

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES
SCIENCES DE LA TERRE



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

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 : Biotechnologie microbienne

Présenté par :

M^{lle} BOUZID Imane & M^{lle} DJEMAA Khadîdja

Thème

***L'isolement et activité antibactérienne de souches des
bactéries lactiques d'origine de tube digestive de poisson***

Soutenu le : 04 /07 /2023

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

- | | | | |
|-----------------|-----|-----------------|--------------|
| • Mme AIMEUR.N | MCB | Univ. de Bouira | Président |
| • Mme BENBARA.T | MCB | Univ. de Bouira | Promotrice |
| • Mme DJENADI.K | MCB | Univ. de Bouira | Examinatrice |

Année Universitaire : 2022/2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

- Remercîments
- Dédicaces
- Liste des abréviations
- Liste des figures
- Liste des tableaux

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	---

Partie I : Partie bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les bactéries lactiques

1. Historique des bactéries lactiques	2
2. Définition des BL.....	2
3. Habitat.....	4
4. Classification et taxonomie des bactéries lactiques	4
5. Les Caractères des genres des bactéries lactiques.....	5
5.1. <i>Lactobacillus</i>	5
5.2. Le genre <i>Lactococcus</i> :.....	6
5.3. Le genre <i>Streptococcus</i> :.....	7
5.4. Le genre <i>Enterococcus</i>	7
5.5. <i>Pediococcus</i>	8
6. Intérêts technologiques des bactéries lactiques	9
6.1. Synthèse d'acide lactique	9
6.2. Activité de dégradation des protéines	9
6.3. Activité lipolytique	9
6.4. Production des exopolysaccharides	9
1. Microorganismes dans l'industrie agroalimentaire.....	11

Chapitre II : La bioconservation des produits marins (poissons)

1. Les éléments contribuant à la dégradation des produits marins.....	11
2. Conséquences de la dégradation microbienne.....	13
3. La bioconservation	14
4. Le rôle bactéries lactiques dans la conservation des produits marins (poissons).....	14

Partie II : Partie pratique

Chapitre I : Matériels et méthodes

1. Matériels et Produits.....	16
2. Méthodologie	17
2.1 Origine des échantillons	17
2.2. Procédure d'isolement des bactéries lactiques.....	18
2.3. Purification des souches lactiques	20
2.4. L'identification phénotypiques des souches lactiques	22
2.4.1. Etude macroscopique	22
2.4.2. Etude microscopique	22
2.5. L'étude de la microflore de poisson	24
2.4.1. Recherche d' <i>E. coli</i>	24
2.4.2. Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>	24
2.4.3. Recherche de <i>Salmonella</i>	24
2.4.4. Recherche de moisissures.....	24
2.4.5. Recherche de levures.....	24
2.4.6. Recherche de la flore totale mésophile	25
3. Etude de l'activité antimicrobienne	25
3.1. Préparation des pré-cultures	25
3.2. Test de spot.....	25

Partie II : Partie pratique

Chapitre II : Résultats et discussions

1. Résultats d'isolement et identification des souches lactiques	27
1.2 Isolement des souches lactiques	27
1.2. Résultats de l'identification des souches lactiques.....	27
1.2.1. Etude macroscopique	27
1.2.2 Études microscopiques de souches lactiques	28
.....	29
1.2.3 Résultats de test de catalase.....	30
2. Résultats d'identification des souches pathogènes.....	30

2.1. Études macroscopiques	31
3. La recherche de quelques Bactéries dans le tube digestive de poisson.....	35
3.1 Les levures et les moisissures.....	35
3.2 La flore totale mésophile.....	35
4. Mise en évidence de l'activité antimicrobienne	36
4.2. L'activité des bactéries lactiques vis-à-vis de la souche <i>Staphylococcus aureus</i> :	37
4.2. L'activité des bactéries lactiques vis-à-vis de la souche <i>E. coli</i> :	38
4.3 L'activité des bactéries lactiques vis-à-vis de la souche <i>Salmonella</i> :	40

Conclusion.....	33
------------------------	-----------

Références bibliographies

Annexes

Résumé



Remerciements

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre gratitude à Dieu tout-puissant pour nous avoir guidés et soutenus tout au long de ce modeste travail.

Nous souhaitons adresser nos sincères remerciements à notre promotrice, Mme **BENBARA.T** pour son encadrement chaleureux et sa franchise habituelle. Nous lui sommes reconnaissants pour sa patience, sa gentillesse et ses précieux conseils qui nous ont guidés dans la réalisation de ce travail.

Nous remercions également les membres de jury, **Mme DJENADI** pour sa disponibilité pour examiner notre mémoire et le président Mme **AIMEUR** d'avoir accepté de présider ce jury.

