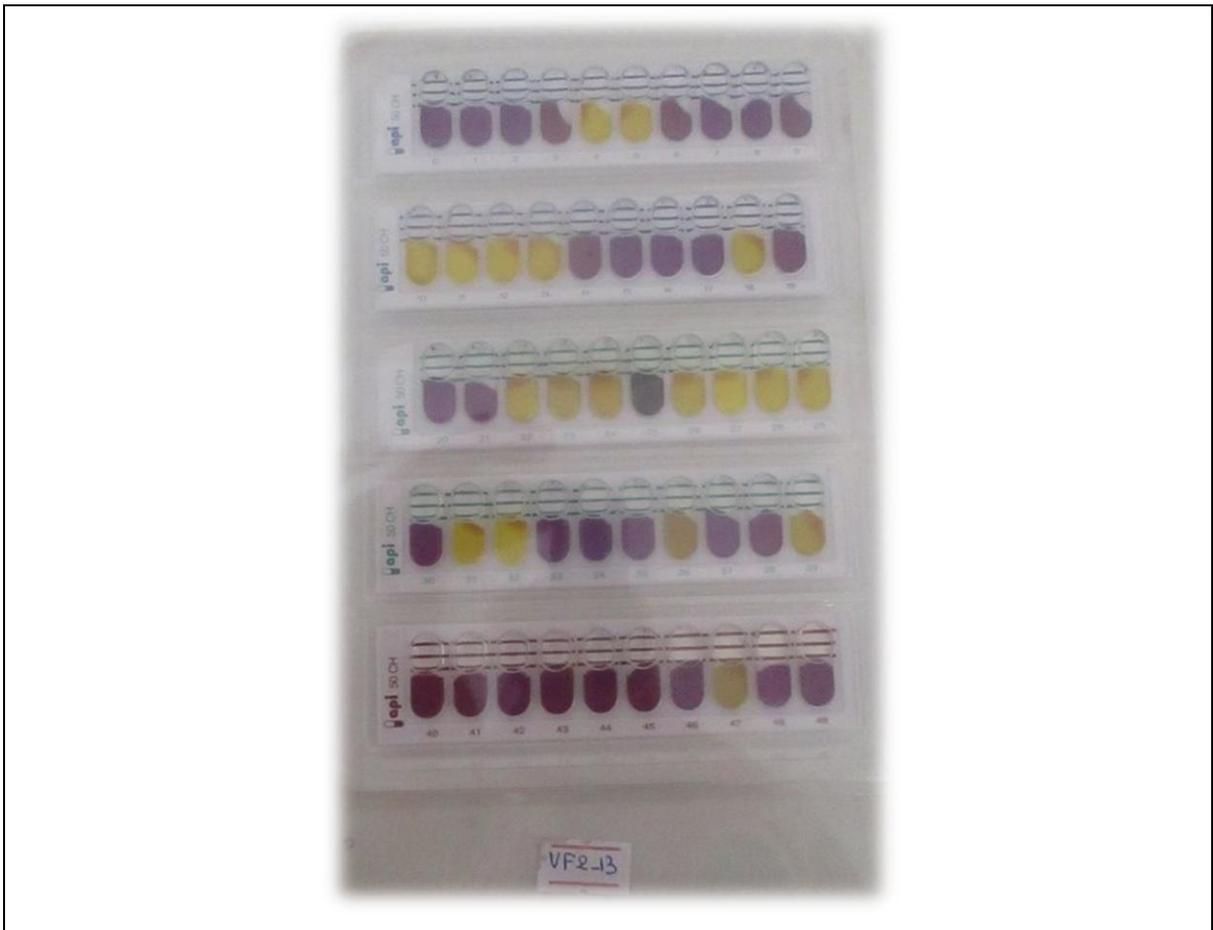
Pour l'inhibition de la souche *Micrococcus luteus* le pourcentage est de 16% par l'action de l'acidité, pour l'action de peroxyde est de 5% et par la bactériocine est de 5%.

Pour l'inhibition de *Bacillus subtilis* le pourcentage d'inhibition par l'action de l'acidité est de 18%, pour le peroxyde et la bactériocine sont nulles.

En général les bactéries lactiques propres à la viande possèdent un effet inhibiteur sur les bactéries pathogènes de la viande. Ces résultats indiquent que nos bactéries lactiques sont capables de synthétiser des substances inhibitrices ayant une activité antibactérienne, car il est montré que l'activité antagoniste de bactéries lactiques est due à la production des substances antibactériennes (acide lactique, peroxyde et bactériocine).

Ces bactéries résident donc dans leur capacité à acidifier les produits alimentaires. L'acide lactique, qui est le produit du métabolisme fermentaire, joue un rôle majeur dans la conservation des aliments puisqu'il inhibe fortement la croissance des bactéries pathogènes (Stiles, 1996). Elle est aussi capable de mieux résister que d'autres à des conditions environnementales difficiles (froid, chaud, présence de sel, d'épices,) rencontrées lors de la conservation des produits carnés.

Les bactéries lactiques sont présentes dans notre alimentation quotidienne, que ce soit



dans les viandes et produits carnés (saucissons) (Garry et Le Guern, 1999).

### **II.3.2.3. Profil fermentaire sur galerie API 50 CHL**

Le système API 50 CHL a été utilisé pour déterminer la production d'acides à partir des hydrates de carbone. L'identification par la galerie API 50 CHL est faite en comparant les profils obtenus avec les données de la littérature.

Parmi les 13 souches, deux souches VF2.13 et M2.17 ont été sélectionnées selon leur profil antimicrobien élevé vis-à-vis des germes pathogènes utilisés, pour une identification approfondie avec les galeries API 50 CH.

Les résultats d'identification de ces deux souches par la galerie API 50CHL sont représentés dans les figures 13 et 14.





C'est une étape confirmative indispensable dans l'identification des souches. Après 48h d'incubation, il a été remarqué un virage de la couleur du milieu de culture de pourpre au jaune dont 20 cupules de la galerie API 50CHI de la souche VF2.13 et 3 cupules de la galerie API 50CHL de la souche M2.17. Ce virage de l'indicateur coloré est attribué à la production d'une quantité plus ou moins forte d'acide lactique par les deux souches en utilisant les sucres fermentescibles. L'interprétation de ces tests a été faite par l'utilisation de tableau d'identification, qui suggère une appartenance de la souche VF2.13 à l'espèce *Lactococcus lactis ssp lactis 1*. Par contre l'interprétation des résultats de la souche M2.17 suggère une appartenance à l'espèce *Leuconostoc lactis*.

# *Conclusion*

L'objectif de la présente étude a consisté en un isolement et une caractérisation des bactéries lactiques sont présentes dans différents types de viande rouges ayant un intérêt dans la conservation des viandes. Ces bactéries ont la capacité de synthétiser des substances à effet inhibiteur, afin de les utiliser comme bioconservateurs et d'augmenter la durée de conservation des denrées alimentaires.

L'isolement a été effectué à partir de différents types de viande, permettant ainsi d'obtenir un nombre relativement élevé de souches lactiques recherchées.

Soixante six (66) souches sont isolées et identifiées avec des caractères différents à partir des échantillons de viande rouge analysées, sous ses deux formes (fraîche et hachée) et produits carnés traditionnelles (Guedid et Messali).

L'isolement des bactéries lactiques sur le milieu MRS et M17 a permis d'étudier les caractères morphologiques, physiologiques et biochimiques de 66 souches dont l'ensemble font partie des genres: *Leuconostoc* qui est le genre le plus dominant dans les 12 échantillons, *Lactococcus*, *Entérocooccus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*. Ces bactéries lactiques sont capable de résister à des conditions environnementales difficiles liées au mode de conservation des viandes (froid, chaleur, congélation, présence de sel).

Les travaux réalisés sur l'antagonisme bactérien, sur 11 isolats sélectionnés, ont montré des inhibitions à différents niveaux vis-à-vis des souches indicatrices testées, en occurrence, chez *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus* et *Bacillus subtilis*. La caractérisation de l'agent inhibiteur a permis de déterminer que l'activité antibactérienne des souches est due à la présence des substances antibactériennes qui peuvent participer à la conservation du viande ou produits carnés en produisant des substances susceptibles d'inhiber les bactéries responsables de son altération qui sont responsables des mauvais qualité organoleptique de la viande qui la rendent impropre à la consommation .

Le test des interactions entre les souches lactiques isolées et les souches pathogènes a révélé des zones d'inhibition bien distinctes dont le diamètre peut atteindre 27 mm. L'agent inhibiteur peut être me peroxyde d'hydrogène, acides organiques ou d'autres substances protéique comme le bactériocine.

Nous concluons que la viande et les produits carnés traditionnels constituent une source de nouvelles souches de bactéries lactiques a propriétés antimicrobiennes. Les bactéries lactiques sont présentes en grand nombre et empêchent le développement d'autres espèces. Elles sont été montrées qu'il s'agit de la bactérie typique de la viande car elle est presque

systématiquement trouvée sur les produits carnés. Elle joue un rôle important dans la préservation de la viande et augmenter la durée de conservation.

