



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2023

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie appliquée

Présenté par :

CHIBANI Leila & KADI Hana

Thème

Etude de l'activité antibactérienne de quelques souches de bactéries lactiques isolées de divers produits alimentaires

Soutenu le : 03 / 07 /2023

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

M HAMDIS N

MCB

Univ. de Bouira

Président

Mm BENBARA T

MAA

Univ. de Bouira

Promotrice

Mm MEDBOUA C

MCB

Univ. de Bouira

Examinatrice

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciement

Premièrement, nous remercions Dieu Tout-Puissant de nous avoir accordé la patience, le courage et l'aide nécessaires pour faire ce travail.

*À la fin de ce travail, nous sommes heureux d'exprimer nos sincères remerciements et notre gratitude à notre promotrice, Mme **BENBARA T**, pour nous avoir accordé autant de son temps. Nous le remercions également pour ses encouragements et ses conseils constants.*

*Les membres du jury Mr **HAMDIS N** et un merci spécial à Mme **MEDBOUA C** pour avoir accepté d'examiner le document.*

Un grand merci également à nos collègues du master en microbiologie appliquée.

Dédicace

Je dédie ce mémoire

*Mon père, la source de ma force, ma vie et mon bonheur, à mon père
{Tayeb kadi} qui m'a soutenu sans hésitation Tout au long de mon
cursus universitaire, que Dieu le protège.*

*Ma mère, la femme de ma vie, mon modèle éternel, mon soutien moral
et source de joie et de bonheur, la flamme de mon cœur (Guerrache M),
qui s'est toujours sacrifiée pour me voir réussir, que Dieu la protège.*

*À mes frères et ma sœur, symbole de soutien moral et
d'encouragement que Dieu les soutienne pour moi, et pour se tenir côte
à côte pour accomplir ce travail.*

Mes chères amies Mille mercis et bien sur mon binôme (Leïla).

HANA

Dédicace

Je dédie ce travail

*Mon cher Père "Mohammed CHIBANI" et ma chère Maman, la
flamme de ma vie "AMIAR L" pour leurs sacrifices, leurs amours
inestimables, leurs tendresses, leurs encouragements tout au long de
mes études. Je vous remercie pour tout ce que vous avez fait pour moi
et ce n'est jamais suffisant. Je vous aime très fort et j'espère que vous
êtes fières de moi, que Dieu les protège.*

A mon cher frère : "Hamza" et sa femme, que dieu les protège.

*A mes belles sœurs que Dieu les protège et leurs offre la chance et le
bonheur.*

A tous mes neveux je vous souhaite une vie pleine de succès.

*A tous mes chères amies mille mercis et spécialement mon binôme
"Hana"*

LEILA

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction1

Partie 1 : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Les bactéries lactiques

1- Généralités.....3

2- Habitat.....3

3- Taxonomie et classification3

3-1 - Le genre *Lactobacillus*.....4

3-2 - Le genre *Lactococcus*.....5

3-3 - Le genre *Streptococcus*.....5

3-4 - Le genre *Enterococcus*.....6

4 - Intérêt et applications industrielles des bactéries lactiques.....6

4-1 - Domaine d'industrie alimentaire.....6

4-2 - Domaine thérapeutique.....6

4-3 - Domaine cosmétique.....7

Chapitre II : Activité antibactérienne des bactéries lactiques

1- Les métabolites antibactériens non peptidiques.....8

1-1- Les acides organiques.....8

1-2 - Le dioxyde de carbone.....8

1-3 - Le diacétyle.....8

1-4 - Le peroxyde d'hydrogène.....9

1-5 - Le reuterine.....	9
2- Les métabolismes antibactériens peptidiques.....	9
2-1- Définition.....	9
2-3- Mécanismes d'action des bactériocines.....	10

Partie 2: Partie pratique

Chapitre I : Matériel et méthode

1- Matériel utilisée.....	12
2- Méthodologie.....	12
2-1- Origine des échantillons.....	12
2-2- Isolement des bactéries lactiques.....	13
2-3- Purification des souches lactiques.....	14
2-4- Identification des souches utilisées.....	14
2-4-1- Test macroscopique.....	14
2-4-2- Test microscopique.....	14
2-4-3- Caractères biochimiques.....	14
2-5- Etude de l'activité antibactérienne.....	15
2-4-1- Préparation des précultures.....	15
2-4-1-1- Les bactéries lactiques.....	15
2-4-1-2- Les bactéries pathogènes.....	15
2-4-2- Test de spot.....	15

Chapitre II : Résultats et discussion

1- Isolement et purification des bactéries lactiques.....	16
2- Identification microscopique.....	17
3- Caractères biochimiques.....	17
4- La culture des souches pathogènes.....	17
5- Mise en évidence de l'activité antibactérienne	19
5-1- L'activité antibactérienne vis-à-vis d' <i>E.coli</i>	19
5-2- L'activité antibactérienne vis-à-vis de <i>S.aureus</i>	21
5-3- L'activité antibactérienne vis-à-vis de <i>Bacillus</i>	23
5-4- L'activité antibactérienne vis-à-vis d' <i>Enterobacter</i>	26

6- Discussion générale.....	28
Conclusion.....	30
Références bibliographiques	
Résumé	

Liste des abréviations

ADN	Acide désoxyribonucléique
ARN 16S	Acide Ribonucléique 16S ribosomal
ATP	Adénosine triphosphate
C	Cornichons
CO₂	Dioxyde de carbone
EMB	Eosine au bleu de méthylène
FF	Fromage frais
FP	Fromage en portion
GC	Cytosine Guanine
L	Lait
NaCl	Chlorure de Sodium
O	Olives
YA	Yaourt aromatisé
YN	Yaourt nature

Liste des figures

Figure 01 : Arbre consensus montrant les principaux groupes phylogénétiques de bactéries lactiques.....	4
Figure 02 : Mécanisme d'action des bactériocines des bactéries lactiques.....	10
Figure 03 : Aspect macroscopique des souches lactiques isolées sur bouillon MRS.....	16
Figure 04 : Aspect macroscopique des souches lactiques isolées sur gélose MRS.....	16
Figure 05 : Aspect microscopique des souches lactique après coloration de Gram (grossissement x40).....	17
Figure 06 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques du yaourt et du lait contre <i>E. coli</i>	20
Figure 07 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques du fromage contre <i>E. coli</i>	20
Figure 08 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques des olives et des cornichons contre <i>E. coli</i>	21
Figure 09 : Les meilleures zones d'inhibitions contre <i>E.coli</i>	21
Figure 10 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques du yaourt et du lait contre <i>S.aureus</i>	22
Figure 11 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques du fromage contre <i>S.aureus</i>	22
Figure 12 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques des olives et des cornichons contre <i>S.aureus</i>	23
Figure 13 : La meilleure zone d'inhibition contre <i>S.aureus</i>	23
Figure 14 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques du yaourt et du lait contre <i>Bacillus</i>	24
Figure 15 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques du fromage contre <i>Bacillus</i>	24
Figure 16 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques des olives et des cornichons contre <i>Bacillus</i>	25
Figure 17 : La meilleure zone d'inhibition contre <i>Bacillus</i>	25
Figure 18 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques du yaourt et du lait contre <i>Enterobacter</i>	26
Figure 19 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques du fromage contre <i>Bacillus</i>	27
Figure 20 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques des olives et cornichon contre <i>Bacillus</i>	27
Figure 21 : Les meilleures zones d'inhibition des isolats lactiques contre <i>Enterobacter</i>	28

Liste des tableaux

Tableau I : Matériel, milieu de culture et réactif utilisés au laboratoire.....	12
Tableau II : Les échantillons.....	12
Tableau III : L'observation macroscopique de quelques souches pathogènes sur bouillon et gélose.....	18

Introduction

Les bactéries sont considérées comme potentiellement bénéfiques plutôt que pathogènes après la découverte d'une relation symbiotique entre les humains et les bactéries. L'intérêt des microbes est né au milieu du XIXe siècle avec la découverte des « bactéries lactiques ». En 1857, Louis Pasteur a montré que le processus de fermentation était causé par des micro-organismes et se produisait peu de temps après l'isolement réussi des bactéries lactiques. En 1887, Joseph Lister a isolé *Lactobacillus* à partir de lait fermenté (**Preedy, 2010**).

Les produits laitiers, les olives vertes, les cornichons et d'autres produits alimentaires contiennent de nombreux nutriments essentiels et se caractérisent par une flore lactique riche et diversifiée. Les bactéries lactiques sont parmi les bactéries les plus couramment utilisées dans la fermentation des aliments en raison de la production d'une large gamme de métabolites, participant ainsi à l'amélioration du goût et de la texture des aliments fermentés (**Mokoena, 2017**).

Les bactéries lactiques sont utilisées comme agents protecteurs depuis des siècles, elles se caractérisent par la synthèse de métabolites antibactériens ; de par leurs propriétés, les bactéries lactiques ont différents rôles : dans la conservation des aliments, dans la prévention des intoxications, dans l'augmentation de la valeur nutritionnelle et améliorer la qualité sensorielle des aliments et en matière de santé, certaines bactéries lactiques sont largement utilisées comme probiotique tel que : *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* et *Streptococcus* (**Ajao et al., 2021**).

Les probiotiques, sont des micro-organismes vivants qui, lorsqu'ils sont ingérés en quantité suffisante, confèrent des bienfaits à l'hôte. Leur mécanisme d'action est basé sur l'inhibition des agents pathogènes, y compris la production d'acides organiques et de substances antimicrobiennes, notamment les bactériocines (**Ibrahim, 2019**).

A travers de cette étude, nous avons essayé d'évaluer l'activité antibactérienne de quelques souches de bactéries lactiques locales isolées à partir des divers produits alimentaires. Notre manuscrit est structuré en deux parties, la première partie est consacrée à une synthèse bibliographique articulée autour d'un premier chapitre qui donne une vue générale sur les bactéries lactiques et un deuxième chapitre intitulé l'activité antibactérienne des bactéries lactiques. Dans la deuxième partie du manuscrit nous exposons le matériel et les méthodes mis en œuvre dans le cadre de la réalisation des objectifs de notre travail et on termine avec une discussion générale.

Partie 1

Synthèse bibliographique

Chapitre I

Les bactéries lactiques

1. Généralités

Les bactéries lactiques sont des micro-organismes très anciens dont les ancêtres sont peut-être apparus il y a 3 milliards d'années (avant l'apparition des cyanobactéries). Ils sont utilisés dans la fermentation des aliments depuis plus de 4000 ans sans comprendre la base scientifique de leur utilisation et en essayant de produire des aliments mieux conservés et de meilleure qualité (**Boudersa et al., 2017**).

Au début du XXe siècle, Elie Metchnikoff a noté que la longévité et la santé des agriculteurs bulgares étaient liées à leur consommation de produits laitiers fermentés (**Brahimi, 2015 ; Daoudi et al., 2018**).

Elles sont, historiquement, définies comme une famille hétérogène de microbes qui peuvent fermenter divers nutriments principalement en acide lactique et pourraient avoir des effets bénéfiques sur la santé humaine. L'hétérogénéité de ce groupe de bactéries est évidente dans leurs caractéristiques morphologiques, car elles peuvent être en forme de bâtonnet, cocci, ou coccobacille, unicellulaires ou par paires, tétrades, chaînes courtes ou longues (**Daoudi et al., 2018**).

En général, ce sont des bactéries à Gram positif, le pourcentage en GC inférieur à 50, non mobiles, non sporulées, aérobies, anaérobies ou micros aérophiles. Elles sont également négatives pour l'oxydase, la catalase et la benzidine, ne réduisent pas le nitrate en nitrite, sont négatifs pour la gélatinase, ne peuvent pas utiliser l'acide lactique et sont exceptionnellement halotolérants (**Benhamada et al., 2019**).

2. Habitat

Les bactéries lactiques sont omniprésentes et existent dans différentes niches écologiques riches en nutriments. Ils sont naturellement associés aux surfaces muqueuses, en particulier le tractus gastro-intestinal, le vagin et la cavité buccale des humains et des animaux, sur les plantes (fruits, légumes et céréales), dans l'environnement et dans les aliments (le lait et ses dérivés : lait fermenté, fromages, ...). D'autre part, les bactéries lactiques ont été utilisées comme ferments (cultures starter) dans les produits laitiers (yaourt, fromage), la viande fermentée, les légumes fermentés et les produits de poisson fermentés (**Miranda, 2021**).

3. Taxonomie et classification

La première classification des bactéries lactiques a été établie en 1919 par Orla-Jensen. Elle est basée sur des caractéristiques observables telles que les propriétés morphologiques, biochimiques et physiologiques. Des marqueurs chimio-taxonomiques, tels que la

composition en acides gras et la composition de la membrane cellulaire, sont également utilisés pour la classification (**Belyagoubi,2014**)

La classification classique basée sur la morphologie, le mode de fermentation du glucose, la croissance à différentes températures, la structure de l'acide lactique produit et la tolérance aux fortes concentrations de sels et d'acides ou de bases (**Bouguerra, 2021**)

La classification récente des bactéries lactiques montre que le groupe des bactéries lactiques peut être subdivisé en plusieurs genres : *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Vagococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Aerococcus*, *Lactobacillus* et *Carnobacterium* (**Mechai, 2009**).