Nous aimerions également exprimer notre profonde gratitude à l'ensemble des enseignants et à toute l'équipe de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre de Bouira.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail avec un grand plaisir, à tous ceux qui ont cru en moi.

Spécialement ceux qui ont été mon anges gardien et mon guide : mon père **Bouzid Boualem** qui ma entouré de son amour, protection et générosité durant toute la durée de mes études.

Papa, merci pour vos sacrifices. Que dieu tu protège

Maman. Que dieu te fasse miséricorde ma chérie tu es ma fierté et j'ai atteint le rêve que tu attendais de moi.

A mon frère : **ABDELKARIM** Qui m'a soutenu et m'a apporté un soutien financier et moral. J'espère que tous vos rêves se réaliseront, car vous avez réalisé tout ce que je souhaite.

A toute la famille **BOUZID**

Ma Binôme : **DJEMAA Khadîdja**

A tous mes camarades de la promotion 2022-2023

BOUZID Imane

DEDICACE

Mes chers parents, ma mère **Maandi Nouara**, à qui je dois ma réussite, aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce qu'elle mérite pour tous les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien-être. Ce travail est le fruit des sacrifices qu'elle a consenti pour mon éducation et ma formation qu'elle n'a cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.

Je lui souhaite ainsi qu'à mon cher papa **Djema ramadan** que je remercie pour son encouragement, son aide précieuse et sa persévérance et ses conseils tout au long de mon projet, une vie pleine de joie, bonheur, santé et de sérénité, Que dieu les garde pour moi. Je vous aime.

Ma sœur, **Noussaiba** à qui je dois ma réussite en deuxième lieu, aucun amour n'est plus beau, plus grand, plus sincère que celui d'une sœur.

Ma Binôme : **IMANE BOUZID**

A tous la promotion 2022-2023

Djemaa Khadidja

Liste des abréviations

- ACT : Production d'actoine
- ADH : Arginine dihydrolase
- ADN : Acide DésoxyriboNucleique
- ARN : Acide RiboNucleique
- DXT : Production dextrans
- EPS : Exopolysaccharides
- FAO : Food and Agriculture Organization
- G + C : Guanine + Cytosine
- GRAS : Generally Regarded As Safe
- MRS : De Man Rogosa et Sharp
- N : Normalité
- NaCl : Chlorure de sodium
- OMS : Organisation Mondiale de la Santé
- pH : potentiel d'Hydrogène
- V/V : Volume par Volume

✚ Liste des figures

Figure 1 : Arbre phylogénétique consensus, basé sur la comparaison de séquence d'ARNr 16S.....	5
Figure 2: <i>Lactobacillus casei</i> sous microscope électronique	6
Figure 3: <i>Lactococcus lactis</i> sous microscope électronique	6
Figure 4: <i>Streptococcus thermophilus</i> sous microscope électronique	7
Figure 5: <i>Enterococcus faecalis</i> sous microscope électronique	8
Figure 6: <i>Pediococcus</i> sous microscope électronique	8
Figure 7: Les individus de poisson utilisé.....	18
Figure 8: Les parties de tube digestif utilisées dans l'isolement.....	18
Figure 9 : L'isolement des bactéries lactiques dans de bouillon MRS	19
Figure 10: Isolement des bactéries lactiques sur gélose MRS	19
Figure 11: Les étapes de la purification des souches lactiques	21
Figure 12: Aspect macroscopique de quelques colonies de souches lactiques isolées sur gélose MRS	28
Figure 13: Aspect et mode d'association de quelques souches lactiques après coloration de Gram.....	29
Figure 14: Résultats de test de catalase pour les souches lactiques (catalase négative)	30
Figure 15: Colonies d' <i>E. coli</i> sur gélose EMB.....	31
Figure 16: Colonies de <i>Salmonella</i> sur gélose Hektoen.....	32
Figure 17 : Colonies de <i>S. aureus</i> sur gélose Chapman	33
Figure 18: <i>E. coli</i> observée sous microscope	33
Figure 19: <i>S. aureus</i> observés sous microscope.....	34
Figure 20 : <i>Salmonella</i> observée sous microscope.....	34
Figure 21 : Colonies des levures sur OGA et les moisissures sur PDA.....	35
Figure 22 : Colonies de la flore totale mésophile sur PCA	35
Figure 23: L'activité des bactéries lactiques vis-à-vis la souche pathogène <i>Staphylococcus aureus</i>	37
Figure 24 : Les zones d'inhibition de quelques souches lactique vis-à-vis de <i>S. aureus</i>	38
Figure 25 : L'activité des bactéries lactiques vis-à-vis de la souche pathogène <i>Escherichia coli</i>	38
Figure 26: Les zones d'inhibition de quelques souches lactiques vis-à-vis d' <i>E. coli</i>	39
Figure 27 : L'activité des bactéries lactiques vis-à-vis de la souche <i>Salmonella</i>	40
Figure 28 : Les zones d'inhibition de quelques souches lactique vis-à-vis de <i>Salmonella</i>	41