En perspective nous envisageons de poursuivre ce travail sur :

- Identification moléculaire des souches lactiques isolées par séquençage du gène ADNr16s
- Caractérisation approfondie des souches productrices de bactériocine
- Etude de cinétique de nos souches pour qu'elles puissent être utilisés en industrie-alimentaire
- Identification génétique pour compléter l'identification biochimique et physiologique

*Références  
bibliographiques*

- **Adams, M.R. & Moss O.M. 2008.** Food Microbiology, 3rd edition: Royal Society of Chemistry, UK. Pp 131 – 138.
- **Ahmad Faris Mohd Adnan, Irene K.P.Tan, 2007.** Isolation of lactic bacteria from Malaysian food and assessment of the isolates for industrial potential. *Bioresource Technology*, 98:1380-1385
- **Ahmed F.M.A ET Irene K.P. Tan., 2007.** Isolation of lactic acid bacteria from Malaysian foods and assessment of the isolates for industrial potential. *Bioresource Technology*, 98 ; 1380-1385.
- **Aktas N., Aksu M.I. & Kaya M., 2005.** Changes in myofibrillar proteins during processing of *Pastirma* (Turkish dry meat product) produced with commercial starter cultures. *Food Chemistry* 90, 649–654.
- **Albano H, Oliveira M, Aroso R, Cubero N, Hogg T, Teixeira P, 2007.** Antilisterial activity of lactic acid bacteria isolated from ‘Alheiras’ (traditional portuguese fermented sausages) In situ assays. *Meat. Sci.* 76: 796-800.
- **Axelsson L. 2004.** Lactic acid bacteria; microbiological and functional aspect. 3rd Rev and Exp. New York : Marcel Dekker, p. 1-66.
- **Axelsson L. 2004.** Classification and physiology In: Lactic acid bacteria: Microbiological and functional aspects. Salsinen S., Wright A.V., Ouwehand A. 3e Ed. New York, Marcel Dekker, Inc., vol. 633, 1 - 66.
- **Bachmann H., Starrenburg M. J., Molenaar D., Kleerebezem M., Van Hylckamav J. E. 2012.** Microbial domestication signature of *Lactococcus lactis* can be reproduced by experimental evolution. *Genome Research*, vol. 22, p. 115-24.
- **Badis, A., Laouabdia-Sellami, N., Guetarni, D., KIHAL, M., Ouzrout, R., 2005.** Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir du lait cru de chèvre de deux populations caprines locales (Arabia et Kabile). *In 0 scien.tech.* 23 : 30-37.
- **Badis, A., Guetarni, D., Kihal, M. et Ouzrout, R. 2005.** Caractérisation phénotypique des Bactéries lactiques isolées à partir de lait de chèvre de deux populations locales "Arabia et Kabyle». *Scien & Tech*, 23 : 30-37.
- **Balon T.W., & Yerneni K., 2001.** Redox regulation of skeletal muscle glucose transport. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 33: 382 – 385.
- **Baracco P., Berger Y. & Durand P., 1999.** L'encyclopédie de la charcuterie. 3e Ed, Soussana – Paris. 845.

- **Bazo M., 2011.** Recherche des effets de l'activité antibactérienne des bactéries lactiques sur le *Streptococcus Aureus* résistant à la méthiciline (SARM). Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en biologie. Université du Québec à Montréal : pp 4-7.
- **Bechtel P.J., 2001.** Snack foods of animal origin. In: Lusas EW, Rooney LW, editors. Snack food processing. Boca Raton, Fla.: CRC. p 421–38.
- **Bekhouche 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 d'état : Institut de la nutrition de l'alimentation et des technologies agro-alimentaires (INATAA) : Constantine, Algérie, p. 21-22.
- **Ben-Yahia L., 2012.** Etude du dialogue hôte / bactéries lactiques du yaourt chez drats gnotobiotiques. Thèse pour obtenir le grade de docteur délivré. L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement: 21p.
- **Benfrid M., 1998.** La commercialisation du bétail et de la viande rouge en Algérie, dans : Filière des viandes rouges dans les pays méditerranéens (eds : BELHADJ T., BOUTONNET J.P., DI GIULIO A.), CIHEAM, N° 35, 163-174.
- **Bennani L., Zenati Y., Faid M. & Ettayebi M., 1995.** Physicochemical and microbiological characteristics of kaddid, a traditional salted/dried meat product in Morocco. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 20, 528-32.
- **Blackmer D.S., Mandigo R.W., Eilert S.J., Calkins C.R. & Osburn W.N., 1997.** Effect of spray dried beef broth on the sensory, textural and cooking characteristics of grilled or broiled low fat ground beef patties. *Journal of Muscle Foods* 8, 465–479.
- **Boccard R., & Valin C., 1984.** Les viandes, Information Techniques des services Vétérinaires .p 93-96.
- **Boulianne M., and King A J., 1998.** Meat Color and Biochemical Characteristics of Unacceptable Dark-Colored Carcasses. *J. Food Sci.*63.
- **Bourgeois C.M., Mescle J.F. & Zucca J., 2008.** Microbiologie alimentaire : Aspects Microbiologiques de la sécurité et de la qualité des aliments. Tome I .Editions Lavoisier, p 241- 251.
- **Brewer S., 2010.** Technological Quality of Meat for Processing. In handbook of processing meat. Edition a John Wiley & Sons, Inc., Publication, p 26, 32.

- **Brown J.H., 1919.** The use of blood agar for the study of streptococci, vol. 9. New York: The Rockefeller Institute for Medical Research.
- **Budde B.B., Hornbæk T., Jacobsen T., Barkholt V., & Koch A.G., 2003.** *Leuconostoc carnosum* 4010 has the potential for use as a protective culture for vacuum-packed meats, culture isolation, bacteriocin identification, and meat application experiments. *International Journal of Food Microbiology*. Vol I, 83,171-184.
- **Carr F.J., Chili D., Maida N., 2002.** The Lactic Acid Bacteria: A Literature Survey. *Critical Rev. Microbiol*, vol. 28, n°4, p. 281-370.
- **Cartier P., 2004.** Points de repères en matière de qualité microbiologique viandes bovines, Institut de l'Élevage (I. MOËVI), p 175
- **Cartier P., 2007.** Le point sur La qualité des carcasses et des viandes de gros bovins, Compte rendu final n° 17 0532 022, Service Qualité des Viandes, Département Techniques d'Élevage et Qualité, p 12, 58,59.
- **Ceneap., 2010.** Le programme d'ajustement structurel et ses effets sur l'économie nationale. Enquête « «Ménages » ».
- **Chafaï C., 2012.** Recette de khlii. Broadcast. 2M Maroc. 20 Feb 2012. A video 13 min 48 sec. Available from: <http://choumichatv.blogspot.ca/2012/02/recette-khli3-.html>. Accessed Oct 5, 2013.
- **Chinzi., 1989.** Produire de la viande bovine aujourd'hui. 2eme Edition WOODHEAD publishing, p 67, 69.
- **Coibion L., 2008.** Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine. Adaptation à la demande du consommateur, p 7-25.
- **Cocaign-Bousquet M., Garrigues C., Loubiere P., Lindley N.D. 1996.** Physiology of pyruvate metabolism in *Lactococcus lactis*, *Antonie Van Leeuwenhoek*, vol. 70, p. 253–267.
- **Collins M.D., Farrow J.A.E., Phillips B.A., Feresu S., Jones D. 1990.** Classification of *Lactobacillus divergens*, *Lactobacillus piscicola*, and Some Catalase- Negative, Asporogenous, Rod-Shaped Bacteria from Poultry in a new genus., *Carnobacterium*, *Int. J. Syst. Bacteriol*, vol. 37, p.310-316.
- **Comelade E., 1995.** Technologie des aliments et hygiène alimentaire 2eme cahier. 5eme edition. Edition Jaques LANOR, p 227-239.
- **Craplet C., 1966.** La viande de bovins .Tome I .Ed Vignot frère, Paris, p 74-86.