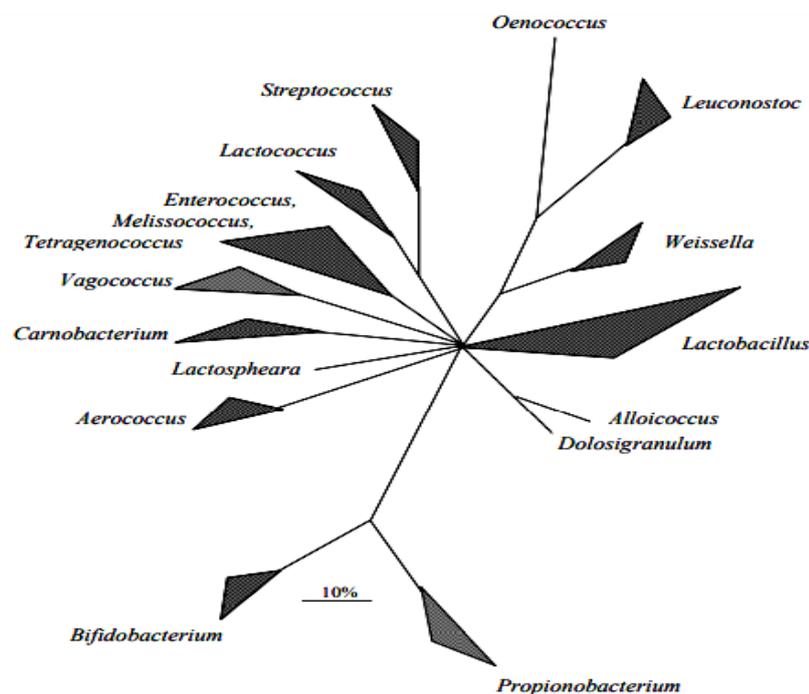


Figure 01 : Arbre consensus montrant les principaux groupes phylogénétiques de bactéries lactiques (**Holzappel et al., 2001**).

3.1. Le genre *Lactobacillus*

Lactobacillus est le genre essentiel de la famille des *Lactobacillaceae*, il inclut plusieurs espèces qui sont des ferments lactiques intervenant dans de nombreuses industries. Ce sont des bacilles longs et fins (parfois incurvés) ou des coccobacilles courts isolés, souvent groupés en chaînes (**Bessila et Messaoudi, 2021**). Elles sont généralement immobiles à l'exception de quelques espèces qui possèdent des flagelles péritriches. Les souches sont acidophiles et peuvent croître à un pH égal à 5 ou moins avec un optimum de 5.5 à 6.2. La température optimale de croissance est de 30°C à 40°C, mais peuvent se développer à un

intervalle de température situe entre 2°C et 53°C. Les thermophiles ne peuvent pas se développer en dessous de 15°C (Ababsa, 2012).

Selon le type fermentaire, le genre *Lactobacillus* peut être divisé en trois groupes :

- **Groupe 1 « *Thermobacterium* »** : ce sont des lactobacilles thermophiles homofermentaires stricts qui se développent à 45°C, et produisent uniquement de l'acide lactique à partir du glucose et qui sont incapables de fermenter les pentoses ou le gluconate. Il est principalement constitué d'espèces présentes chez l'Homme et l'animal et qui contribuent à l'équilibre de la flore intestinale comme : *Lb. acidophilus*, *Lb. helveticus* et *L. lactis*.
- **Groupe 2 « *Streptobacterium* »** : ce sont des lactobacilles mésophiles hétérofermentaires facultatifs, qui utilisent une voie homofermentaire, mais elles sont capables d'utiliser une voie hétérofermentaire dans des conditions particulières (concentration limitée en glucose), comme : *Lb. casei*, *Lb. sake*, *Lb. curvatus* et *Lb. plantarum*.
- **Groupe 3 « *Betabacterium* »** : ce sont des lactobacilles hétérofermentaires strictes. Il englobe les espèces *Lb. fermentum*, *Lb. brevis* et *Lb. sanfrancisco*. (Tahlaiti, 2019).

3.2. Le genre *Lactococcus*

Ce sont des cellules sphériques ou ovales, isolées ou disposées par paires ou par chaîne, mésophile, à une température optimale varie entre 10 et 40°C, mais ne peut se développer à 45°C. Ils se développent généralement à 4 % de NaCl et à un pH proche de la neutralité, et leur croissance s'arrête lorsque le pH du milieu atteint 4,5. Leur habitat principal c'est les produits végétaux, mais ils sont majoritairement présents dans le lait et les produits laitiers (Ababsa, 2012).

3.3. Le genre *Streptococcus*

La famille de *Streptococcaceae* est une grande famille de bactéries y compris les streptocoques lactiques, de forme sphérique ou ovoïde, mais peuvent se manifester sous forme de bâtonnets courts dans certaines conditions de culture. Elles sont généralement disposées en longues chaînes ou en paires, Gram-positif, catalase-négatif, immobile, et à métabolisme homofermentaire. Leur type respiratoire est anaérobies facultatifs mais certaines souches nécessitent du CO₂ pour leur croissance, en particulier lors de l'isolement initial. Non sporulant, catalase négative, se développent généralement entre 20 et 42°C, avec optimum de 37°C et incapables de se développer à pH 9,6 (Benhamada et al., 2019).

La plupart des streptocoques sont opportunistes ; ils sont trouvés sur les muqueuses membranaires humaines et animales, et généralement sur la peau, la gorge et les voies respiratoires supérieures. La plupart des espèces de ce genre sont commensales, parasitaires et certaines sont hautement pathogènes ex : *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus agalactiae* ou *Streptococcus pneumoniae*, seulement *Streptococcus thermophilus* est utilisée dans l'industrie alimentaire (Taiba et al., 2022).

3.4. Le genre *Enterococcus*

Les entérocoques sont de la famille de *Streptococaceae*, sous-groupes des streptocoques fécaux qui peuvent être mobile, généralement différenciés par la fermentation de l'arabinose et de sorbitol, ils croissent entre 10°C et 45°C (Bessila et Messaoudi., 2021). Les entérocoques ont une forme de cellules ovoïdes, allongées dans le sens de la chaîne, isolées en paires ou en courtes chaînes. Elles sont des bactéries anaérobies facultatives Gram positif, catalase négative, non sporulées, à métabolisme homofermentaire produisant l'acide lactique à partir du glucose. Elles sont capables de survivre dans des conditions extrêmes de température entre 5 et 65°C, pH de 4,5 à 10 et de concentration élevée de NaCl (Benhamada et al., 2019).

Elles sont majoritairement présentes dans l'intestin humain et animal, les produits végétaux, le sol et les produits laitiers. Anciennement, les espèces *Enterococcus faecalis* et *Enterococcus faecium*, représentés des streptocoques fécaux sont manipulées aujourd'hui comme probiotiques (Tahlaiti, 2019).

4. Intérêt et applications industrielles des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques jouent un rôle majeur que ce soit dans l'industrie alimentaire, dans le domaine thérapeutique ou dans le domaine cosmétique.

4.1. Domaine d'industrie alimentaire

Les bactéries lactiques interviennent dans la fermentation et la conservation de différents aliments. Les souches de *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* sont utilisées dans la production de yaourt, de fromage et de lait fermenté. Le vin, le poisson, la viande, la charcuterie, le pain au levain, etc. sont également des produits de la fermentation des bactéries lactiques (Ababsa, 2012). Ces bactéries sont utilisées pour améliorer les propriétés organoleptiques des produits fermentés et de prolonger leur durée de conservation sans avoir recours à des conservateurs chimiques grâce aux substances antimicrobiennes qu'ils produisent (Ababsa, 2012).

4.2. Domaine thérapeutique

Les bactéries lactiques sont considérées comme des probiotiques, bénéfiques pour l'hôte en maintenant l'équilibre de la flore intestinale, ont des effets préventifs et thérapeutiques sur différents types de diarrhées, et leur capacité à réduire les allergies d'origine alimentaire en raison de leur activité protéolytique. Cependant, au fil des années, l'utilisation des bactéries lactiques dans d'autres écosystèmes (vagin, glande mammaire) a été estimée, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives thérapeutiques (contre les métrites ou les mammites), également dans le développement de vaccins (**Taiba et al., 2022**).

4.3. Domaine cosmétique

La capacité de rétention d'eau de l'acide lactique le rend approprié pour une utilisation dans les formulations cosmétiques comme substance d'hydratation. Le lactate d'éthyle est l'ingrédient actif de différents produits anti-acnéiques. L'acide lactique naturellement présent dans le corps humain le rend utile comme molécule active dans le domaine (**Wee et al., 2006**).

Chapitre II

L'activité antibactérienne

Plusieurs études ont montré que les bactéries lactiques présentent une activité inhibitrice contre les bactéries pathogènes (**Rodriguez et al., 2005 ; Reis et al., 2012 ; Mercha et al., 2020**). Les propriétés antimicrobiennes des bactéries lactiques peuvent être liées à plusieurs molécules à actions bactéricides et/ou bactériostatiques synthétisé par ces bactéries telles que les acides organiques, le peroxyde d'hydrogène, le diacétyle, le reuterine et les bactériocines (**De Vuyst et Vandamme, 1994**).

1. Les métabolites antibactériens non peptidiques

1.1. Les acides organiques

Les acides organiques sont produits par les bactéries lactiques au cours du processus de fermentation. Les principaux acides produits sont : l'acide lactique, l'acide acétique et l'acide propionique. Ceux-ci inhibent la croissance des microorganismes qui ne peuvent pas se développer dans des conditions de pH acide. L'effet inhibiteur de ces acides organiques est principalement dû à molécules non dissociées diffusant à travers la couche lipidique des membranes des microorganismes provoquant ainsi une diminution de la valeur du pH dans le cytoplasme, qui a pour conséquence la déstabilisation des cellules (**Zhitnitsky et al., 2017**).

1.2. Le dioxyde de carbone

Le dioxyde de carbone (CO₂) est un métabolite secondaire synthétisé par des bactéries lactiques hétérofermentaires. Son accumulation dans le milieu extérieur crée une anaérobiose qui peut être toxiques pour les microorganismes aérobies présents dans l'aliment (**Singh, 2018**).

1.3. Le diacétyle

Le diacétyle (C₄H₆O₂) est un produit du métabolisme du citrate. Il est synthétisé par différents genres des bactéries lactiques comme : *Lactococcus sp*, *Leuconostoc sp*, *Lactobacillus sp* et *Pedsiococcus sp* (**El Ziney et al., 1998**). Il est responsable de l'arôme "beurré" des produits laitiers et qui inhibe la croissance des bactéries en interférant avec les mécanismes contrôlant l'utilisation de l'arginine. Il est rarement présent dans les aliments en quantités suffisantes pour y exercer une activité antibactérienne importante (**Heita, 2014**).

1.4. Le peroxyde d'hydrogène

Le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) est un produit antibactérien qui peut être expliqué par la production de radicaux libres tels que les groupements superoxydes (O₂•) et les groupements hydroxyles (OH•) capables d'endommager l'ADN bactérien de la bactérie cible comme *Listeria monocytogenese* (**Kalam, 2019 ; Silva et al., 2019**). De plus, la capacité

inhibitrice du peroxyde d'hydrogène peut être due à la réaction d'oxydation des groupes sulfhydryles conduisant à un changement de conformation des protéines, ce qui conduit à la perte de la fonction enzymatique. De plus, il induit une peroxydation des lipides membranaires, augmentant ainsi la perméabilité membranaire des microorganismes cibles (Nair *et al.*, 2017).

1.5. La reutérine

La reutérine (ou 3-hydroxy propionaldéhyde) est une substance antibactérienne qui est produite comme métabolite intermédiaire lors de la fermentation anaérobie du glycérol par certaines espèces de *Lactobacillus*. La reutérine s'accumule dans le microorganisme producteur. A des concentrations élevées, elle est excrétée dans le milieu de culture. Sa toxicité vis-à-vis des cellules productrices limite sa production, et certaines espèces comme *Lactobacillus reuteri* sont plus résistantes (Langa *et al.*, 2014).

2. Les métabolites antibactériens peptidiques (Les bactériocines)

2.1. Définition

Le terme « **bactériocine** » est employé pour la première fois par **Jacob *et al.*, (1953)** pour les peptides à spécificité importante, produits par certaines souches et actifs contre les souches de la même espèce. Les bactériocines sont des peptides ou protéines antimicrobiens synthétisés de manière ribosomale par une gamme variée de bactéries lactiques et sécrétées dans le milieu extracellulaire. Une bactériocine consiste généralement en un composé protéique de 20 à 60 acides aminés. Ces bactériocines ont des effets bactéricides ou bactériostatiques sur les souches bactériennes étroitement liées aux producteurs mais qui n'affectent pas négativement les organismes producteurs eux-mêmes (**Christian *et al.*, 2022**).

D'une manière générale, les bactériocines sont thermostables, solubles, amphiphiles, cationiques, modifiés ou non, de masse moléculaire entre 2 et 6 kDa et actives à pH acide (**Taale *et al.*, 2016**).

La première bactériocine entièrement identifiée et la plus connue dans les bactéries lactiques était la nisine, synthétisée par *Lactococcus lactis* (**Baptista *et al.*, 2020 ; Christian *et al.*, 2022**).

2.2. Mécanismes d'action des bactériocines

Plusieurs mécanismes peuvent se présenter chez les bactériocines, mais qui varie d'une classe à une autre. La figure 02 résume les différents mécanismes d'action des bactériocines des bactéries lactiques.