Liste des tableaux

Tableau I: Certaines caractéristiques des grands groupes de bactéries lactiques	3
Tableau II: Pourcentage moyens des principaux constituants de filet de poisson et du muscle de bœuf	12
Tableau III: Principales pathologies bactériologiques potentielles liées à la consommation de produits de la mer mal conservés	13
Tableau IV: Le matériel utilisé au laboratoire.....	16

INTRODUCTION

Introduction

Le poisson, qui joue un rôle crucial en tant que source majeure de protéines animales et de vitamines dans de nombreuses parties du globe, se distingue également par sa teneur élevée en acides gras insaturés oméga 3, reconnus pour leurs bienfaits sur la santé. Il représente une remarquable source des différentes Vitamines. Plus récemment, la recherche s'est tournée vers l'étude du tube digestif du poisson et sa composition bactérienne. Ce tractus digestif héberge une variété d'espèces bactériennes, parmi lesquelles figurent les bactéries lactiques telles que *Carnobacterium*, *Vagococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus* et *Lactococcus*. (Sahnouni et al., 2012).

Les bactéries lactiques jouent un rôle essentiel dans la préservation des denrées alimentaires, principalement grâce à la production d'acide lactique qui contribue à l'abaissement du pH. De plus, elles ont la capacité de synthétiser divers composés antimicrobiens, notamment le peroxyde d'hydrogène, le CO₂, le diacétyle, l'acétaldéhyde, des acides aminés et des bactériocines. Cette capacité leur confère une protection contre les souches pathogènes responsables de maladies alimentaires (Yang et al., 2012).

Cette étude visait à examiner l'effet antibactérien de certaines souches de bactéries lactiques envers des souches pathogènes spécifiques, notamment *Escherichia coli*, *Salmonella* et *Staphylococcus aureus*. Ces souches pathogènes ont été isolées à partir de poissons, en particulier le poisson Latcha. Les souches bactériennes ont ensuite été purifiées et identifiées au moyen de tests morphologiques.

Ce projet est structuré en deux sections distinctes : la première section théorique propose une vue d'ensemble des bactéries lactiques, de leur capacité antibactérienne, et de leur fonction dans le processus de bioconservation. La seconde partie traite des expérimentations entreprises, les résultats obtenus, ainsi que les analyses et échanges qui en découlent.

Partie I : Synthèse bibliographique

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS SUR LES BACTÉRIES LACTIQUES

1. Historique des bactéries lactiques

Il a été découvert dans des sédiments des micro-organismes très anciens appelés bactéries lactiques, datant d'environ deux milliards d'années, avant l'apparition de l'oxygène dans l'atmosphère. Les bactéries lactiques ont la particularité de pouvoir vivre sans oxygène, ou de manière anaérobie, ce qui pourrait être lié à leur origine précoce. En effet, les bactéries lactiques auraient précédé Les cyanobactéries réalisant le processus de photosynthèse. **(Quiberoni et al., 2001 ; Drider et Prevost, 2009).**

2. Définition des BL

Les bactéries lactiques sont des micro-organismes Gram-positif dépourvus de spores, adoptant une morphologie en Cocci ou en bâtonnets., ne produisent pas de catalase et ont une tolérance élevée aux faibles pH **(Van Geel-Schuttená et al., 1998 ; De Vuyst et Leroy, 2007; Kaban et Kaya, 2008).**

Leur trait principal réside dans leur capacité à générer de l'acide lactique à partir de glucose, ainsi que de substances inhibant la croissance telles que les bactériocines, le peroxyde d'hydrogène, les diactyles...etc, et qui empêchent la prolifération de bactéries et d'agents pathogènes dans les aliments **(Alakomi et al., 2000; De Vuyst et Leroy, 2007).**

Les bactéries lactiques affichent une variété de métabolismes : elles peuvent adopter un métabolisme homofermentaire (où plus de 90 % du produit de la fermentation se transforme en acide lactique), un métabolisme hétérofermentaire facultatif (produisant soit de l'acide lactique, soit de l'acide acétique), ou un métabolisme strictement hétérofermentaire (générant de l'acide lactique, de l'acide acétique, ainsi que de l'éthanol et du CO₂) **selon (Vandamme et al. (1996).**

Tableau I: Certaines caractéristiques des grands groupes de bactéries lactiques (Stiles et Holzapfel, 1997; Carr et al., 2002).