- **Crews J., 2011.** Unveiling ideas. New food products highlight quality, convenience and flexibility. *Meat & Poultry*. April, pp. 105–107.
- **Dachy A., 1993.** Contribution à l'étude de la contamination bactérienne superficielle des carcasses d'agneaux .Thèse de doctorat vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, pages : p15-3
- **Dalgaard P. 2003.** Identification of lactic acid bacteria from spoilage associations of cooked and brined shrimps stored under modified atmosphere between 0°C and 25°C. *J Appl Microbiol*, vol. 94, p. 30-89.
- **Daoudi A, Frentz J.C., Martin J.L. & Mekhtiche L., 2006.** Les produits charcuteries halal: Charcuterie et préparations bouchères. Conflandey:MAE-ERTI. p 492.
- **Dawood, A.A., 1995.** Physical and sensory characteristics of Najdi-Camel meat. *Meat Science* 39, 59- 69.
- **Debiton E., 1994.** Viande facteurs biologiques impliqué. These présenté pour l'obtention du diplôme d'étude approfondie, science des aliments. Université Blaise Pascal .34p.
- **Delleglio F., Roissard H., Torriani S., Curk MC., Janssens D. 1994.** Caractéristiques générales des bactéries lactiques. Dans : ROISSARD H., LUQUET FM. Dans *Bactéries lactiques*. Lorica : Uriage, p. 25-116.
- **De Roissart H., Luquet F.M. 1994.** Bactéries lactiques -Aspect fondamentaux et technologiques, Lorica, vol. 2, p. 87-93.
- **De Vos W.M. 1996.** Metabolic engineering of sugar catabolism in lactic acid bacteria. *Antonie van Leeuwenhoek*, vol. 70, p. 223–242.
- **Devriese L.A., Vancanneyt M., Descheemaeker P., Baele M., Van Landuyt H.W., Gordts B., Butaye P., Swings J., Haesebrouck F. 2002.** Differentiation and identification of *Enterococcus durans*, *E. hirae* and *E. villorum*, *Journal of Applied Microbiol*, vol. 92, p. 821-827.
- **Dortu C. 2008.** Isolement d'une bactérie lactique produisant de la sakacin G et utilisation sur des matrices alimentaires. Thèse de doctorat d'état : Université des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique, p. 5.
- **Draganski A., 2012.** Inventor; Highland Park, NJ, US, assignee. Jan 19. Dried meat snack and process of preparation thereof. US Patent 20, 120, 015,074.
- **Drider J., Prevost H. 2009.** Bactéries lactiques. Physiologie, Métabolisme, Génomique et Applications industrielles. Ed. Economica., paris. P 99 - 120.

- **Drosinos E.H., Mataragas M. & Paramithiotis S., 2008.** Antimicrobial activity of bacteriocins and their applications. In *Meat Biotechnology*, edited by F. Toldra. New York: Springer.
- **Dumont R.L. & Valin C., 1982.** Bases biochimiques de l'hétérogénéité du tissu musculaire et des viandes. Ed INRA .Paris .p77.
- **Duwatp., Sourice S., Cesselin B., Lamberet G., Vido K.,Gaudu P., Le Loir Y.,Violet F.,LOUBIERE P., Gruss A. 2001.** Respiration capacity of the fermenting bacterium *Lactococcus lactis* and its positive effects on growth and survival. *J Bacteriol* .Vol.183. p 4509-4516.
- **Edima Helene C. 2007.** *Carnobacterium maltaromaticum* : caractéristiques physiologiques et potentialités en technologie fromagère. INPL .Institut National Polytechnique de Lorraine : Université de Ngaoundéré, Cameroun.
- **Federighi M. 2005.** Bactériologie alimentaire compendium d'hygiène des aliments. 2<sup>ème</sup> Ed, Economica., paris. P 220-224.
- **Felis G.E., Dellaglio F. 2007.** Taxonomy of Lactobacilli and *Bifidobacteria*. Curr. Issues Intestinal Microbiology, vol. 8, p. 44-61.
- **Elmore S., Warren H.E., Mottram D.S., Scollan N.D., Enser M., Richardson I. & Wood J. D., 2004.** Comparison of the aroma volatiles and fatty acid compositions of grilled beef muscle from Aberdeen Angus and Holstein Friesian steers fed diets based on silage or concentrates .*Meat Science* 68: 27-33.
- **Elrammouz R., 2005.** Etude des changements biochimiques post mortem dans le muscle des volailles .Contribution au déterminisme de l'amplitude de la diminution du pH, p3-4.
- **[Eric D., \(2011\)](#) :** Les critères microbiologiques des denrées alimentaires. Edition Tec et doc .Lavoisier. Page 266
- **Essia-Ngang J. J., Sado K. S. L., Kouete K.V., Patrignani F. & Guerzoni E., 2010.** Microbial and chemical qualities assessment of smoked-cured meat of different species in Cameroon. 22th International ICFMH Symposium, Food Micro. Microbial behaviour in the food chain. Copenaghen 30 August -3 September.
- **Essid I., Ben Ismail H., Ahmed S., Ghedamsi R., El Malti J. & Hassouna M., 2007.** Technological properties and characterization of *Staphylococcus xylosus* strains isolated from a Tunisian traditional salted meat. *Meat Science* 77, 204-212.

- **Fakolade P.O. & Omojola A.B., 2008.** Proximate composition, pH value and microbiological evaluation of ‘Kundi’ (dried meat) product from beef and camel meat. Conference on International Research on Food Security, 7–9 October Natural Resource Management and Rural Development. University of Hohenheim, Stuttgart, Germany.
- **Fao, 2000-2012.** *Annuaire statistique de l’Algérie*. Résultats 2000/2012, n° 17, Alger, p 429.
- **Fao., 2000.** Abattage, découpe de la viande et traitement ultérieure. FAO. Rome P23-44.
- **Fao., 2009.** Etude des régions pastorales et des ressources fourragères en Algérie.
- **Farouk M.M., 1983.** Production of *Kilishi*. BSc Thesis. University of Maiduguri, Maiduguri, Nigeria.
- **Ferrah A., 2004/2005.** Cabinet greedal.com, Aide publique et développement de l’élevage en Algérie, [en ligne], 2007, (consulté le 12.11.2013), disponible sur internet (<http://www.gredaal.com/ddurable/agricolevage/obselevages/publications/autres/Elevage-Algerie-2005.pdf>).
- **Fletcher D.L., 2009.** Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal* 52 (June): 131-145.
- **Fosse J.A.S., 2003.** Les dangers pour l’homme liés à la consommation des viandes. Evaluation de l’utilisation des moyens de maîtrise en abattoir. Thèse de l’Ecole nationale vétérinaire de NANTES. p24-46.
- **Foulque-Moreno MR., Sarantinopoulos P., Tsakalidou E., DE VUYST L. 2006** .The role and application of Enterococci in food and health. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 106, p.1-24.
- **Fournaud J., Gaffino G., Rosset R. & Jacquet R., 2000.** Contamination microbienne des carcasses à l’abattoir. *Ind. Aliment. Agric.*, 95, 4 :273- 282.
- **Fournier V., 2003.** La conservation des aliments. Cours de microbiologie générale, Université Laval. p 12.
- **Frayse J.L., & Darre A., 1990.** Composition et structure du muscle évolution post mortem qualité des viandes volume 1. Lavoisier technique et documentation. Paris. p374.
- **Froning G.W., 1995.** Color of poultry meat. *Poultry and Avian Biology Reviews* 6(1): 83-93.
- **Gagaoua M., Micol D., Richardson R. I., Hocquette J. F., Terlouw E. M. C., Meteau K., Juin H., Moloney A. P., Nuernberg K., Scollan N. D., Boudjellal A. & Picard, B. 2013.** Relationships between overall liking score and sensory meat attributes in different

types of beef cattle. In *Proceedings of the 59th International Congress of Meat Science and Technology* (pp. 4).Izmir, Turkey.

- **Gailani M.B., 1986.** Water activity in relation to microbiology during processing and storage of Sudanese dried beef (*Sharmoot*). *Dissertation Abstracts International, B* 46, 2513–2514.
- **Genot C., 2000.** Congélation et qualité de la viande. INRA (Paris), (p 5, 25, 39-46, 65,71). ISBN : 2-7380-0931.
- **Guessas B., et Kihal M., 2004.** Caractérisation of lactic acid bacteria isolated from Algerian arid zone goat 's milk. *African Journal of Biotechnology* Vol. 3(6) .339-342.
- **Getty K.K., 2005.** Dry and Semi-Dry Fermented and Direct Acidified Sausage Validation. *Pork Information Gateway*, p7.
- **Girard J.P., 1990.** Technologie de la viande et des produits carnés. Lavoisier - Paris., 280.
- **Gondret F., Elrammouz R., Fernandez X. & Combes S., 2004.** Influence de l'exercice physique au cours de l'engraissement sur le métabolisme musculaire chez le lapin .viande et Production 10eme journée, science du muscle et technologies des viandes 25-26 octobre 2004. 35-36.
- **Gonzalez-Rodriguez M.N., Sanz J.J., Santos J.A., Otero A., Garcialopez M.L. 2002.** Numbers and types of microorganisms in vacuum-packed cold-smoked freshwater fish at the retail level. *J. Food Microbiol*, vol. 17, p. 161-168.
- **González B. & Diez V. 2002.** The effect of nitrite and starter culture on microbiological quality of "*Chorizo*"--a Spanish dry cured sausage. *Meat Science*. vol. 60, 295-298.
- **Gourbeyre P., Denery S., Bodinier, M. 2011.** Probiotics, prebiotics, and synbiotics: impact on the gut immune system and allergic reactions. *J Leukoc Biol*, vol. 85, p. 685-695.
- **Guillem M., Genot C. & Hocquette J.F., 2009.** La maîtrise de la tendreté de la viande bovine : identification de marqueurs biologiques. p 331, 334.
- **Guiraud J.P. 2003.** Microbiologie alimentaire. Technique et ingénierie, Paris : Dunod, série Agro-alimentaire, p. 387-433.
- **Guiraud, J.P. 1998.** Microbiologie des principaux produits alimentaires, Microbiologie alimentaire. Ed : Dunod, Paris.