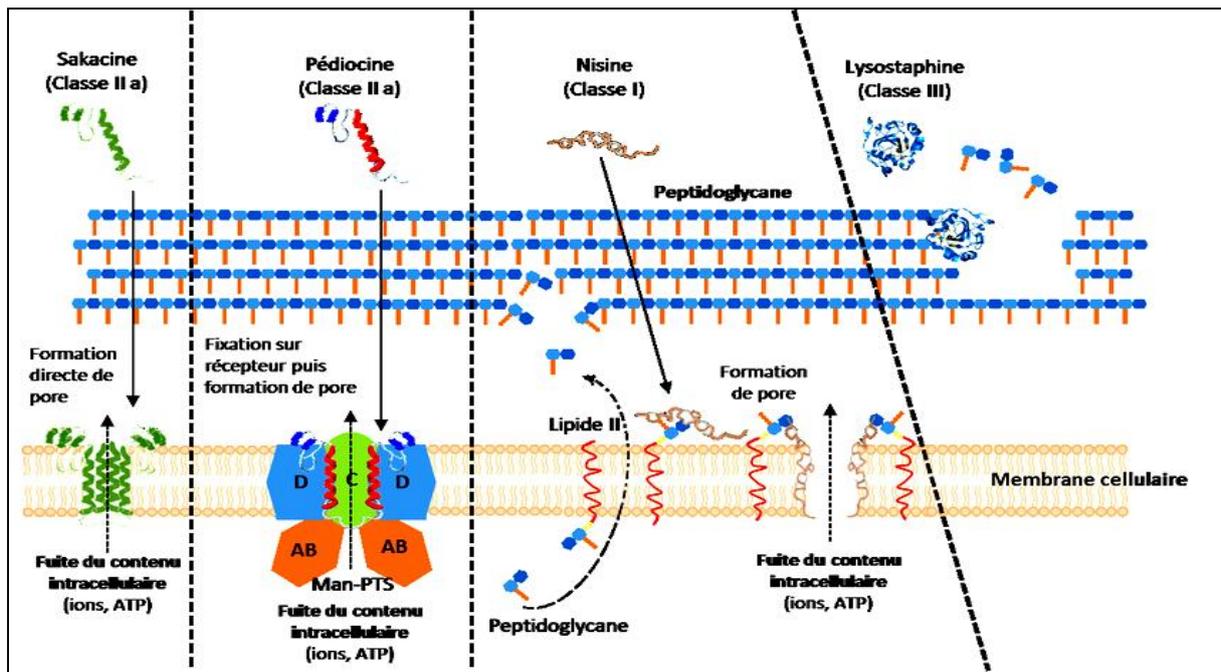


Figure 02 : Mécanisme d'action des bactériocines des bactéries lactiques
(Fernandez *et al.*, 2014)

Les lantibiotiques interagissent avec les membranes cellulaires par des interactions électrostatiques ou en se liant à des récepteurs spécifiques, tels que le lipide II (Kirtonia *et al.*, 2021). En raison de cette liaison, les lantibiotiques peuvent former des pores larges et non spécifiques dans la membrane plasmique des cellules, ce qui entraînera un efflux rapide des petites molécules et des composés cytoplasmiques tels que les acides aminés, les molécules d'ATP, les ions...etc. Ces efflux provoquent un déséquilibre des forces protons motrices d'une part et d'autre part de la membrane cytoplasmique ainsi que l'arrêt de la fonction cellulaire et la mort des cellules (Benmouna, 2012 ; De freire Bastos *et al.*, 2015).

Les bactériocines de classe II agissent par adsorption à la membrane et la formation des pores (Bali *et al.*, 2016). Les bactériocines de cette classe utilisent le système mannose phosphotransférase (Man-PTS) comme une molécule d'abordage, à travers laquelle elles exercent leurs activités, conduisant à la perméabilisation de la membrane cellulaire et perturbation des forces protons motrices, ce qui cause l'arrêt de la machinerie de biosynthèse cellulaire, provoquant une fuite de composés intracellulaires vers l'extérieur des bactéries sensibles (Nissen-Meyer *et al.*, 2009 ; De freire Bastos *et al.*, 2015).

Le mode d'action de cette troisième classe est différent. Elles agissent par hydrolyse des liaisons peptidiques entre les peptidoglycanes des membranes des bactéries sensibles (Dortu *et Thonart*, 2009 ; Tenea *et Yépez*, 2016).

Partie 2

Partie pratique

Chapitre I

Matériel et méthode

Cette étude a été réalisée dans le laboratoire de microbiologie, département des sciences biologiques, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Science de la Terre, université Akli Mohand Oulhadj -Bouira- durant la période mars-juin de l'année 2023.

1. Matériel utilisée

Durant la réalisation des travaux de ce mémoire, plusieurs matériaux, milieux de culture et réactifs sont utilisés.

Tableau I : Matériel, milieu de culture et réactif utilisés au laboratoire

Matériel	Milieu de culture	Réactif
<ul style="list-style-type: none"> • Agitateur électrique • Autoclave • Bain marie • Balance • Etuve • Micropipette • Vortex électrique. • Barreau magnétique 	<ul style="list-style-type: none"> • Gélose Chapman • Gélose MRS • Gélose nutritive • Gélose nutritive molle • Gélose EMB • Bouillon MRS • Bouillon nutritive 	<ul style="list-style-type: none"> • L'eau distillée • Ethanol 96° • Glycérol • L'eau oxygéné • Lugol • Fushine • Violet de gentiane

2. Méthodologie

2.1. Origine des échantillons

Tableau II : Les échantillons utilisés

Produits d'origine animale (produits laitiers)	Produit d'origine végétale
Fromage frais (Soummam).	Olives de table.
Fromage en portion (la vache qui rit).	Cornichons.
Lait de vache.	
Yaourt nature (Soummam).	
Yaourt aromatisé (Soummam).	

2.2. Isolement des bactéries lactiques

L'isolement des bactéries lactiques à partir des produits laitiers se fait en prenant une petite quantité de chaque produit par une pipette Pasteur stérile et on l'ensemence dans des tubes stériles contenant le bouillon MRS et on le mélange par vortex pour faire détacher les bactéries lactiques des produits alimentaire. L'incubation se fait à 37 °C pendant 24h. Le développement des bactéries lactiques se traduit par un trouble et une pastille blanche au fond de tube caractéristique des bactéries lactiques.

Pour les olives vertes et les cornichons, l'isolement se fait on le coupant en petits morceaux d'olive par un bistouri et l'écraser par un mortier et verser dans des tubes stériles contenant bouillon MRS et l'incubation se fait à 37 °C pendant 24h, et c'est le même protocole qu'on a suivie pour les cornichons.

L'isolement a été réalisé sur gélose MRS à partir de la culture en bouillon MRS, puis on incube à 37 °C pendant 48h.

2.3. Purification des souches lactiques

La purification consiste à réaliser des repiquages successifs sur gélose et bouillon MRS. Sur gélose, l'ensemencement a été effectué par la méthode des stries éloignés, l'incubation a été faite à 37°C pendant 48h jusqu'à l'obtention des colonies homogènes de même forme, même taille et de même couleur.

2.4. Identification des souches isolées**2.4.1. Test macroscopique**

Cette identification macroscopique est réalisée par l'observation à l'œil nu des colonies sur gélose MRS, en observant la couleur, la taille et l'aspect des colonies. L'observation macroscopique est faite après 48heures d'incubation à 37°C.

2.4.2. Test microscopique

L'aspect microscopique consiste à observer la forme, taille, le mode d'association et le type de Gram des cellules après coloration de Gram. Pour chaque type de colonie isolée, la coloration de Gram a été réalisée et l'observation des cellules est faite à Grossissement X100.

2.4.3. Caractères biochimiques

Le métabolisme oxydatif des bactéries est réalisé en utilisant le système respiratoire comprend des enzymes telles que la catalase, qui décompose le peroxyde d'hydrogène selon la réaction suivante :

Catalase



Ce test se fait par mettre en contact sur une lame stérile une colonie de la bactérie à tester en présence d'une goutte d'eau oxygénée. Un dégagement gazeux sous forme de bulles signifier la décomposition de l'eau oxygénée sous l'action de l'enzyme à tester (Belyagoubi, 2014).

2.5. Etude de l'activité antibactérienne

L'activité antibactérienne des isolats lactiques à l'égard des souches cibles a été mise en évidence par un test d'antagonisme direct : test des spots.

2.5.1. Préparation des précultures

➤ Les bactéries lactiques

A partir d'une culture sur gélose MRS de 48h, 4 à 6 colonies selon la taille ont été repiquées dans 5 ml de bouillon MRS et on fait la culture à 37 °C pendant 18h.

➤ Les bactéries pathogènes

A partir de gélose spécifique pour chaque bactérie pathogène, à savoir : *E. coli* sur gélose EMB, *S. aureus* sur gélose Chapman, *Enterobacter* et *Bacillus* sur gélose nutritive, on mit 2 à 3 colonies dans 5 ml de bouillon nutritif et on fait la culture à 37 °C pendant 18h.

2.5.2. Test de spot

Sur gélose MRS solidifiée et séchée, 5 µl des suspensions bactériennes des souches lactiques sont déposées en spots sur la surface. Les boîtes sont séchées près du bec benzène pendant 30 min puis incubées à 37°C pendant 18 h. Après la période d'incubation, les spots sont recouverts d'une couche de 10 ml d'une gélose nutritif molle en surfusionensemencée avec 1 ml d'une culture jeune des souches pathogènes, puis les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 h. L'apparition d'un halo clair autour du spot détermine l'inhibition par la souche lactique. L'inhibition a été considérée positive lorsqu'on a l'apparition de la zone d'inhibition.

Chapitre II

Résultats et discussion

1. Isolement, purification et identification macroscopique des bactéries lactiques

L'isolement de souches de bactéries lactiques a été réalisé dans de bouillon MRS, l'observation macroscopique a indiqué la présence d'un trouble homogène avec une pastille blanche au fond de tube désignant la viabilité de la souche lactique.

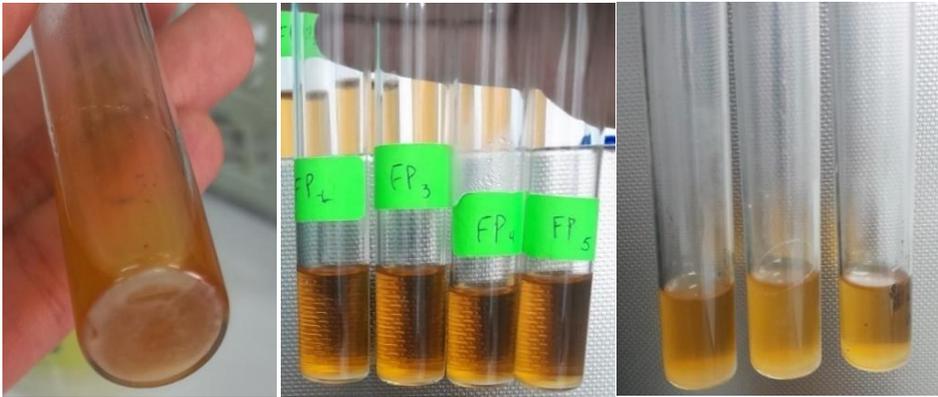


Figure 03 : Aspect des souches de bactéries lactiques isolées dans de bouillon MRS.

Sur la gélose MRS, l'ensemble des colonies étudiées révèle un aspect presque semblable ; elles sont lisses légèrement bombées, de petite taille, de couleur blanche, de formes circulaire ou lenticulaire, et à contour régulier ou irrégulier.



Figure 04 : Aspect macroscopique de souches de bactéries lactiques isolées sur gélose MRS.

Selon **Bouabellou et Bouzzenir (2018)**, *Lactobacillus bulgaricus* montre des colonies de couleur blanchâtre, de formes rondes, à contour régulier appartient au *Lactobacillus bulgaricus*. **Mami et Kihal, (2019)** ont observé des petites colonies d'environ 1mm de

diamètre, de forme lenticulaire de couleur blanchâtres ou laiteux, avec une surface lisse et un contour circulaire régulier. Ces souches isolées appartiennent au genre *Lactobacillus*. De même, **Badis et al., (2005)** ont réussi à isoler des colonies blanches, rondes ou lenticulaires, qui appartiennent au genre *Streptococcus* et *Lactococcus*.

2. Identification microscopique

Les 49 isolats ont été retenus pour réaliser une coloration de Gram. L'observation microscopique a révélé que les colonies isolés et purifiés sont à Gram positif, apparaissant sous formes cocci et d'autres sous formes des bacilles avec un grossissement X100.