- **Gutmann I., Wahlefeld AW. 1974.** L (+) lactate: determination with lactic dehydrogenase and NAD. Dans: BERGEMEYER H.U. *Methods of enzymatic analysis*. 2eme edition. London. New York: Académie Press, p.1452-1456.
- **Hadef S. 2012.** Evaluation des aptitudes technologiques et probiotiques des bactéries lactiques . Mémoire de magister: p7-8. Université Kasdi Merbah .Ouargla
- **Hammes W.P., Hertel C. 2009.** *Genus I. Lactobacillus Beijerinck 1901*, Dans: DE VOS P., GARRITY G.M, JONES D., KRIEG N.R., LUDWIG W., RAINEY F.A., SCHLEIFER K.H., WHITMAN W.B. *Bergey's manual of systematic bacteriology*, Berlin: Springer, vol. 3, n°2, p. 465–510.
- **Hardin M. D., Acuff G. R., Lucia L. M., Oman J. S. & Savell J. W., 1995.** Comparison of methods for decontamination from beef carcass surfaces. *Journal of Food Protection* 58 (4): 368 – 374.
- **Hariri A., Ouis N., Sahnouni F. et Bouhadi D., 2009.** Mise en oeuvre de la fermentation de certains ferments lactiques dans des milieu a base des extraits de caroube. *Rev.Microbiol. Ind. San et Environn. P: 37-55*.
- **Hassaine O. 2013.** Caractéristiques d'intérêts technologiques de souches de bactéries lactiques isolées de lait camelin du sud algérien. Thèse de doctorat en biotechnologie : l'université d'Oran-Essenia, p. 57-102.
- **Heikal H.A., El-Dashlouty M.S. & Saied S.Z., 1972.** Biochemical, histological and technological changes occurring during the production of sausage from camel meat and beans. *Agricultural Research Review* 50, 243–252.
- **Hendriks W., 2008.** The influence of diets supplemented with conjugated linoleic acid, selenium, and vitamin E, with or without animal protein, on the quality of pork from female pigs .*Journal of Animal Science* 86 (6): 1402-1409.
- **Heinz G. & Hautzinger P., 2007.** Meat Processing Technology for Small-to Medium-Scale Producers. RAP Publication 2007/20. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand.
- **Henry D., 1992.** Alimentation et nutrition humaines. ESF. Paris.
- **Hinton M.H., Hudson W.R. & MED G.C., 1998.** The bacteriological quality of British beef carcasses sampled prior to chilling, *Meat Sci.*, 50, p265-271.
- **Hirondel J.C., 2012.** Veille viande bovine et bovins vivants en Algérie, UBIFRANCE, 1-24.

- **Holzappel W.H., 1998.** The Gram-positive bacteria associated with meat and meat products. In *the microbiology of meat and poultry*. Ed. Davis, A. & Board, R. Edition: Thomson science, London, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras, p 35– 61.
- **Ho T.N.T., Tuan N., Deschamps A., Caubet T R. 2007.** Isolation and identification of lactic acid bacteria (LAB) of the Nem Chua fermented meat product of Vietnam: Workshop on Food Safety and Processing Technology, p. 134-142.
- **Hols P., Hancy F., Fontaine L., Grossiord B., Prozzi D., Leblondbourget N., Drcaris B., Bolotin A., Delorme C., Ehrlich S.D., Guedon E., Monnet W., Renault= P., Kleerebezem M. 2005.** New insights in the molecular biology and physiology of *Streptococcus thermophilus* revealed by comparative genomics. FEMS Microbiol, vol. 29, p. 435-463.
- **Holzappel W.H., Haberer P., Geisen R., Bjorkroth J., Schillinger U. 2001.** Taxonomy and important features of probiotic microorganisms. J. Food and Nutrition, vol. 73.n°2, p. 365-373.
- **Holzappel W.H., Franz C., Ludwig W., Dicks L.M.T. 2009.** Genus I. *Bacillus* Cohn 1872. Dans: DE-VOS P., GARRITY G., JONES D., KRIEG N., LUDWIG W., RAINEY F. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Berlin: Springer, p. 21–128.
- **Horvath P., Coute-Monvoisin AC., Romero DA., Boyaval P., Fremaux C., Barrangou R. 2009.** Comparative analysis of CRISPR loci in lactic acid bacteria genomes. Int J Food Microbiol, vol. 131, p. 62–70.
- **Huff-Lonergan E., & Lonergan S.M., 1999.** Postmortem mechanisms of meat tenderization: The roles of the structural proteins and the calpain system. In *Quality Attributes of Muscle Foods*, Y. L. Xiong , C. - T. Ho , and F. Shahidi (eds.), pp. 229 – 251 . New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- **Huff-Lonergan E., & Lonergan S.M., 2005.** Mechanisms of water - holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science* 71: 194 - 204.
- **Huffman R.D., 2002.** Current and future technologies for the decontamination of carcasses and fresh meat. *Meat science*. 2002, vol. 62, 285 - 294.
- **Hughenoltz J., Sybesma W., Groot M. N., Wisselink W., Ladero V., Burgess K., Van Sinderen D., Piard J.C., Eggink G.J., Smid= E., Savoy G., Sesma F., Jansen T., Hols P. 2002.** Metabolic engineering of lactic acid bacteria for the production of nutraceuticals. *Antonie Van Leeuwenhoek*, vol. 82, p. 217-235.

- **Hwang C.A, Porto-Fett A.C.S., Juneja V.K., Ingham S.C., Ingham B.H. & Luchansky J.B., 2009.** Modeling the survival of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella* Typhimurium during fermentation, drying, and storage of *Soudjouk* -style fermented sausage. *Int J Food Microbiol* 129:244–52.
- **Igene J.O. & Abulu, E., 1984.** Chemical and bacteriological characteristics of *Tsire*-type *Suya* meat products. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 37, 818–824.
- **Igene J.O., & Ekanem O., 1985.** Effect of processing method on the nutritional quality of *Tsire (Suya)*. *Nigerian Journal of Applied Science* 3, 1–20.
- **Igene J.O. & Tukura D.H., 1986.** Effect of processing methods on product characteristics, lipid, fatty acid composition and oxidative stability of smoke-dried Beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 37, 818–824.
- **Igene J.O., Farouk M.M. & Akanbi C.T., 1990.** Preliminary study on the traditional processing of *Kilishi*. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 50, 89–98.
- **Igene J.O., 2008.** Traditional African Meat Products for Food Security. Traditional African Meat Products for Food Security and Agro-Industrialization: Development Challenges. Lambert Academic Publishing, Theodor-Heuss-Ring, Köln, Germany.
- **Ikeme I.A., 1990.** Meat Science and Technology. A comprehensive approach. (Africana - FEP publishers Ltd. Onitsha, Nigeria.
- **Interbew., 2005.** Le point sur l'alimentation des bovins et ovins et la qualité des viandes. Institut de l'Élevage (I. MOËVI). p 80, 98, 99,101.
- **Ishibashi N., Yaeshima T., Hayasawa H. 1997.** *Bifidobacteria*: their significance in human intestinal health. *Mal. J. Nutr*, vol. 3, p. 149-159.
- **Ismail A. & Swan J.E., 2000.** *Muqumad* - a Traditional Somali Meat Product. Abstract of a paper presented at NZIFST/MIRINZ Joint Conference 2000, Auckland.
- **Iso., 1996.** Meat and meat products - Determination of free fatty acids. ISO, 1444: 1996 (F).
- **Janz J., Morel P., Purchas R., Corrigan V., Cumarasamy S., Wilkinson B. & Jay J.M., Loessner M.J. & Golden D.A., 2000.** Modern food microbiology. Food science text series. Springer Science & Buniss Media, Inc. 6e Ed. 637.
- **Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. & Brulé G., 2006.** Science des aliments Biochimie- Microbiologie - procédés - produits. Volume 1 : stabilisation biologique et physico-chimique. Edition : TEC&DOC, Londers, Paris, New York, p 79 – 255.