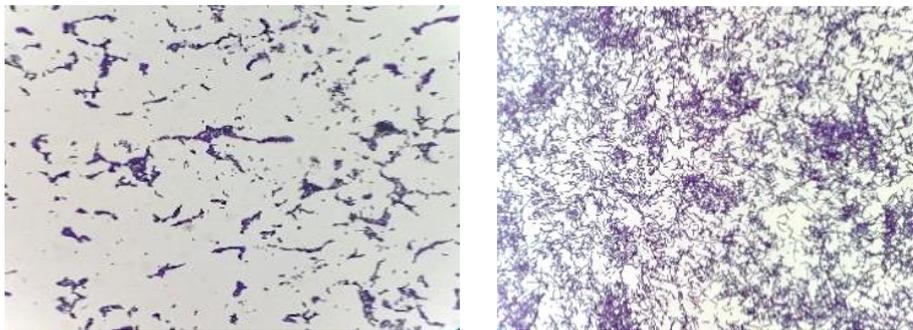


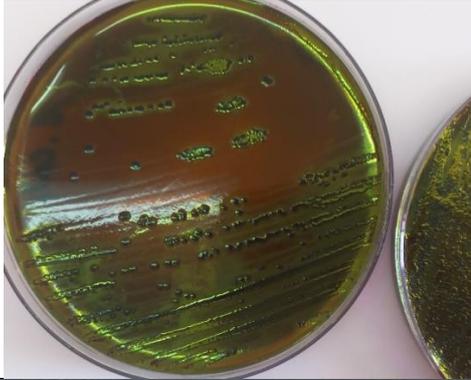
Figure 05 : Aspect microscopique de souches de bactéries lactiques après coloration de Gram (grossissement x100)

3. Caractères biochimiques

Parmi les tests biochimiques utilisés dans l'identification des bactéries lactiques, le test de catalase est toujours réalisé. Toutes les 49 souches de bactéries lactiques montrent un résultat négatif pour le test de catalase.

4. La culture des souches pathogènes

Tableau III : L'observation macroscopique des souches pathogènes sur bouillon et gélose.

Souche pathogène	Gélose	Observation macroscopique sur gélose	Bouillon	L'observation macroscopique sur bouillon
<i>E. coli</i>	EMB : des colonies vertes à éclat métallique.		Bouillon nutritif : présence de trouble.	
<i>S.aureus</i>	Chapman : des colonies de couleur jaune et une coloration jaune du milieu.		Bouillon nutritif : présence de trouble.	
<i>Bacillus</i>	Gélose nutritive : des colonies blanchâtres		Bouillon nutritif : présence de trouble.	

<i>Enterobacter</i>	Gélose nutritive: des colonies blanchâtres		Bouillon nutritif : présence de trouble.	
---------------------	--	---	--	---

5. Mise en évidence de l'activité antibactérienne

Les 49 souches de bactéries lactiques ont été testées pour leurs activités antibactériennes à l'égard de quatre bactéries pathogènes : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter* et *Bacillus*. Les résultats obtenus montrent que la plupart des souches lactiques ont un effet antibactérien vis-à-vis des souches pathogènes, mais avec un effet plus ou moins déférents. Les diamètres des zones d'inhibition apparaissant autour de ces spots ont été mesurés ainsi leurs moyennes est calculée.

5.1. Activité antibactérienne vis-à-vis d'*Escherichia coli*

D'après les résultats de test d'antagonisme, on observe que toutes les souches lactiques ont une activité antibactérienne important envers *E.coli*, dont l'intervalle des diamètres des zones d'inhibition est situé entre 23 et 36.5mm. On remarque que les 7 souches lactiques suivantes : YN6, O1, L6, FP6, L2, C6, O2 montrent l'activité la plus importante avec un diamètre des zones d'inhibition se situe entre 30.5 et 35 mm. Ainsi, les souches FF6 et L3 montrent l'activité la plus marquante de 36.5mm de diamètre.

5.1.1. L'activité antibactérienne des souches lactiques isolées des produits laitiers

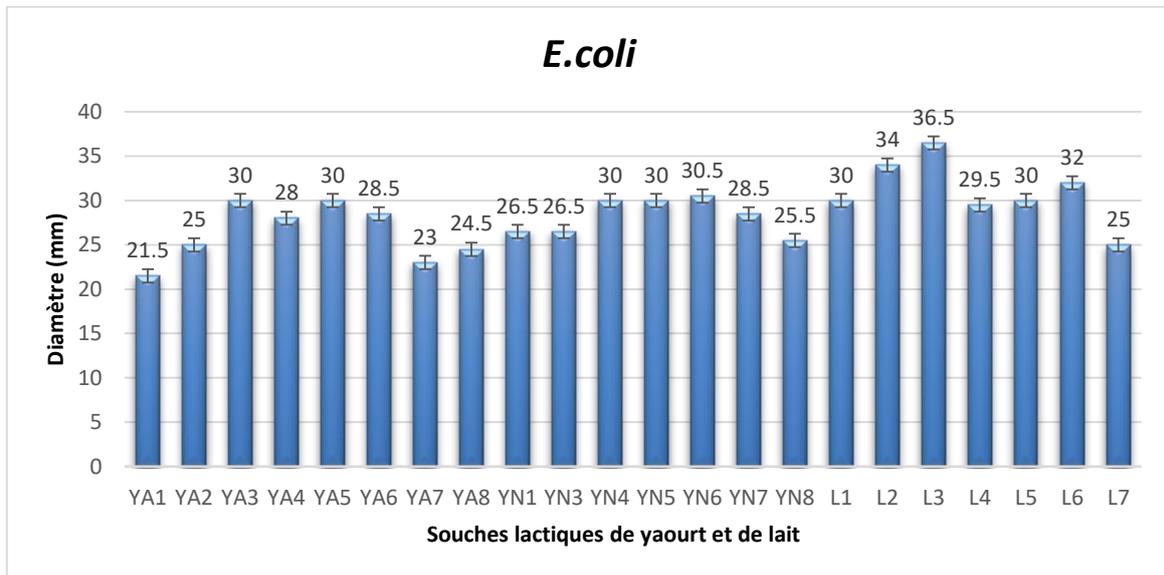


Figure 06 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques du yaourt et du lait contre *E. coli*.

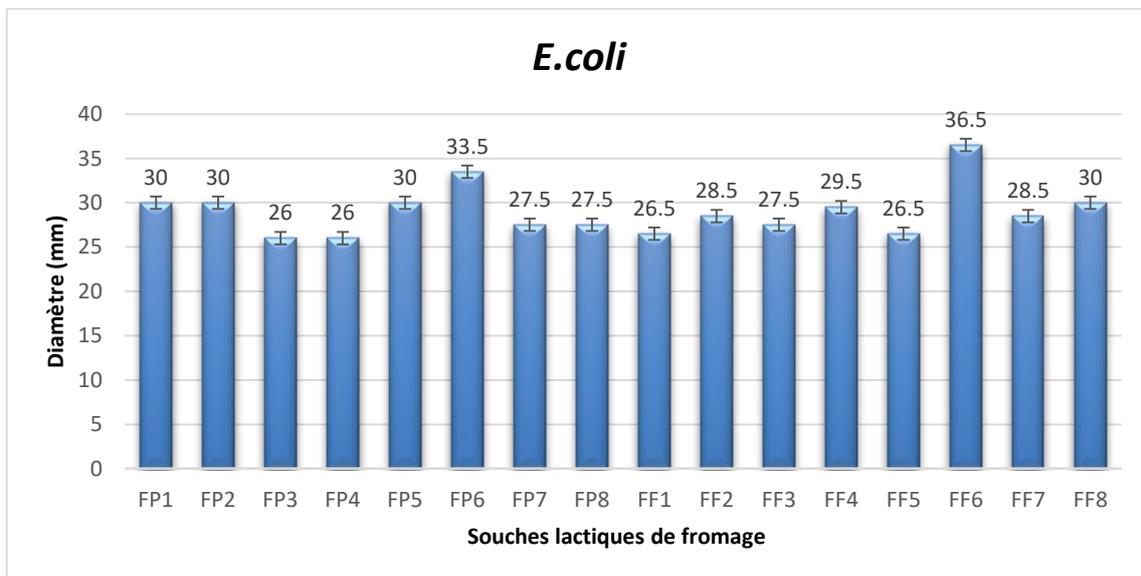


Figure 07 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques du fromage contre *E. coli*.

5.1.2. L'activité antibactérienne des souches lactiques isolées des produits végétaux

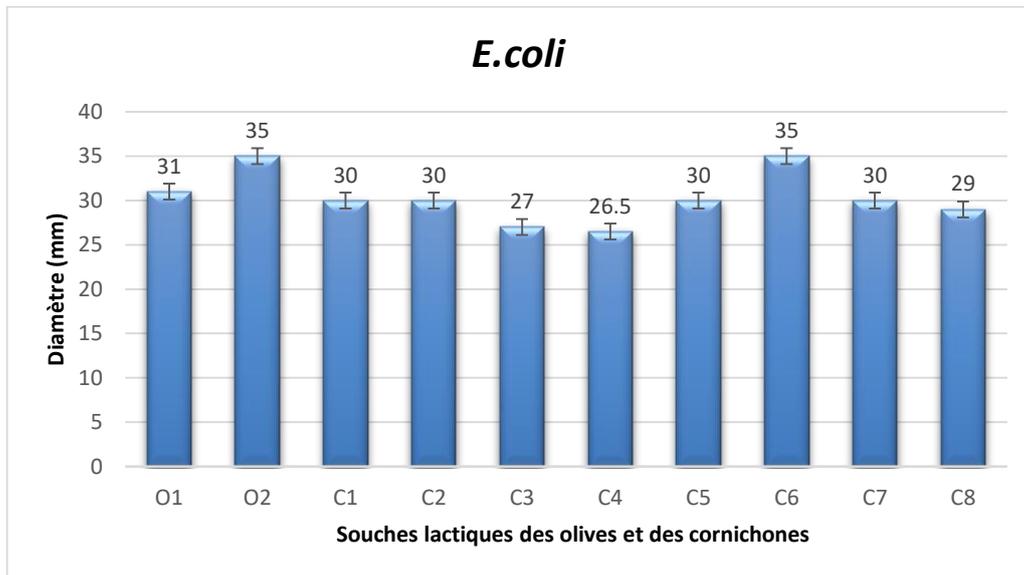


Figure 08 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques des olives et des cornichons contre *E. coli*.



Figure 09 : Les meilleurs zones d'inhibition contre *E. coli*.

5.2. Activité antibactérienne vis-à-vis de *S. aureus*

D'après les résultats de test d'antagonisme, on observe que presque toutes les souches lactiques ont une activité antibactérienne important envers *Staphylococcus aureus*, dont l'intervalle des diamètres des zones d'inhibition se situe entre 15.5 et 39.5mm. On remarque que les 13 souches lactiques suivantes : YA5, FP1, FP2, YN1, YN3, L1, L2, O1, O2, YA7,

C6, FF4, FF2 montrent l'activité la plus importante avec un diamètre des zones d'inhibition allant de 32 à 38.5mm. La souche FF6 montre l'activité la plus marquante de 39.5 mm

5.2.1. L'activité antibactérienne des souches lactiques isolées des produits laitiers

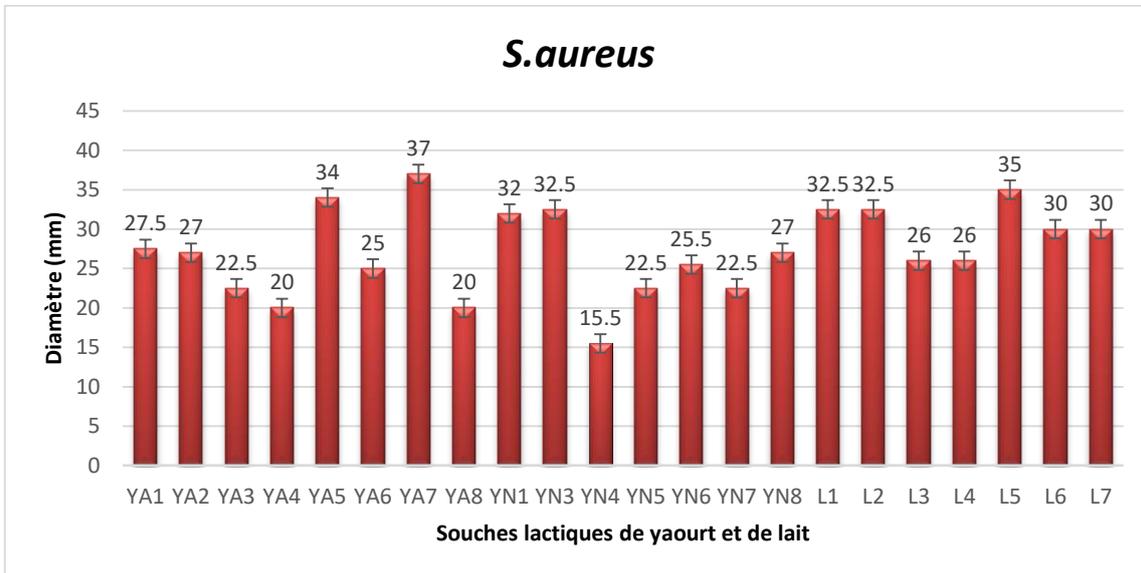


Figure 10: Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques du yaourt et du lait contre *S. aureus*.

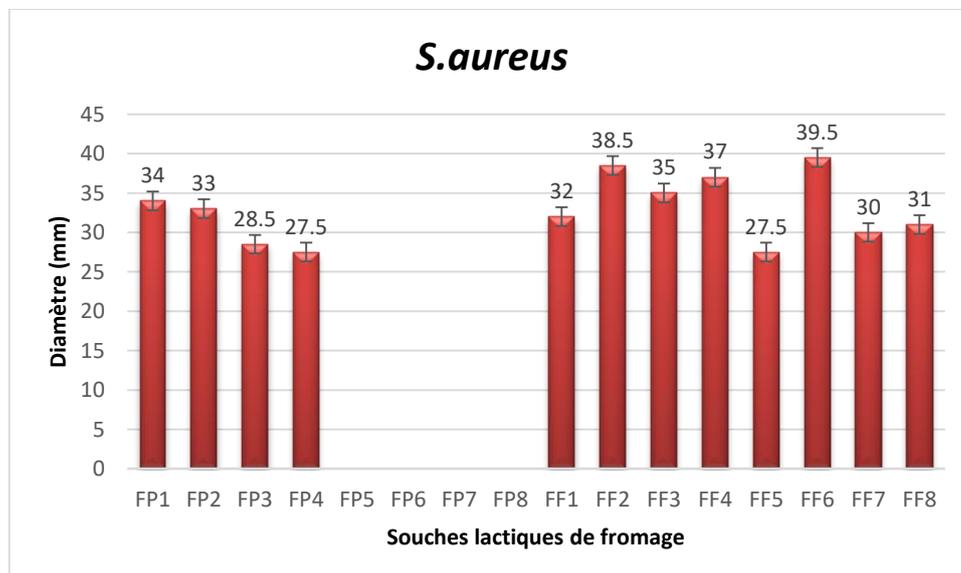


Figure 11 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques du fromage contre *S. aureus*.

5.2.2. L'activité antibactérienne de souches lactiques isolées des produits végétaux

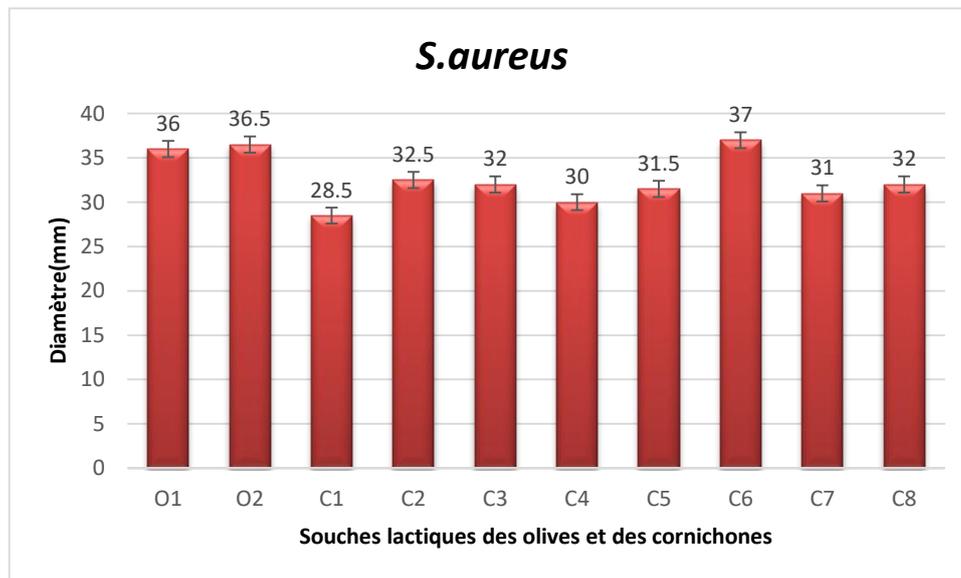


Figure 12 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques des olives et des cornichons contre *S. aureus*.

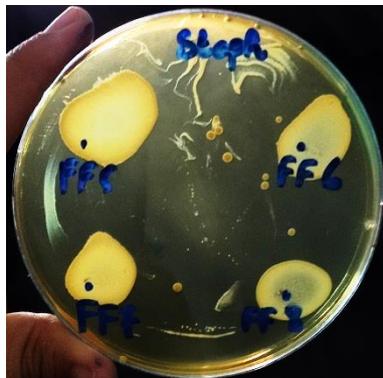


Figure 13 : La meilleure zone d'inhibition contre *S. aureus*.

5.3. L'Activité antibactérienne vis-à-vis de *Bacillus*

D'après les résultats de test d'antagonisme, on observe que toutes les souches lactiques ont une activité antibactérienne important envers *Bacillus*, dont l'intervalle des diamètres des zones d'inhibition est entre 14 et 30mm. On remarque que les 9 souches lactiques suivantes : FF2, FP3, L3, L7, O1, C2, C8, YA2, YA6montrent l'activité la plus

importante avec un diamètre des zones d'inhibition se situe entre 20 et 29.5mm. La souche YA1 montre l'activité la plus marquante de 30mm de diamètre.

5.3.1. L'activité antibactérienne des souches lactiques isolées des produits laitiers

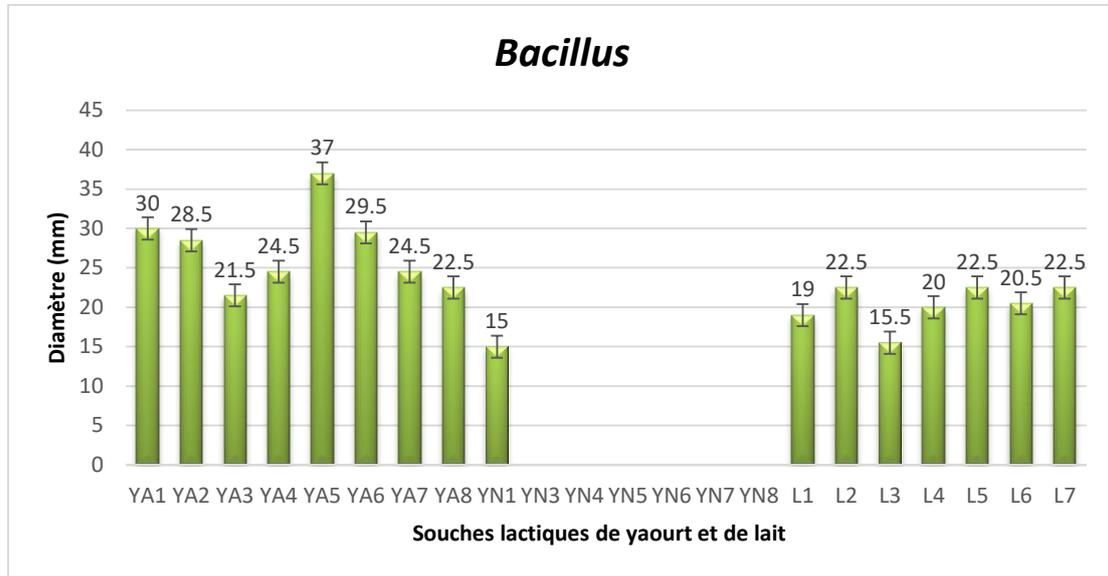


Figure 14 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques du yaourt et du lait contre *Bacillus*.

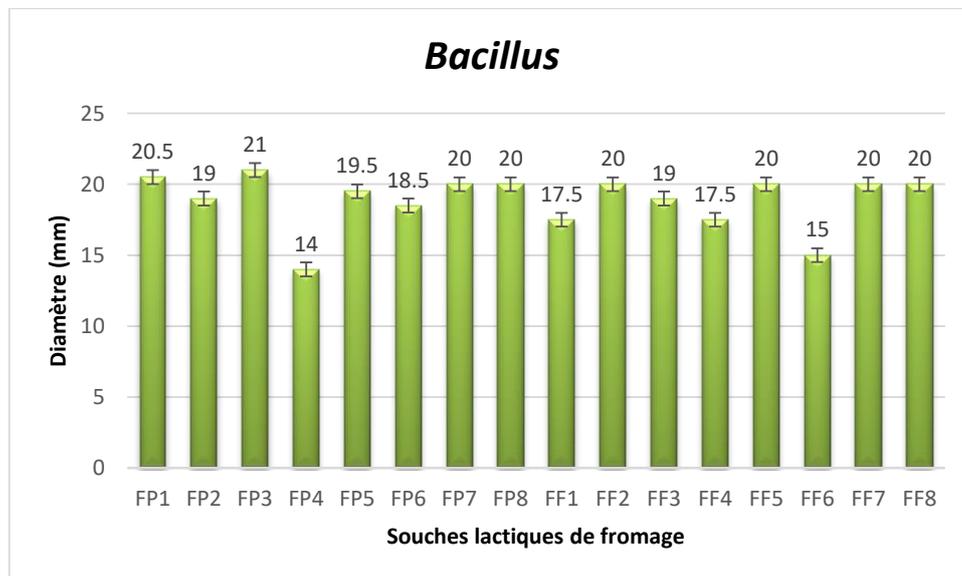


Figure 15 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques du fromage contre *Bacillus*.

5.3.2. L'activité antibactérienne des souches lactiques isolées des produits végétaux

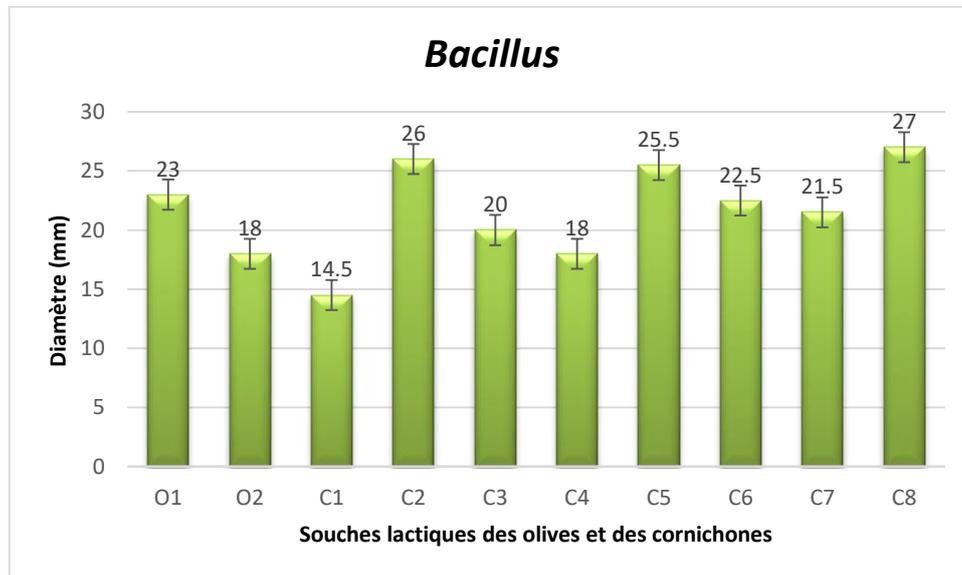


Figure 16 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques des olives et des cornichons contre *Bacillus*.

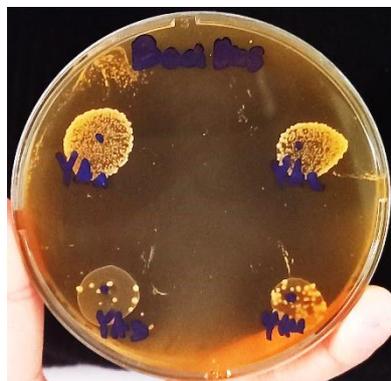


Figure 17 : La meilleure zone d'inhibition contre *Bacillus*.

5.4. L'Activité antibactérienne vis-à-vis d'*Enterobacter*

D'après les résultats de test d'antagonisme, on observe que toutes les souches lactiques ont une activité antibactérienne important envers *Enterobacter*, dont l'intervalle des diamètres des zones d'inhibition entre 15 et 30mm. On remarque que les 9 souches lactiques suivantes : FF4, O1, L6, L1, C8, C6, YA8, YA5, C5 montrent l'activité la plus importante avec un diamètre des zones d'inhibition se situe entre 23 et 29.5 mm Les souches YA2, YA6, FP5, FP6, FP7, FP8 montrent l'activité la plus marquante de 30 mm.

5.4.1. L'activité antibactérienne des souches lactiques isolées des produits laitiers

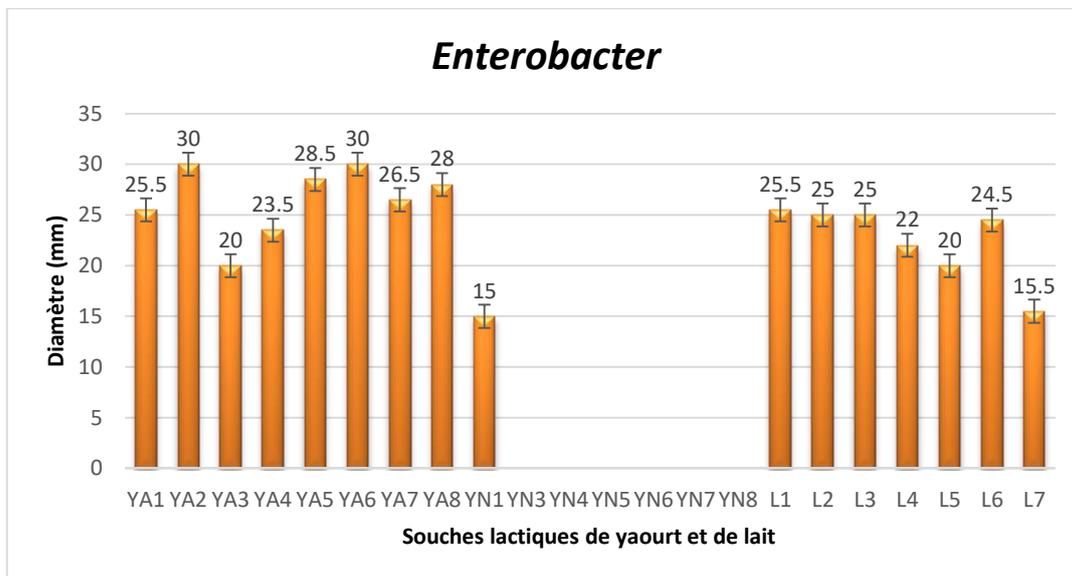


Figure 18 : Histogramme représente les zones d'inhibition des souches lactiques du yaourt et du lait contre *Enterobacter*.