- **Jeremiah L. E. & Gibson, L.L., 2003.** The effects of postmortem product handling and aging time on beef palatability. *Food Research International*, 36(9-10), 929-941.
- **Jimenez-Colmenero F., Carballo J. & Cofrades S., 2001.** Healthier meat and meat products: Their role as functional foods. *Meat Science* 59:5–13.
- **Joanisse D.R., 2004.** Skeletal muscle metabolism and plasticity .In *Functional Metabolism, Regulation and Adaptation*, K. B. Storey (ed.), pp. 295 – 318 . Hoboken, N.J.: Wiley - Liss.
- **Kabak B. & Dobson A.D.W., 2011.** An introduction to the traditional fermented foods and beverages of Turkey.*Critical Reviews in FoodScience and Nutrition* 51, 248–260.
- **Kalilou S., 1997.** Transformation traditionnelle de la viande en kilichi au Niger, optimisation des procédés, thèse de doctorat, Montpellier, France, 137p.
- **Kalilou S. & Zakhia N., 1999.** Traditional methods of processing meat in Niger. *TropicalScience* 39, 18–22.
- **Kalliomaki M., Salminen S., Arvilommi H., Kero P., Koskinen P., Isolauri E. 2001.** Probiotics in primary prevention of atopic disease: a randomised placebo-controlled trial. *Lancet*, vol. 357, p. 1076-1079.
- **Kacem, M. et Karam, N. 2006.** Physicochemical and microbiological study of «Shmen», a traditional butter made from camel milk in the Sahara (Algeria):isolation and identification of lactic acid .
- **Kayaardı S. & Gok V., 2003.** Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk). *Meat Sci* 66:249–57. Kayser FH. 2003. Safety aspects of enterococci from the medical point of view. *Int J Food Microbiol* 88:255–62.
- **Kerry J., Kerry J. & Ledward D., 2002.** Meat processing Improving quality: Defining meat quality.P 10, 20.
- **Kilic B., 2009.** Current trends in traditional Turkish meat products and cuisine. *Food Science andTechnology* 42, 1581–1589.
- **Klaenhammer T.R., Barrangou R., Buck B.L., Azcarate-Peril M.A., Altermann E. 2005.** Genomic features of lactic acid bacteria effecting bioprocessing and health. *FEMS Microbiol*, vol. 29 n°3, p. 393–409.
- **Korsak N., Clinquart A. & Daube G., 2004.** Salmonella spp. Dans les denrées alimentaires d'origines animale : un réel problème de santé Publique. *Ann. Méd. Vét.*, 148, 174 – 193.

- **Koutsoumanis K. & Sofos J. N., 2004.** Microbial contamination of carcasses and cuts .In *Encyclopedia of Meat Sciences*, edited by W. K. Jensen. Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- **Kukowski A.C., Maddock R. J. & Wulf D.M., 2004.** Evaluating consumer acceptability of various muscles from the beef chuck and rib. *Journal of Animal Science*, 82, 521–525.
- **Lahtinen S., Salminen S., Ouwehand A., Wright A.V. 2011.** Lactic acid bacteria, Microbiological and functional aspects. 4<sup>ème</sup> édition. Boca Raton : CRC Press.
- **Lameloise P., Roussel-Ciquard N. & Rosset R., 1984.** Evolution des qualités organoleptiques. Les viandes, informations Techniques des Services Vétérinaires.
- **Larpent J.p .1991.** Microbiologie alimentaire, techniques de laboratoire. Edition : LAVOISIER, Paris.
- **Larpent J.P., 1997.** Microbiologie alimentaire, Technique de laboratoire. Editions Lavoisier, p 860-870.
- **Larpent- gourgaut M.,Michaux O.,larpen I.J.P.,Desmasures N.,Ddesmazeaud M., Mangin I ., Masson F., Montel M.C et Tailliez P..1997.** les ferments lactiques etbacteries apparentees in : in ;-microbiologie alimentaire- ed larpent, tec .doc., 1<sup>ère</sup> Ed., lavoisier, paris
- **Lawless H.T. & Heymann H., 1998.** Sensory evaluation of food - Principles and practices. New York, Kluwer academic / Plenum Publishers, 827, 116 - 139.
- **Lawrie R.A., 1998a.** *Lawrie's Meat Science*, 6th Ed. Suffolk: Edition sbury Press.
- **Lawrie R.A., 1998b.** Chemical and Biochemical Constitution of Muscle, Pages 58-94.
- **Lawrie R.A., 2002.** The eating quality of meat. In *Meat Science*, 5 th Ed. New York : Pergamon Press .
- **Leistner L., 2000a.** Basic aspects of food preservation by hurdle technology.Int J Food Microbiol 55:181–6.
- **Leistner L., 2000b.** Use of combined preservative factors in food of developing countires. In: Lund BM, Baird-Parker TC, Gould GW, editors. The microbiological safety and food quality. Gaithersburg, MD: Aspen Publication. p 294–314.
- **Lonnecker S.M., Boyle E.A.E., Getty J.K., Buege S.R., Ingham S.C., Searl G. & Harper N.M., 2010.** Production methods and product characteristics of jerky produced by small and very small meat processing businesses. *Journal of Muscle Foods* 21, 826–833.

- **Loubiere P., Cocaign-Bousquet M. 2009.** Métabolisme des bactéries lactiques: devenir du carbone. Dans *Bactéries Lactiques. Physiologie, Métabolisme, Génomique et Applications industrielles.* Paris, France: Drider, D. and Prévost, H, p. 29-50.
- **Lozach E., 2001.** Le sel et les microorganismes. École nationale vétérinaire de maison ALFORT. *Thèse de Doctorat.* Pp 6 -112.
- **Lücke F.K., 2000.** Utilization of microbes to process and preserve meat. *Meat Science.* vol. 56, 105-115.
- **Lucke et Schillinger., 1987.** Identification of lactobacilli from meat and meat products. The British Library. Page 200.
- **Lysiane D. 2012.** *Stratégies de limitation du portage sain des Escherichia coli producteurs de Shigatoxines (STEC) par les bovins. Potentiel bio-protecteur des bactéries lactiques en alimentation animale.* Thèse de Doctorat, école doctorale sciences de la vie, santé, agronomie, environnement : Université Blaise Pascal, France, p. 81.
- **Macleod G., 1994.** The flavor of beef. In *Flavor of Meat and Meat Products*, edited by F. Shahidi. London: Blackie Academic and Professional.
- **Makheloufi K.M. 2011.** Caractérisation d'une bactériocine produite par une bactérie lactique *Leuconostoc pseudomesenteroides* isolée du boza. Thèse de doctorat : université Pierre et Marie Curie : France, p. 08-10.
- **Mansour N.K., 1996.** La valeur nutritionnelle des viandes dans la santé, 1ère édition. Université OMARELMOKHTAR Libye. pp357.p1832.
- **Marchandin H., 2007.** Physiologie bactérienne, Cours Bactériologie. Faculté de Médecine Montpellier – Nîmes p 1- 3.
- **Marco A., Navarro J.L. & Flores M., 2006.** The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage. *Meat Science.* vol. 73, 660 - 673.
- **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.
- **Mgbemere V.N., Akpapunam M.A. & Igene J.O., 2011.** Effect of groundnut flour substitution on yield, quality and storage stability of Kilishi – A Nigerian indigenous dried meat product. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 11, 4718–4738.
- **Mikami M., 1990.** Meat processing and meat preservation. Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Japan, pp 74-85.

- **Ministère des finances, 2012.** Statistiques du commerce extérieur de l'Algérie, période 1er semestre 2012, Centre national de l'information et des statistiques, 18p.
- **Monin G., et Ouali A., 1991.** Muscle differentiations and meat quality. *Meat science* 5, 89-157.
- **Montel M.C., Champomier M.C. 1987.** Arginine catabolism in *Lactobacillus sakei* isolated from meat: *Environ Microbiol*, vol. 53, p. 2683-2685.143.
- **Morisetti M., 1971.** Public health aspect of food processing. In : *Hygiène et technologie de la viande fraîche*, Edition du CNRS. p 105 -108.
- **Muthukumarasamy P. & Holley M., 2006.** Microbiological and sensory quality of dry fermented sausages containing alginate- micro-encapsulated *Lactobacillus reuteri*. *International Journal of Food Microbiology* 111: 164 – 169.
- **Naidoo K. & Lindsay D., 2010.** Survival of *Listeria monocytogenes*, and enterotoxin producing *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus pasteurii*, during two types of biltong manufacturing processes. *Food Control* 21, 1042–1050.
- **Najjari A., Boudabous et Zagourec., 2007.** Method for reliable isolation of *Lactobacillus sakei* strains originating from Tunisian seafood and meat product. *International journal of food microbiology*.
- **Nganguem M., 2007.** Approche physico-chimique du pouvoir conservateur du sel: Cas du salage de *Pseudotolithus senegalensis*. Université d'Abomey. Maîtrise Professionnelle de Biotechnologie dans les IAA. *Mémoire*. Pp 11.
- **Nielsen D.S., Jacobsen T., Jespersen L., Koch A.G., Arneborg N. 2008.** Occurrence and growth of yeasts in processed meat products -Implications for potential spoilage. *Meat Science*, vol. 80, p. 919-926.
- **Nummer B.A., Harrison J.A., Harrison M.A., Kendall P., Sofos J.N. & Andress E.L., 2004.** Effects of preparation methods on the microbiological safety of home-dried meat jerky *J Food Prot* 67:2337–41.
- **Nutsch A.L., Phebus R.K., Riemann M. J., Schafer D. E., Boyer J.R., Wilson R.C., Leising J.D. & Kastner C.L., 1997.** Evaluation of a steam pasteurization process in a commercial beef processing facility. *Journal of Food Protection* 60 (5): 485 – 492.
- **Nychas G.J.E., Skandamis P.N., Tassou C.C. & Koutsoumanis K.P., 2008.** Meat spoilage during distribution. *Meat Science. Symposium on Meat safety, From Abattoir to Consumer*. vol. 78, 77-89.