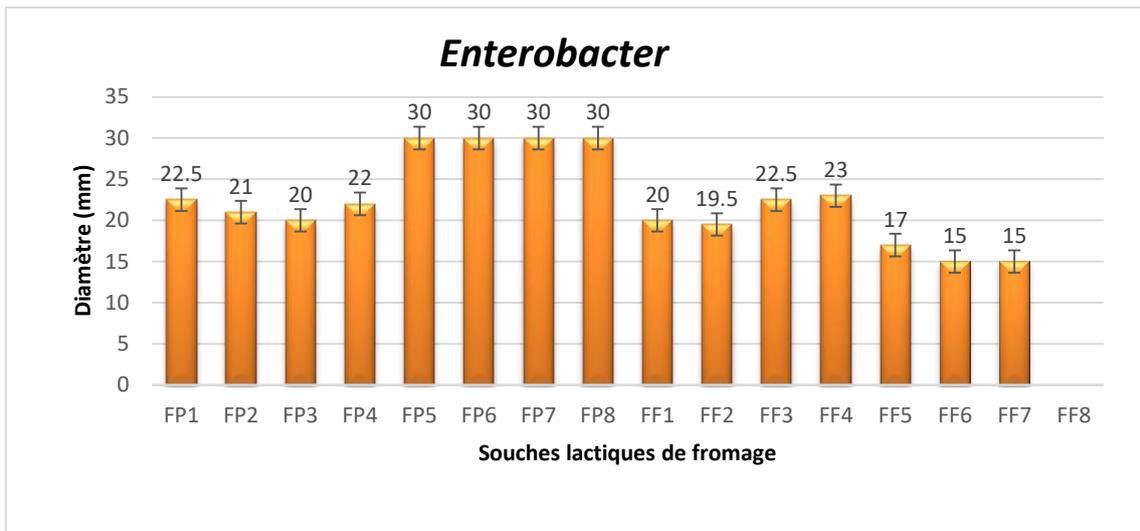


Figure 19 : Histogramme représente les zones d’inhibition des souches lactiques du fromage contre *Enterobacter*.

5.4.2. L’activité antibactérienne des souches lactiques isolées des produits végétaux

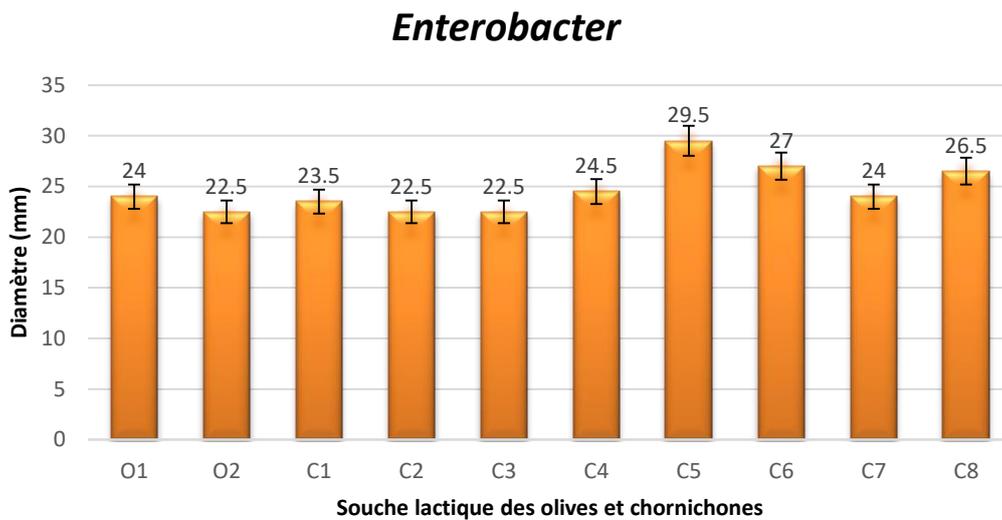


Figure 20 : Histogramme représente les zones d’inhibition des souches lactiques des olives et cornichons contre *Enterobacter*.



Figure 21 : Les meilleures zones d'inhibition contre *Enterobacter*.

6. Discussion générale

Ces résultats montrent que la plupart des souches lactiques ont une activité antibactérienne plus ou moins différente, mais il y a quelques souches ne possèdent pas une activité à savoir les souches isolées à partir de YN3 jusqu'à YN8 contre *Bacillus* et *Enterobacter* et FP8 contre *Enterobacter*, et de FP5 jusqu'à FP8 contre *S. aureus*.

Les bactéries lactiques ont une capacité de produire plusieurs types de substances antimicrobiens : les acides organiques, les bactériocines, les acides gras à courte chaîne, le diacétyle et le peroxyde d'hydrogène (Armas et al., 2017 ; Reuben et al., 2020).

Allouche et al., (2010) montrent que toutes les souches de *Lactobacillus* isolées du lait cru et d'un ferment lactique commercial produisent et excrètent dans le milieu de culture des substances inhibitrices capables d'inhiber la croissance de *Bacillus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*. Fang, et al., (1996) ont isolé et étudié l'effet antagoniste des *Lb.acidophilus*, *Lb.bulgaricus*, *Lb.casei* vis-à-vis de certaines souches pathogènes. Les résultats montrent des diamètres entre 19.5 et 33.5 contre *S.aureus*, et un diamètre entre 24 et 38.5 contre *E. coli*. Ces résultats sont semblables à nos résultats obtenus. *Lactococcus lactis* est connu pour produire diverses bactériocines envers *S.aureus* (Stoyanova et al., 2007).

Lactobacillus plantarum (Lb1) inhibe la croissance de *Staphylococcus aureus* et la croissance d'*Escherichia coli* avec un spectre d'activité important de 10 mm et plusieurs auteurs ont déjà montré que *L. acidophilus* produisait une substance inhibitrice agissant aussi contre les bactéries pathogènes (Juillardet et al., 1987). Lima et al., (2007) ont réalisé une identification

des souches comme étant *Lactobacillus reuteri*, *L. salivarius*, ou *Lactobacillus spp.* et qui ont inhibé *Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *Listeria monocytogenes*, et *Salmonella spp.*

Une activité inhibitrice des souches *Enterococcus faecalis* vis-à-vis d'*Escherichia coli*, *S. aureus* et *Salmonella sp.* est observé par **Hwanhlem et al., (2011)**. **Izquierdo et al., (2009)** et **Molinos et al., (2009)** ont suggéré que l'entérocoque produite par *Enterococcus faecalis* a un intérêt potentiel car elle inhibe : *Salmonella enterica*, *L. monocytogenes*, *S. aureus*, et *B.cereus*. **Hittu et Ravinder., (2007)**, ont examiné des souches d'entérocoques isolés de 68 produits laitiers et 28 échantillons fécaux humains et ont trouvé une haute production de bactériocine dans les échantillons laitiers, et que les isolats avaient un effet anti-listeria.

Ponce et al., (2008) ont reportés l'activité antibactérienne de *Lactococcus lactis subsp lactis*, isolé des produits végétaux., et des lactocoques ont un effet inhibiteur contre les souches de références pathogènes testés *E. coli* et *S.aureus*. **Pulusani et al., (1979)** ont trouvé que *S. thermophilus* produit une substance inhibitrice qui agit envers les bactéries pathogènes.

Les bactéries lactiques ont généralement un rôle dans la production des acides organique dans le milieu ce qui se constate par la présence de zone claire, et produisent aussi d'autres substances antimicrobiennes tel que le peroxyde d'hydrogène (**Barefoot et Klaenhammer., 1984**). A partir de ces chercheurs (**Barefoot et Klaenhaller., 1984 ; Dalache., 2006 ; Lima et al., 2007**) on peut dire que l'activité antibactérienne de nos souches lactiques peut être due aux substances suivantes : des bactériocines, des acides organiques, le pH acide ou le peroxyde d'hydrogène.

Conclusion

Conclusion

L'intérêt des bactéries lactiques est primordial dans l'alimentation depuis au moins quatre millénaires, sont utilisées dans la fermentation des aliments et sont connues pour leur capacité à produire des composés antimicrobiens, ce qui leur permet d'être priorisées dans divers écosystèmes, et surtout être appliquées en tant que bio-conservateur.

A travers cette étude, on a isolé et identifié des bactéries lactiques à partir des produits d'origine animale (les produits laitiers) et d'origine végétale. Leur culture sur milieu bouillon et gélose MRS permet l'isolement et la purification et la coloration de Gram qui s'orienter vers ces bactéries, leurs caractères macroscopique, microscopique et biochimique permettent de les différencier entre groupes bactérien de forme cocci ou bâtonnet, Gram+, et catalase négative.

L'étude de l'activité antibactérienne par la méthode du spot des 49 isolats lactiques contre 4 souches pathogènes a été réalisée a montré des diamètres d'inhibition pour *E. colid*'avec 23-36.5 et le meilleur diamètre est obtenus avec les deux souches FF6 et L3. Contre *S.aureus* les diamètres sont entre 15.5 et 39.5 et le meilleur diamètre est obtenu avec la souche FF6. Pour *Bacillus*, le diamètre est de 14 à 30 et le meilleur diamètre est obtenu avec YA1. Dans le cas de l'activité antibactérienne contre *Enterobacter* les diamètres variés de 15 à 30 mm et le meilleur diamètre est obtenu avec les souches YA2, YA6, FP5, FP6, FP7, FP8.

Ces résultats montre la plupart des souches lactiques ont une activité antibactérienne plus ou moins différente, mais il y a quelques souches ne possèdent pas une activité à savoir : YN3 jusqu'à YN8 contre *Bacillus* et *Enterobacter* et FF8 contre *Enterobacter*, et de FP5 jusqu'à FP8 contre *S.aureus*.

Les perspectives de cette étude sont les suivants :

- ❖ Identification biochimique et moléculaire des souches lactiques.
- ❖ Tester l'activité contre d'autres souches pathogènes,
- ❖ Identification et connaître la nature exacte de la substance inhibitrice.

Références bibliographiques

A

Ababsa A. 2012. Recherche de bactériocines produites par les bactéries lactiques du lait, Mémoire de magister. Université FERHAT Abbas- Sétif. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 4p.

Ajao O., Banwo K., Ogunremi O., et Sanni A. 2021. Antimicrobial properties and probiotic potentials of lactic acid bacteria isolated from raw beef in Ibadan, Nigeria. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*: 770-773.

Allouche F N., Hellal A., Laraba A. 2010. Etude de l'activité antimicrobienne des souches de lactobacilles thermophiles utilisées dans l'industrie laitière. *Revue « Nature et Technologie »*. n° 03/Juin 2010. P13-20

Armas F, Camperio C, Marianelli C, 2017. *In vitro* assessment of the probiotic potential of *Lactococcus lactis* LMG 7930 against ruminant mastitis causing pathogens. *PLoS One*, 12(1), e0169543

B

Badis A., Laouabdia-Sellami N., Guetarni D., Kihal M., Ouzrout R. 2005. Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées a partir de lait cru de chèvre de deux populations caprines locales "arabia et kabyle". N°23, pp.30-37. Université Mentouri Constantine, Algérie

Bali V., Panesar P. S., Bera M. B., Kennedy J. F. 2016. Bacteriocins: recent trends and potential applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(5), 817-834.

Baptista R. C., Horita C. N., Sant-Ana A. S. 2020. Natural products with preservative properties for enhancing the microbiological safety and extending the shelf-life of seafood. *Food research international*, 127, 108762.

Barefoot S.F., Kleanhammer T.R., 1984. Purification and characterization of the *Lactobacillus acidophilus* bacteriocin, lactacin b. *Antimicrobial. Agents chemother*, 26: 328- 334.

Belyagoubi L. 2014. Antibiotiques produits par des bactéries (actinomycètes et bactéries lactiques) issus de différents écosystèmes naturels Algériens, thèse de doctorat. Université Aboubakr Belkaid Tlemcen, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers, 209p

Références bibliographiques

Benhamada A. Boudjerida K. Mati A. 2019. Identification phénotypique et moléculaire des bactéries lactiques, mémoire de Master. Université Mohammed Seddik Ben Yahia- Jijel, 2p.

Benmohammed I. 2020. Caractérisation des activités protéolytiques des souches autochtones de *Lb. plantarum*, *Lb.acidophilus* et *Lb.casei* pour l'élaboration d'un ferment à haute aptitude fromagère, mémoire de master. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

BenmounaZ. 2012. Bactériocines des bactéries lactiques : etude biochimique et génétique (Doctoral dissertation, Université d'Oran1-Ahmed Ben Bella).

Benmouna Z. 2019. Etude de bactériocines de bactéries lactiques et leurs effets sur les bactéries pathogènes et/ou d'altération (Doctoral dissertation, Université d'Oran1-Ahmed Ben Bella).