- **Obuz E., Akkaya L. & Gö k V., 2012.** Turkish *Pastirma*: a dry-cured beef product. In: Hui YH, Evranuz O` E, editors. Handbook of animal-based fermented food and beverage technology. 2nd ed. Boca Raton, Fl.: CRC Press, p 637- 46.
- **Öksüztepe K.G., Ilhak O.I. & Patir B., 2006.** Chemical and microbiological quality of fermented sausages made from camel meat. *Medycyna Weterynaryjna* 62, 893–896.
- **Ouali A., 1990a.** La maturation des viandes facteurs biologiques et technologiques de variation. Viande et produits carnés, 11.281-290.
- **Ouali A., 1990b.** Meat tenderisation: possible causes and mécanismes. *J.Muscle foods* 1,129-165.
- **Oussalah M., Caillet S., Saucier L. & Lacroix M., 2006.** Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas Putida* strain isolated from meat. *Meat Science*, vol. 73, 236-244.
- **Pearson A.M. & Gillett T.A., 1999.** *Processed Meats*, 3rd edn. Aspen Publishers Inc., Gaithersburg, Maryland.
- **Perez-Alvarez J. A., Sayes-Barbare M. E., Fernandez-López J., & Aranda-Catala V., 1999.** Physicochemical characteristics of Spanish type of dry-cured sausage. *Food Research International*, 32, 599-607.
- **Petit T., Caro Y., Petit A. S., Santchurn S. J. & Collignan A., 2013.** Physicochemical and microbiological characteristics of biltong, a traditional salted dried meat of South Africa. *Meat Sci*, 96 (3), 1313-1317.
- **Picard C., Fioramonti J., Francois A., Robinson T., Neant F., Matuchansky C. 2005.** *Bifidobacteria* as probiotic agents - physiological effects and clinical benefits. *Aliment Pharmacol Ther*, vol. 22, p. 495-512.
- **Pilet M.F., Calvez S., Brollet A., Prevost H. 2009.** Applications alimentaires : Produits fermentés. In bactéries lactiques- Physiologie, Métabolisme, Génomique et Applications industrielles. *Economica*, p. 520-537.
- **Quiberoni A., Rezaiki L., EL Karaoui M., Biswas I., Tailliez P., Gruss A. 2001.** Distinctive features of homologous recombination in an ‘old’ microorganism , *Lactococcus lactis*. *Res Microbiol*. Vol. 152. p 131-139.
- **Quintavalla S. & Vicini L., 2002.** Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Science* 62: 373- 38 .
- **Ray B. & Bhunia A., 2008.** *Fundamental Food Microbiology*. Fourth Edition. Edition: CRC Press Taylor & Francis Group, London, New York. P 492.

- **Renere R., 1997.** La couleur acteur de qualité .Mesure de la couleur dela viande. RencRech. Ruminants. p 10-89.
- **Renouf V., Claisse O., Miot-Sertier C., Lonvaud-Funel A. 2006.** Lactic acid bacteria évolution duriug winemaking: Use of rpoB gene as a target for PCR-DGGE analysis. Food Microbiol, vol 23, p.136-145.
- **Robbins K., Jensen J., Ryan K., Homco - Ryan C., McKeith F. & Brewer S., 2003.**Consumer attitudes towards beef and acceptability of enhanced beef .*MeatScience* 65 (2):721 – 729.
- **Romans J.R., Jones K.W., Costello W.J., Carlson C.W. & Ziegler P.T., 1985.** The Meat We Eat.12th ed. Danville, Ill.: The Interstate Printers and Publishers, Inc.
- **Roseiro L. C., Santos C., Sol M., Borges M. J., Anjos M., Gonçalves H. & Carvalho A.S., 2008.** Proteolysis in *Painho de Portalegredry* fermented sausage in relation to ripening time and salt content.*Meat science*, 79, 784 – 794.
- **Rosenvold K., Petersen J.S., Laerke H. N., Jensen S. K., Therkildsen M., Karlsson A.H., Moller H. S. & Andersen H. J., 2001.** Muscle glycogen stores and meat quality as affected by strategic fi nishing feeding of slaughter pigs .*Journal of Animal Science* 79 (2): 382 –391.
- **Rosset M R. & Linger P., 1978.** La couleur de la viande .Actualités scientifiques et techniques en industries agro-alimentaires .22eme Edition APRIA. Paris. p 1-3.
- **Rosset R., 1982.** Les méthodes de décontamination des viandes dans traitement divers dans l'hygiène et technologie e la viande fraîche .CNRS .Paris .pp 193-197.p352.
- **Rosset R., Roussel N. & Ciquard., 1984.** Composition chimique du muscle. Les viandes, Informations Techniques des Services Vétérinaires. p 97-102.
- **Roux, J.L., 1994.** Conserver les aliments comparaison des méthodes et des technologies. Edition : TEC&DOC, Lavoisier, Paris. Pp 86 – 91.
- **Ruiz-Moyano S., Martin A., Benito M.J., Nevado F.P., Cordoba M. 2008.** Screening of lactic acid bacteria and Bifidobacteria for potential probiotic in Iberian dry fermented sausages. *Meat Science*, vol. 80, p. 715-721.
- **Ruiz-Ramirez J., Serra X., Arnau J. & Gou P., 2005.** Profiles of water content, water activity and texture in crusted dry-cured loin and in non-crusted dry-cured loin. *Meat Science*, 69, pp 519–525
- **Rullier B., 1999.** Hygiène alimentaire. Edition Nathan. Paris. P160. **Sado K.S., Patrignani F. & Guerzoni M.E., 2007.** Shelf-life and safety characteristics of Italian

Toscana traditional fresh sausage (*Salsiccia*) combining two commercial ready-to-use additives and spices. *Food Control* 18, pp 421–429.

- **Sadoud M., 2010.** Rôle des marchés du bétail dans les filières viandes bovine et ovine d'une région semi-aride algérienne, International EAAE-SYAL Seminar-Spatial dynamics.
- **Sanchez B., Bressdier P., Chaignepain S., Schmitter J.M., Urdaci M.C. 2009.** Identification of surface-associated proteins in the probiotic bacterium *Lactobacillus rhamnosus GG*, International Dairy Journal, vol.19, p. 85-88.
- **Sakala R.M., Hayashidani H., Kato Y., Hirata T., Makino Y., Fukushima A. 2002.** Change in the composition of the microflora on vacuum-packaged beef during chiller storage. *J Food Microbiol*, vol. 74, n°1, p. 87–99.
- **Salveti E., Torriani S., Felis G.E. 2012.** The genus *Lactobacillus*: a taxonomic update. *Probiotics Antimicrob Proteins*, vol. 4, n°4, p. 217–26.
- **Savilahti E., Kuttunes M., Vaarala O. 2008.** Pre and probiotics in the prevention and treatment of food allergy. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*, vol. 8, p. 243-248.
- **Sayah H., 2000.** Approvisionnement d'une grande ville en viande rouge : cas de la ville d'Alger. Thèse de magister. INA. Alger. pp30-36. *Agri-foodsystems*, 7 p.
- **Schillinger U., Lucke F-K., 1989.** Antibacterial activity of *Lactobacillus sake* isolated from meat. *Appl. Environ. Microbiol.*, 55:1901-1906
- **Schleifer K.H., Ludwig W. 1995.** Phylogenetic relationships of lactic acid bacteria. Dans: WOOD B.J.B., HOLZAPFEL W.H. the genera of lactic acid bacteria. London: Blackie Academic and professional, p. 7-18.
- **Schone F., Kirchheim U. & Kinast C., 2006.** Quality of the meat of bullocks: 1. Physically-chemical characteristics depending on breed, meat cut and storage. *Fleischwirtschaft* 86 (11): 101 – 107.
- **Schottmuller H., 1903.** Die Artunterscheidung der für den Menschen pathogenen Streptokokken durch Blutagar. *München Medical Wochenschr*, vol. 50, p908.
- **Scionneau O., 1993.** La contamination microbienne superficielle des carcasses des bovins: Origine, prévention et décontamination. Thèse de doctorat vétérinaire de Lyon. p 2-11.
- **Serg N., 2005.** Hystologie. PCEM 1. Facult2 Lyon Nord
- **Simpson C.A., Ransom J.A., Scanga J. A., Belk K. E., N.Sofos J. & Smith G.C., 2006.** Changes in microbiological populations on beef carcass surfaces exposed to air - or

spray - chilling and characterization of hot box practices. *Food Protection Trends* 26: 226 – 235.

- **Shah N.P. 2007.** Functional cultures and health benefits. *International Dairy J*, vol. 17, n°11, p.1262-1277.
- **Simpson W., Taguchi H. 1995.** The genus *Pediococcus*, with notes on the genera *Tetratogenococcus* and *Aerococcus*. Dans: WOOD B., HOLZAPFEL W. *The genera of lactic acid bacteria*. London: Blackie Academic and Professional, p. 125–72.
- **Singleton, P. 1999.** Bactériologie. 4eme Edition. Dunod, Paris. 317 pages.
- **Sloan A.E., 2009.** 10 top food trends. *Food Technology*, April, pp. 22–40.
- **Sondergaard A.K. 2005.** Application of probiotics in food. Dans : FRANÇOISMARIE G., LUQUET C. *Bactéries lactiques et probiotiques.* , Tec and Doc, Paris : Lavoisier, p. 195-209.
- **Sperber W. H., Swan J. 1976.** Hot-loop test for the determination of carbon dioxide production from glucose by lactic acid bacteria. *Environ Microbiol*, vol.31, p. 990-991.
- **Staron T., 1979.** La viande dans l'alimentation humaine. APRIA .Paris. pp01-05.p110.
- **Staron T., 1982.** Viande et alimentation humaine .Ed. Apria, Paris. P110.
- **Stetzer A., Tucker E., McKeith F. & Brewer S., 2006.** Quality changes in various beef muscles enhanced prior to aging. II. *Complexus, Serratus ventralis, Vastuslateralis, Vastusmedialis and Longissimusdorsi muscles.* *Journal of Food Science* 73 ( 1 ): S6 – S10
- **Stiles M. E., Holzapfel W. H. 1997.** Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *International Journal of Food Microbiol*, vol. 36, p. 1-29.
- **TAGG J.R., MICGIVEN A.R ., 1971.** assay system for bacteriocins . *appel microbiol.*21:943
- **Tailliez, 2001.** Muni revue : les bactéries lactiques, ces etres vivants apparus, il y'a près de 3 milliards d'années. *Lait*,81.page 11.
- **Tanigawa K., Watanabe K. 2011.** Multilocus sequence typing reveals a novel subspeciation of *Lactobacillus Delbrueckii*. *Microbiol*, vol. 157, n°3, p.727–38.
- **Thomas M.L., Brown J.r. & Kellogg D.W., 2008.** Fatty acids and meat characteristics of different biological types of beef cattle developed under a management - intensive grazing system. *Journal of Food Quality* 31 ( 2 ): 189 – 204 .
- **Thunell R.K. 1995.** Taxonomy of the leuconostocs. *J Dairy Science*, vol.78, p. 2514–22.
- **Toldrá F., 2010.** Chemistry and Biochemistry of Meat. In handbook of processing meat. Edition a John Wiley & Sons, Inc., Publication, p 6, 12

- **Touraille C., 1994.** Incidences des caractéristiques musculaires sur les qualités organoleptiques des viandes. *Renc Rech. Ruminant's* .p 169, 176.
- **Trebichavsky I., Rada V., Splichalova A., Splichal I. 2009.** Cross-talk of human gut with bifidobacteria. *Nutr Rev*, vol. 67, p. 77-82.
- **Truchot E., 1979.** Principales sources de protéines alimentaires et procédés d'obtention n°23. Ed APRIA. Paris. P194.
- **Vaillancourt K., Moineau S., Frenette M., Lessard C. and Vade C., 2002.** Galactose and Lactose Genes from the Galactose-Positive Bacterium *Streptococcus salivarius* and the Phylogenetically Related Galactose-Negative Bacterium *Streptococcus thermophilus*: Organization. Sequence. Transcription. and Activity of the gal Gene Products. *Journal of Bacteriology*: 184: pp 785-793.
- **Vanden B P T C., Hols\$ P., Kleerebezem M., Kutzpers O P. and de Vos W M., 2004.** Sugar utilization and conservation of the gal-lacgene cluster in *Streptococcus thermophilus*. *Syst. Appl. Microbiol*: 27: pp 10-17.
- **Vierling E., 2003.** Les viandes dans l'alimentation . CRDP. France. pp58-78. p170.
- **Vignolo G., Fontana C. & Fadda S., 2010.** Semi-dry and dry fermented sausages. In: Toldra, F. (ed.) *Handbook of Meat Processing*. Wiley- Blackwell, Ames, Iowa, pp. 379-398.
- **Von Wright A., Axelsson L. 2012.** Lactic Acid Bacteria: An Introduction. Dans : LAHTINEN S., OUWEHAND A.C., SALMINEN S., VON WRIGHT A. *Lactic acid bacteria Microbiological and functional aspects*. 4emeedition. Taylor and Francis Group, p. 2-14.
- **Walstra P., Geurts T.J., Noomen A., Jellema A., Van Boekel M.A.J.S. 1999.** Dairy technology, principles of milk properties and processes. Food science and technology. New York-Basel: Marcel Dekker Inc, p. 325-515.
- **Warfield B. & Tume L., 2000.** Marketing analysis and plan for the camel industry. A report for the Rural Research and Development Corporation (RIRDC).RIRDC Publication No 00/9. RIRDC, Barton, Australia.
- **Whitesel T., 2011.** Moroccan finger foods. Available at: [http://www.ehow.com/list\\_6087503\\_moroccan-finger-foods.html](http://www.ehow.com/list_6087503_moroccan-finger-foods.html) (consulté: 12-09-2013).
- **Williams P.G., 2007.** Nutritional composition of red meat. *Nutrition and Dietetics* 64 (supplement 4): S113 – S119.

- **Wijtzes T., Bruggeman M., Nout M., Zwietering M. 1997.** A computerised system for the identification of lactic acid bacteria. *J Food Microbiol*, vol. 38, n°1, p. 65–70.
- **Wisselink H.W., Weusthuis R. A., Eggink G., Hugenholtz J., Grobben Robben G.J. 2002.** Mannitol production by lactic acid bacteria. A review. *International Dairy J*, vol. 12, p. 151-161.
- **Yetim H. & Cankaya H., 2001.** The effects of CaCl<sub>2</sub> and curing technique on the tenderness of *Pastirma*, a Turkish dry meat product. *Gida* 26, 203-207.
- **Youling L. Xiong S. & Mikel W.B., 2001.** Chapter 15: Meat and Meat Products, Meat science and Applications, Marcel Dekker, Inc.
- **Zagorec M., 2004.** Flor lactiques et enivrements carne. INRA Jouy-en-Josas : 2: pp 1-2. *Lait*, vol. 72, p. 1-34.
- **Zhang M., Yan L., Zhu G., Holifield M., Todd D., Zhang S. 2013.** *Streptococcus troglodytidis* sp. nov., isolated from a foot abscess of a chimpanzee (*Pan troglodytes*). *J Syst Evol Microbiol*, vol. 63, n° 2, p. 449–53.
- **Zukál E. & Incze K., 2010.** Drying. In: Toldra, F. (ed.) *Handbook of Meat Processing*. Wiley- Blackwell, Ames, Iowa, pp. 219–229.--

# *Annexes*

**Composition des milieux de culture utilisés :**

1. **Milieu MRS (Man, Rogosa, Shrpe) au vert bromocrésol :** pH =  $6.4 \pm 0.2$  à 25°C.

<b>Composition</b>	<b>g/l</b>
Peptospecial	10.00
Extrait de viande	10.00
Extrait de levure	5.00
Glucose	20.00
Citrate Tri ammonium	2.00
Acétate de Sodium	5.00
Sulfate de Magnésium	0.2
Sulfate de Manganèse	0.05
Phosphate Di-Potassique	2.00
Tween 80	1.00
Vert Bromocrésol	0.025
Agar	20.00

2. **Milieu MRS (Man, Rogosa, Shrpe) liquide:** pH =  $6.4 \pm 0.2$  à 25°C.