Bessila R et Messaoudi L. 2021. Propriétés probiotiques des bactéries lactiques, mémoire de Master. Université de Larbi Tebessi-Tébessa, Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie, 17p.

Bouabellou H et Bouzenir M, 2018. Etude du pouvoir inhibiteur des bactéries lactiques du lait et du yaourt vis-à-vis de quelques bactéries pathogènes. Université des Frères Mentouri, Constantine. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 40p.

Boudersa W et Nekkaa R. 2017. Étude de l'activité antibactérienne de bactéries lactiques isolées à partir d'un produit laitier fermenté : le yaourt brassé, Thèse de doctorat. Université des Frères Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 84p.

Bouguerra A. 2021. Evaluation du potentiel probiotique des souches lactiques isolées à partir du lait de chamelle, thèse de doctorat. Université Ferhat Abbas, Sétif 1, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 141p.

Brahimi S. 2015. Isolement et caractérisation biotechnologiques des bactéries lactiques isolées à partir des margines d'olives « 45 Références Bibliographique AMOREDJ » Fermentés, thèse de doctorat. Université d'Oran1 Ahmed Ben Bella, Faculté de Science, département de biologie. 203p.

C

Cherier D. 2017. Caractérisation biochimique et structurale de bactériocines ciblant le métabolisme du peptidoglycane bactérien, alternative potentielle aux antibiotiques (Doctoral dissertation, Université Paris-Saclay).

Références bibliographiques

Christian K. A., Osaze O., Abarasi H., Taghi M., Ukpai A., Eze Helen O, 2022. Applications des bactériocines des bactéries lactiques en biotechnologie et en conservation des aliments : une revue bibliométrique.

D

Dalache F., 2006. Effets inhibiteurs des bactéries lactiques. Bactériocines de *Lactococcus* et d'*Enterococcus* : mise en évidence d'un support plasmidique. Thèse de Doctorat en Microbiologie moléculaire et génétique. Université d'Oran Es-Senia.

Daoudi H et Khelef C. 2018. Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne des bactéries lactiques isolées à partir du lait cru, thèse de doctorat. Université Echahid Hamma Lakhdar -El Oued, 104p.

De Freire Bastos M. D. C., Coelho M. L. V., Da Silva Santos O. C. 2015. Resistance to bacteriocins produced by Gram-positive bacteria. *Microbiology*, 161(4), 683-700.

De Vuyst L. et Vandamme E. J. 1994. Nisilantibiotic product by *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis*: biosynthesis, fermentation and application. In: Bacteriocin of Lactic Acid Bacteria: Microbiology, Genetics and Application, pp 91-142. Black Academy and Professional, London.

Dillenseger H. 2019. Les bactériocines : en alternative aux traitements antibiotiques. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux.

Djadouni F. 2013. Evolution de l'activité antimicrobienne des isolats des bactéries lactiques et détermination des spectres d'action de leurs biopeptides vis-à-vis des germes d'altération. Thèse de doctorat, Université d'Oran.

Djelloul D S. 2021. Isolement et identification des bactéries antagonistes vis-à-vis des souches pathogènes multirésistantes. Thèse de doctorat, Université de Djilali liabes de Sidi bel Abbes

DjidelNancib A., 2007. Production d'acide lactique par *Lactobacillus casei* subsp. *rhamnosus* sur jus de datte : cinétique et optimisation en cultures discontinues, semi-continues et continues. Institut National Polytechnique de Lorraine. Français.

Dortu C., Thonart, P. 2009. Les bactériocines des bactéries lactiques : caractéristiques et intérêts pour la bioconservation des produits alimentaires. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 13(1), 143-154.

E

El-Issaoui K., Senhaji N. S., Zinebi S., Zahli R., Haoujar I., Amajoud N., AbriniJandKhay E. O. 2020. Potential application of

Références bibliographiques

bacteriocin produced from lactic acid bacteria. *Microbiology and Biotechnology Letters*, 48(3), 237-251.

El-Ziney M.G., Uyttendaele M., Debevere J., Jakobsen M. 1998. « Characterization of growth and metabolite production of *Lb. reuteri* during glucose/glycerol fermentation in batch and continuous cultures ». *Biotechnol.Lett.* 20(10), 913-916.

F

Fernandez B., Hammami R., Savard P., Jean J., Fliss I., 2014. *Pediococcus acidilactici* UL5 and *Lactococcus lactis* ATTC 11454 are able to survive and express their bacteriocin genes under simulated gastrointestinal conditions. *Journal of Applied Microbiology*, Volume 116, Issue 3 : 677-688.

G

González-Pérez C. J., Aispuro-Hernández E., Vargas-Arispuro I., et Martínez-Téllez M. A. 2018. Induction of bacteriocins from lactic acid bacteria; a strategy to improve the safety of fresh fruits and vegetables. *Agricultural Research Technology Open Access Journal*, 14(4).

H

Hadjazem B. Mazouz M. 2021. Activité antimicrobienne des bactéries lactiques, mémoire de master. Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila Institut des Sciences et de la Technologie. Département des Sciences de la Nature et de la Vie.

Heita L. 2014. Antimicrobial activity profile of traditional fermented milk starter cultures from North-Eastern Namibia. Thèse de doctorat, Université de Namibia.

Heng N. C., Tagg, J. R. 2006. What's in a name? Class distinction for bacteriocins. *Nature Reviews Microbiology*, 4(2), 160-160.

Hittu G, Ravinder Kumar M, 2007. Incidence of virulence in bacteriocin producing genterococcal isolates. *Lait.*, 87 : 587-60

Holzappel, W. H, Haberer, P, Geisen, R, Björkroth, J, & Schillinger, U. 2001. Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition. *The American journal of clinical nutrition*, 73(2 Suppl), 365S–373S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/73.2.365s>

Hwanhlem N, Buradaleng S, Wattanachant S, Benjakul S, Tani A, Maneerat S, 2011. Isolation and screening of lactic acid bacteria from Thai traditional fermented fish (Plasom) and production of Plasom from selected strains. *Food Control*, 22 : 401-407.

I

Ibrahim O. O. 2019. Classification of antimicrobial peptides bacteriocins, and the nature of some bacteriocins with potential applications in food safety and biopharmaceuticals. *EC Microbiology*. 15, 591-608.

Izquierdo, E. Wagner, C. Marchioni, E. Aoude Werner, D. Ennahar, S. 2009. Enterocin 96, a novel class II bacteriocin produced by *Enterococcus faecalis* WHE 96, isolated from Munster cheese. *Applied and environmental microbiology*, 75(13), 4273–4276. <https://doi.org/10.1128/AEM.02772-08>

J

Jiménez Díaz et al. 1993. Plantaricines S et T, deux nouvelles bactériocines produites par *Lactobacillus plantarum* LPCO10 isolées à partir d'une fermentation d'olive verte. *Appl Environ Microbiol*.

Juillard V, Spinnler HE, Desmazeaud M.G, Boquien C.Y. 1987. Phénomènes de coopération et d'inhibition entre les bactéries lactiques utilisées en industrie laitière. *Le Lait*, 67 (2), pp.149- 172. hal-00929090f.

K

Kalam A. 2019. Thermal stability and pH tolerance of an antimicrobial producing bacteria isolated from spoiled food. *Life science Informatics Publications*, 5(2), 711-719.

Khodja B. 2018. Caractérisation phénotypique et moléculaire des souches de bactéries lactiques productrices de bactériocine. Thèse de doctorat. Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbes, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, département de biologie, 100p.

Kirtonia K., Salauddin M., Bharadwaj K. K., Pati S., Dey A., Shariati M. A., Sarkar T. 2021. Bacteriocin: a new strategic antibiofilm agent in food industries. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 36, 102-141.

Kumariya R., Garsa A. K., Rajput Y. S., Sood S. K., Akhtar N., Patel S. 2019. Bacteriocins: classification, synthesis, mechanism of action and resistance development in food spoilage causing bacteria. *Microbial Pathogenesis*, 128, 171-177.

L

Langa S, Martín Cabrejas I, Montiel R, Landete J. M, Medina M, Arqués J. L. 2014. Combined antimicrobial activity of reuterin and diacetyl against foodborne pathogens. *Journal of dairy science*, 97(10), 6116-6121.

Références bibliographiques

Le La C, Dridi L, Bergeron M. G, Ouellette M. 2016. Nisin is an effective inhibitor of *Clostridium difficile* vegetative cells and spore germination. *Journal of Medical Microbiology*, 65(2), 169-175.

Lima E.T, Andreatti Filho R.L, Okamoto A.S, Noujaim J.C, Barros M.R, Crocci A.J, 2007. Evaluation *in vitro* of the antagonistic substances produced by *Lactobacillus spp.* Isolated from chickens. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 71: 103-107

M

Mami A et Kihal M, 2019. Activité anti-bactérienne de *Lactobacillus plantarum*: le bio-contrôle des bactéries d'altération alimentaire par les bactéries lactiques du genre *Lactobacillus*. Éditions universitaires européennes (28 août 2019). ISBN : 6139515815

Marisa V., et al., 1989. Production de ropiness codée par plasmide dans *Lactobacillus casei* sp. *casei*, *Biotechnology Letters*, vol. 11, non. 10, p 709 – 712.

Mechai A. 2009. Isolement, caractérisation et purification de bactériocines produites par des bactéries lactiques autochtones : études physiologiques et biochimiques, Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar-Annaba, 8p.

Meindl K., Schmiederer T., Schneider K., Reicke A., Butz D., Keller S., Süßmuth R. D. 2010. Labyrinthopeptins: a new class of carbacyclic antibiotics. *Angewandte Chemie International Edition*, 49(6), 1151-1154.

Mekri M. 2016. Effet de synergie des bactériocines issues des bactéries lactiques et pseudo lactiques et des huiles essentielles d'*Inula viscosa* contre les germes pathogènes. Thèse de doctorat, Université de Djilali liabes de Sidi bel Abbas.

Mercha I., Lakram N., Kabbour M. R., Bouksaim M., et Zkhir F. 2020. Probiotic and technological features of *Enterococcus* and *Weissella* isolates from camel milk characterized by an Argane feeding regimen. *Archives of Microbiology*, 202(8), 2207-2219.

Miranda C., Contente D. Igrejas G. Câmara S. Dapkevicius M. D. L. E., Poeta, P. 2021. Role of exposure to lactic acid bacteria from foods of animal origin in human health. *foods*, 10(9), 2092.

Mokena A.M. 2017. Lactic acid bacteria and their bacteriocins: classification, biosynthesis and applications against uropathogens: A Mini-Review. *Molecules*, 22(8), 1255.

Références bibliographiques

Molinos A. C., López R. L., Abriouel H., Omar N. B., Valdivia E., Gálvez A., 2009.Inhibition of *Salmonella enterica* cells in Deli-Type salad by enterocin AS-48 in combination with other antimicrobials. *Probiotics and Antimicrobial Proteins.*,1(1): 85-90

N

Nair M. S., Amalaradjou M. A., Venkitanarayanan K. 2017. Antivirulence properties of probiotics in combating microbial pathogenesis. *Advances in applied microbiology*, 98, 1-29.

Nissen-Meyer J., Rogne P., Oppegard C., Haugen H. S., Kristiansen P. E. 2009. Structure-function relationships of the non-lanthionine-containing peptide (class II) bacteriocins produced by Gram-positive bacteria. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 10(1), 19-37.

O

Ouali S ép. Abdoune. 2010. Qualité du fromage à pâte molle type Camembert fabriqué à la laiterie de Draa Ben Khedda : nature de la matière première et évaluation de l'activité protéolytique au cours de l'affinage et de l'entreposage réfrigéré du fromage, mémoire de master. Université Frères Mentouri Constantine, Faculté des Sciences, p128.

P

Ponce A.G., Moreira M.R., Del Valle C.E., Roura S.I., 2008. Preliminary characterization of bacteriocin-like substances from lactic acid bacteria isolated from organic leafy vegetables. *LWT.*, 41 : 432-441

Preedy V. R. 2010. Bioactive foods in promoting health: Probiotics and prebiotics (1st Ed). Academic Press.

Pulusani SR, Rao DR et Sunki GR 1979. Activité antimicrobienne des cultures lactiques : purification partielle et caractérisation du ou des composés antimicrobien(s) produits par *Streptococcus thermophilus*. *Journal of Food Science*, 44 : 575-578.

R

Reis J. A., Paula A. T., Casarotti S. N., Penna A. L. B. 2012. Lactic acid bacteria antimicrobial compounds: characteristics and applications. *Food Engineering Reviews*, 4(2), 124-140.

Références bibliographiques

Reuben R. C., Roy P. C., Sarkar S. L., Alam A. R. U., Jahid I. K. 2020. Caractérisations and evaluation of lactic acid bacteria from indigenous raw milk for potential probiotic properties. *Journal of dairy science*, 103(2), 1223-123

Rodriguez E., Arques J. L., Nunez M., Gaya P., et Medina M. 2005. Combined effect of high-pressure treatments and bacteriocin-producing lactic acid bacteria on inactivation of *Escherichia coli* O157: H7 in raw-milk cheese. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(7), 3399-3404.

S

Silva J. G., Castro R. D., Sant'Anna F. M., Barquete R. M., Oliveira L. G., Acurcio L. B., Luiz L. M. P., Sales J. A., Nicoli J. R. Souza M. R. 2019. *In vitro* assessment of probiotic 39 hydrolysa of lactobacilli isolated from Minas artisanal cheese produced in the Araxá region, Minas Gerais state, Brazil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia*, 71(2), 647-657.