<b>Composition</b>	<b>g/l</b>
Peptospecial	10.00
Extrait de viande	10.00
Extrait de levure	5.00
Citrate Tri ammonium	2.00
Acétate de Sodium	5.00
Sulfate de Magnésium	0.2
Sulfate de Manganèse	0.05
Phosphate Di-Potassique	2.00
Tween 80	1.00

**3. Milieu MRS (Man, Rogosa, Shrpe) sans sucre pH = 6.4 ± 0.2 à 25°C.**

<b>Composition</b>	<b>g/l</b>
Peptone	15.00
Extrait de levure déshydraté	4.00
Citrate diamonique tétra hydraté	5.00
Acétate de Sodium tri hydraté	5.00
Sulfate de Magnésium hyptahydraté	0.1
Sulfate de Manganèse	0.05
Hydrogène ortho-dipotassique	2.00
Tween 80	1.00

**NB.** Pour préparer le MRSD on rajoute 2g de glucose au MRS sans sucre.

**4. Milieu M17 : pH = 7.2 ± 0.2 à 25°C.**

<b>Composition</b>	<b>g/l</b>
Tryptone	2.5
Soja	5.00
Extrait de viande	5.00
Extrait de levure	2.5
Lactose	5.00
Peptone	2.5
Acide Ascorbique	0.5
Sulfate de Manganèse	0.25
b-glycérophosphate di sodique	19.00
Agar	15.00

**5. Milieu GN (Gélose Nutritif) : 6.8 ± 0.2 à 25°C.**

<b>Composition</b>	<b>g/l</b>
Extrait de viande	1.00
Extrait de levure	2.00
Peptone	5.00
Chlorure de Sodium	5.00
Agar	15.00

**6. Milieu MH (Muller-Hinton) :  $7.3 \pm 0.2$  à  $25^{\circ}\text{C}$ .**

<b>Composition</b>	<b>g/l</b>
Extrait de viande	2.00
Hydrolysate acide de caséine	5.00
Amidon	1.5
Agar	17.00

**7. Eau peptonée Salée :**

<b>Composition</b>	<b>g/l</b>
NaCl	8.5
Bactopeptone	1.00
Eau distillée	1000ml

**8. Eau physiologique :**

<b>Composition</b>	<b>g/l</b>
NaCl	9.00
Eau distillée	1000ml

**9. Glycérol 80%**

<b>Composition</b>	<b>g/l</b>
Glycérol	8.00
Eau distillée	100ml

**10. Caractéristique du milieu MRS au vert de bromocrésol**

Une base nutritive enrichie en extrait de levure source de vitamines et acides aminées.

Du tween 80 source d'acides gras

Du glucose sucre fermentescible.

Diverses composés minéraux.

Deux inhibiteurs de nombreux de germes : l'acétate de sodium et le citrate d'ammonium.

Indicateur de PH : le vert de bromocrésol.

pH final est ajusté à 6,4

Tableau de lecture API 50CHL (Bio Mérieux)

N	Tests	Substrat	Résultats	
			Négatif	Positif
0		Témoin	Pourpre	Jaune
1	GLY	GLYcérol	Pourpre	Jaune
2	ERY	ERYthnitol	Pourpre	Jaune
3	DARA	D-ARAbinose	Pourpre	Jaune
4	LARA	L-ARAbinose	Pourpre	Jaune
5	RIB	D-RIBinose	Pourpre	jaune
6	DXYL	D-XYLose	Pourpre	Jaune
7	LXYL	LXYLose	Pourpre	Jaune
8	ADO	D-ADONitol	Pourpre	Jaune
9	MDX	Méthyl-βD-Xylopyranoside	Pourpre	jaune
10	GAL	D-GALactose	Pourpre	Jaune
11	GLU	D-GLUcose	Pourpre	Jaune
12	FRU	D-FRUctose	Pourpre	Jaune
13	MKE	D-MaNosE	Pourpre	Jaune
14	SBE	L-SorBosE	Pourpre	Jaune
15	RHA	L-RHAmnose	Pourpre	Jaune
16	DUL	DULcitol	Pourpre	Jaune
17	INO	INOsitol	Pourpre	Jaune
18	MAN	D-MANnitol	Pourpre	jaune
19	SOR	D-SORbitol	Pourpre	Jaune
20	MDM	Méthyl-αD-Mannopyranoside	Pourpre	Jaune
21	MDG	Méthyl-αD-Glucopyranoside	Pourpre	Jaune
22	NAG	N-AcétylGlucosamine	Pourpre	Jaune
23	AMY	AMYgdaline	Pourpre	Jaune
24	ARB	ARButine	Pourpre	Jaune
25	ESC	ESCuline Citrate de fer	Pourpre	Noir
26	SAL	SALicine	Pourpre	Jaune
27	CEL	D-CELlobiose	Pourpre	Jaune
28	MAL	D-MALtose	Pourpre	Jaune
29	LAC	D-LACTose(origine bovin)	Pourpre	Jaune
30	MEL	D-MELibiose	Pourpre	Jaune
31	SAC	D-SACcharose	Pourpre	Jaune
32	TRE	D-TREhalose	Pourpre	Jaune
33	INU	INUline	Pourpre	Jaune
34	MLZ	D-MéléZitose	Pourpre	Jaune
35	RAF	D-RAFFinose	Pourpre	Jaune
36	AMD	AmiDon	Pourpre	Jaune
37	GLYG	GLYcoGéne	Pourpre	Jaune
38	XLT	XyLiTol	Pourpre	Jaune
39	GEN	GENtlobiose	Pourpre	Jaune
40	TUR	D-TURanose	Pourpre	Jaune
41	LYX	D-LYXose	Pourpre	Jaune

42	TAG	D-TAGatose	Pourpre	Jaune
43	DFUC	D-FUCose	Pourpre	Jaune
44	LFUC	L-FUCose	Pourpre	Jaune
45	DARL	D-ARabitoL	Pourpre	Jaune
46	LARL	L-ARAbitol	Pourpre	Jaune
47	GNT	potassuim GlucoNaTe	Pourpre	Jaune
48	2KG	Potassium 2-CétoGluconate	Pourpre	Jaune
49	5KG	Potassium 5-CétoGluconate	Pourpre	jaune

- Les différentes types de viande rouge utilisées dans ce travail

Guedid		
		
G1	G2	G3
Messali		
		
M1	M2	M3
		
VH	VHC	VF



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Larbi Tébessi - Tébessa  
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

**Déclaration sur l'honneur de non-plagiat**  
(à joindre obligatoirement au mémoire, remplie et signée)

Je soussigné(e),  
Nom, Prénom : MAAMRT Hamida  
Régulièrement inscrit(e) en Master au département : Des sciences de la Nature et de la Vie  
N° de carte d'étudiant : 07/40.193.78/2007  
Année universitaire : 2016-2017  
\* Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Science biologique  
Spécialité : Qualité des produits et sécurité alimentaire  
Intitulé du mémoire : Isotement et caractérisation des bactéries lactiques isolées à partir de différents types de viande rouge

Atteste que mon mémoire est un travail original et que toutes les sources utilisées ont été indiquées dans leur totalité. Je certifie également que je n'ai ni recopié ni utilisé des idées ou des formulations tirées d'un ouvrage, article ou mémoire, en version imprimée ou électronique, sans mentionner précisément leur origine et que les citations intégrales sont signalées entre guillemets

Sanctions en cas de plagiat prouvé :  
L'étudiant sera convoqué devant le conseil de discipline, les sanctions prévues selon la gravité du plagiat sont :  
- L'annulation du mémoire avec possibilité de le refaire sur un sujet différent ;  
- L'exclusion d'une année du master ;  
- L'exclusion définitive

Fait à Tébessa, le : 4/6/2017

Signature de l'étudiant(e) :



Université Larbi Tébessi - Tébessa



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Larbi Tébessi - Tébessa  
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

**Déclaration sur l'honneur de non-plagiat**  
(à joindre obligatoirement au mémoire, remplie et signée)

Je soussigné(e),

Nom, Prénom : Aouachria Mozha  
Régulièrement inscrit(e) en Master au département : des Sciences de la Nature et de la Vie  
N° de carte d'étudiant : 0714023836 / 2007  
Année universitaire : 2017

Domaine : Sciences de la matière et de la vie

Fillière : Science Biologie

Spécialité : Qualité des produits et Sécurité Alimentaire

Intitulé du mémoire : Isolément et caractérisation des Bactéries lactique à partir de différents types de viandes rouges.

Atteste que mon mémoire est un travail original et que toutes les sources utilisées ont été indiquées dans leur totalité. Je certifie également que je n'ai ni recopié ni utilisé des idées ou des formulations tirées d'un ouvrage, article ou mémoire, en version imprimée ou électronique, sans mentionner précisément leur origine et que les citations intégrales sont signalées entre guillemets.

Sanctions en cas de plagiat prouvé :

L'étudiant sera convoqué devant le conseil de discipline, les sanctions prévues selon la gravité du plagiat sont :

- L'annulation du mémoire avec possibilité de le refaire sur un sujet différent.
- L'exclusion d'une année du master ;
- L'exclusion définitive.

Fait à Tébessa, le ... 2017

Signature de l'étudiant(e)

*(Signature manuscrite)*