Singh V. P. 2018. Recent approaches in food bio-preservation-a review. *Open veterinary journal*, 8(1), 104-111.

Smit G., Smit B.A., Engels W.J.M., 2005. Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour, profiling of cheese products. *FEMS Microbiology Reviews*, v. 29, n. 3, p. 591-610.

Stoyanova L. G., Egorov N. S., Fedorova G. B., Katrukha G. S., Setrusov A. I., 2007. A Comparison of the properties of bacteriocins formed by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* Strains of diverse origin. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 43(6), 604–610

T

Taale E., Savadogo A., Zongo C., Tapsoba F., Karou S. D., et Traore A. S. 2016. Les peptides antimicrobiens d'origine microbienne : cas des bactériocines. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(1), 384-399.

Tahlaiti H. 2019. Etude des propriétés technologiques et inhibitrices de bactéries lactiques isolées à partir de blé fermenté, thèse de doctorat. Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

Taiba I., Bouldieb A., Benlazreg I. 2022. Les bactériocines des bactéries lactiques : une alternative prometteuse pour la bioconservation des aliments, mémoire de master. Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf- Mila Institut des Sciences et de la Technologie. Département des Sciences de la Nature et de la Vie.

Références bibliographiques

Tenea G. N., Yépez L. 2016. Bioactive compounds of lactic acid bacteria. Case study: Evaluation of antimicrobial activity of bacteriocin-producing lactobacilli isolated from native ecological niches of Ecuador. *Probiotics and Prebiotics in Human Nutrition and Health*, 149-167.

W

Walling E., Gindreau E., Lonvaud-Funel A. 2001. La biosynthèse d'exopolysaccharide par des souches de *Pediococcusdamnosus* isolées du vin : mise au point d'outils moléculaires de détection. *Le Lait*, 2, 81 (1-2), pp.289-300.

Wee Y. J., Yun J. S., Kim D., Ryu H. W. 2006. Batch and repeated batch production of L (+)-lactic acid by *Enterococcus faecalis* RKY1 using wood 40 hydrolysate and corn steep liquor. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 33(6), 431.

W Fang, M Shi, L Huang, J Chen, Y Wang. 1996. Antagonism of lactic acid bacteria towards *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* on agar plates and in milk. Department of Veterinary Medicine, College of Animal Sciences, Zhejiang Agricultural University, Hangzhou, Zhejiang 310029, China, 3-12.

Z

Zhitnitsky D., Rose J., Lewinson O. 2017. The highly synergistic, broad spectrum, antibacterial activity of organic acids and transition metals. *Scientific reports*, 7(1), 1-13.

Annexes

ANNEXE 01 : La compositions des milieux de culture**1- Gélose Chapman :**

Ingrédients	gramme/litre
Peptone	10 g
Extrait de viande de boeuf	1 g
Chlorure de sodium	75g
Mannitol	10g
Rouge de phénol	0,025g
Gélose	15g
pH final	7,4 ± 0,2

2- Gélose EMB :

Ingrédients	Gramme/litre
Digeste peptique de tissu animal	10 000
Phosphate dipotassique	2.000
Lactose	5 000
Sucrose	5 000
Éosine – Y	0,400
Bleu de méthylène	0.065
Gélose	13.500

3- Gélose nutritive :

Sans agar = Bouillon nutritif.

Ingrédients	gramme/litre
Tryptone	5,0g
Extrait de viande	1,0g
Extrait de levure	2,0 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Agar agar bactériologique	12,0 g

4- Gélose MRS :

Sans agar = Bouillon MRS.

Ingrédients	gramme/litre	Ingrédients	gramme/litre
Peptone	10g	Acétate de sodium	5g
Extrait de levure	5g	Sulfate de magnésium	0.1g
Extrait de viande	10g	Sulfate de manganèse	0.05g
Glucose	20g	Phosphate disodique	2g
Polysorbate 80	1g	Agar	15g

5- Gélose nutritive molle :

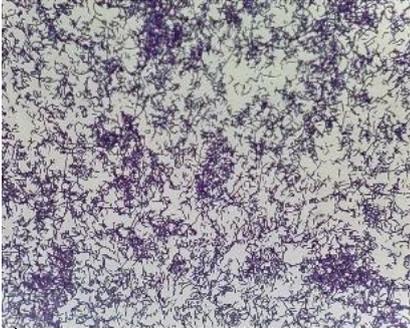
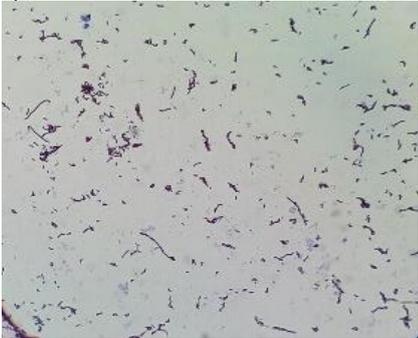
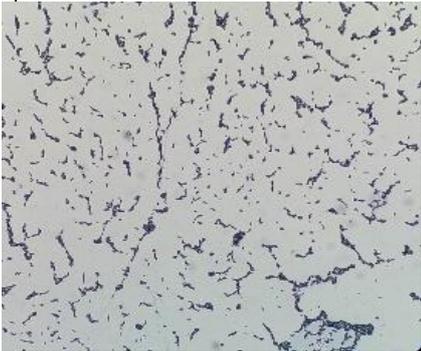
7-12 g/l d'agar

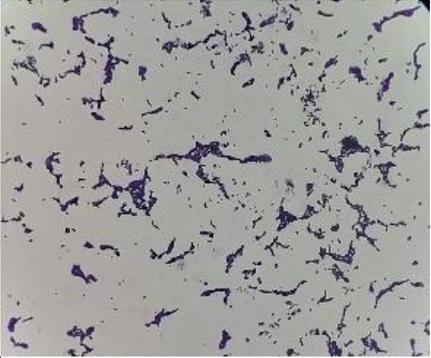
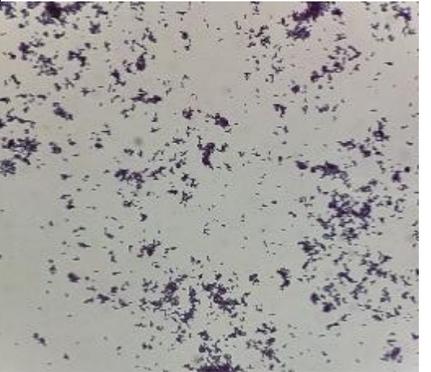
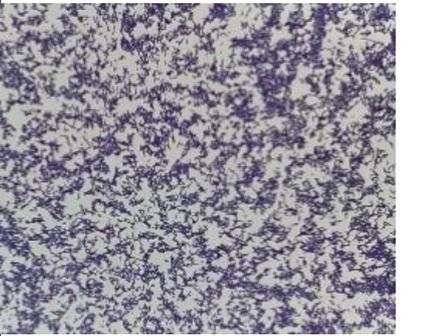
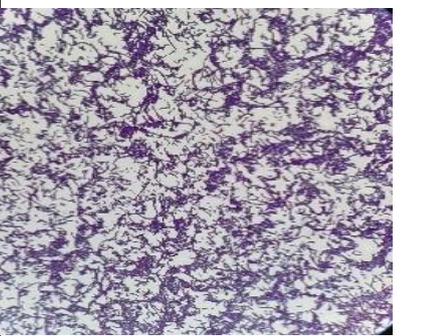
8 g/l de bouillon nutritif

ANNEXE 2 : Coloration de Gram

- Déposer une goutte d'eau physiologique stérile sur une lame bien propre.
- Prélever un ose d'une colonie et mélanger avec la goutte d'eau physiologique, strier et fixer à la chaleur par passage rapide sur la flamme d'un bec benzène.
- Ajouter le Violet de Gentiane pendant 1mn, jeté le colorant.
- Ajouter le Lugol pendant 1mn.
- Décolorer avec de l'alcool pendant 30 secondes.
- Ajouter le deuxième colorant, la Fushine et laisser 1 mn puis laver à l'eau.
- Sécher la lame et puis passer à l'observation microscopique au grossissement X100.

ANNEXE 3 : Résultat de la coloration de Gram des souches lactiques

	Les bactéries lactiques	Gram	Forme
FF		+	Bacille
FP		+	Bacille
YA		+	Cocci

YN		+	Cocci
C		+	Bacille
O		+	Bacille
L		+	Bacille

ANNEXE 04 : Activité antimicrobienne des bactéries lactiques étudiées évaluée vis-à-vis de différentes souches pathogènes.

Souche	Les zones d'inhibition en mm			
	<i>E. coli</i>	<i>S.aureus</i>	<i>Bacillus</i>	<i>Enterobacter</i>
YA1	21.5	27.5	30	25.5
YA2	25	27	28.5	30
YA3	30	22.5	21.5	20
YA4	28	20	24.5	23.5
YA5	30	34	27	28.5
YA6	28.5	25	29.5	30
YA7	23	37	24.5	26.5
YA8	24.5	20	22.5	28
YN1	26.5	32	15	15
YN3	26.5	32.5	/	/
YN4	30	15.5	/	/
YN5	30	22.5	/	/
YN6	30.5	25.5	/	/
YN7	28.5	22.5	/	/
YN8	25.5	27	/	/
FF1	26.5	32	17.5	20
FF2	28.5	38.5	20	19.5
FF3	27.5	35	19	22.5
FF4	29.5	37	17.5	23
FF5	26.5	27.5	20	17
FF6	36.5	39.5	15	15
FF7	28.5	30	20	15
FF8	30	31	20	/
FP1	30	34	20.5	22.5
FP2	30	33	19	21
FP3	26	28.5	21	20
FP4	26	27.5	14	22
FP5	30	/	19.5	30
FP6	33.5	/	18.5	30
FP7	27.5	/	20	30
FP8	27.5	/	20	30
L1	30	32.5	19	25.5
L2	34	32.5	22.5	25
L3	36.5	26	15.5	25
L4	29.5	26	20	22
L5	30	35	22.5	20
L6	32	30	20.5	24.5
L7	25	30	22.5	15.5
O1	31	36	23	24
O2	35	36.5	18	22.5
C1	30	28.5	14.5	23.5
C2	30	32.5	26	22.5
C3	27	32	20	22.5
C4	26.5	30	18	24.5

Annexes

C5	30	31.5	25.5	29.5
C6	35	37	22.5	27
C7	30	31	21.5	24
C8	29	32	27	26.5

Résumé

Les bactéries lactiques jouent un rôle dans la fermentation et la conservation des aliments en produisant une variété de facteurs inhibiteurs, elles sont donc largement utilisées dans l'industrie agroalimentaire. Pour mettre en évidence l'effet antibactérien de telles bactéries, nous avons étudié l'antagonisme des souches lactiques provenant de sources alimentaires locales : lait, fromage, yaourt, olives vertes et cornichons contre des bactéries pathogènes : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter* et *Bacillus*. L'activité antibactérienne a été effectuée en utilisant la méthode des puits. Les résultats ont montré que toutes les souches lactiques testées produisaient et sécrétaient dans le milieu des substances inhibitrices capables d'inhiber la croissance de souches pathogènes. Ceci a été observé par l'apparition de zones d'inhibition distinctes dont le diamètre varie de 14 à 39.5mm.

Mots clé : Bactéries lactiques ; activité antibactérienne ; substance inhibitrice ; souches pathogènes.

Abstract

Lactic acid bacteria play a role in fermentation and preservation of food by producing a variety of inhibitory factors, so they are widely used in the food industry. To demonstrate the antibacterial effect of such bacteria, we studied the antagonism of lactic bacteria species from local food sources: milk, cheese, yogurt, green olives and pickles against pathogenic bacteria: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter* and *Bacillus*. The antibacterial activity was performed using the method of spot. The results showed that all strains of lactic bacteria tested produced and secreted inhibitory substances in the medium capable of inhibiting the growth of pathogenic strains. This was observed by the appearance of distinct inhibition zones with diameters of 14 to 39.5 mm.

Keywords: Lactic bacteria; antibacterial activity; inhibitory substance; pathogenic strains.

ملخص

تلعب بكتيريا حمض اللاكتيك دوراً في تخمير الطعام والحفاظ عليه من خلال إنتاج مجموعة متنوعة من العوامل المثبطة، لذلك يتم استخدامها على نطاق واسع في صناعة الأغذية. لإثبات التأثير المضاد للبكتيريا لمثل هذه البكتيريا، درسنا تناقض أنواع بكتيريا حمض اللاكتيك من مصادر غذائية محلية: الحليب والجبن والزبادي والزيتون الأخضر والمخللات ضد بكتيريا ممرضة: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter*, *Bacillus*. تم تنفيذ النشاط المضاد للبكتيريا باستخدام طريقة البقع. أظهرت النتائج أن جميع سلالات بكتيريا حمض اللاكتيك التي تم اختبارها أنتجت وأفرزت مواد مثبطة في الوسط قادرة على تثبيط نمو السلالات المسببة للأمراض. لوحظ ذلك من خلال ظهور مناطق تثبيط مميزة بأقطار تتراوح بين 14 و39.5 ملم.

الكلمات المفتاحية: بكتيريا حمض اللاكتيك؛ النشاط المضاد للبكتيريا؛ المادة المثبطة؛ السلالات الممرضة.