Famille	Forme	Catalase	Nitrate réductase	Fermentation	Genres bactériens
<i>Betabacterium</i>	Bacille	–	–	Hétérofermentaire	<i>Lactobacillus</i> <i>Weissella</i>
<i>Thermobacterium</i>	Bacille	–	–	Homofermentaire	<i>Lactobacillus</i>
<i>streptobacterium</i>	Bacille	–	–	Homofermentaire	<i>Lactobacillus</i> <i>Carnobacterium</i>
<i>Streptococcus</i>	Coque	–	–	Homofermentaire	<i>Streptococcus</i> <i>Enterococcus</i> <i>Lactococcus</i> <i>Vagococcus</i>
<i>Betacoccus</i>	Coque	–	–	Hétérofermentaire	<i>Leuconostoc</i> <i>Oenococcus</i> <i>Weissella</i>
<i>Tetracoccus</i>	Coque	+	+	Homofermentaire	<i>Pediococcus</i> <i>Tetragenococcus</i>
<i>Bifidobacteria</i>	Polmorphe	–	–	Homofermentaire	<i>Bifidobacterium</i>

3. Habitat

Les bactéries lactiques forment un groupe de bactéries largement répandu dans la nature, fréquemment trouvé dans des environnements laitiers (fermentés), de viande et de légumes, dans le tractus gastro-intestinal et urogénital humain et des animaux, ainsi que dans le sol et l'eau (**Liuet *al.*, 2014**). L'écologie des bactéries lactiques a évolué au fil du temps de leurs habitats dans le sol et les plantes à l'intestin des mammifères. L'intestin des mammifères est un réservoir de 100 billions de micro-organismes généralement appelés microbiote (**Hooper *et al.*, 2010**).

4. Classification et taxonomie des bactéries lactiques

(**Orla-Jensen (1919)**) a été le premier à identifier les bactéries lactiques en les caractérisant comme des cocci ou des bâtonnets Gram-positif non sporulants et dépourvus de mobilité. Les bactéries lactiques présentent la capacité de métaboliser les sucres en acide lactique. L'introduction de la phylogénie moléculaire basée sur les séquences d'ARN ribosomiques a conduit à une reclassification significative de certaines espèces et sous-espèces (**Sun *et al.*, 2015 ; König et Fröhlich, 2017**).

Ces bactéries font partie du règne *Bacteria*, du phylum Firmicutes, de la classe Bacilli et de l'ordre *Lactobacillales*. Elles se regroupent en six familles comprenant 38 genres et plus de 400 espèces (Figure 01). Parmi les genres de bactéries lactiques les plus courants, on compte *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Vagococcus*, *Tetragenococcus*, *Carnobacterium* et *Weissella* (**Vandamme et Peeters, 2014**).

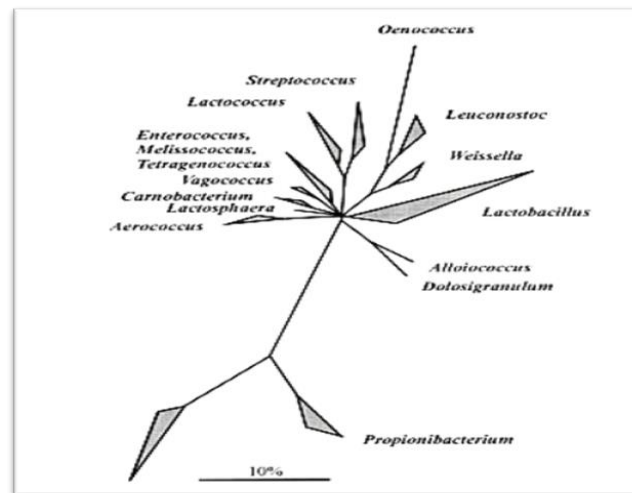


Figure 1 : Arbre phylogénétique consensus, basé sur la comparaison de séquence d'ARNr 16S (Holzapfel et al., 2001).

5. Les Caractères des genres des bactéries lactiques

5.1. *Lactobacillus*

Au cours de l'année 1901, **Beijerinck** a proposé le terme "*Lactobacillus*", qui actuellement identifie plus de 100 espèces de bactéries présentes dans les règnes animal et végétal. Ces bactéries se distinguent par leur grande diversité, avec des pourcentages de GC variant de 32 à 53 %, et sont présentes dans différents milieux, tels que les produits laitiers fermentés, les légumes fermentés, Les lactobacilles sont présents dans divers environnements tels que les viandes fraîches ou fermentées, l'ensilage, le vin ainsi que le tractus digestif des humains et des animaux (**Guiraud, 2003 ; Gaivez et al., 2008**). Ces bactéries adoptent une forme de bacilles longs et fins, disposés en chaînes, et ne possèdent pas de spores. Elles sont négatives au test de catalase et préfèrent les températures comprises entre 30 et 40°C. Leur croissance nécessite une gamme variée de nutriments incluant des vitamines, des minéraux, des acides aminés, des nucléotides et des sucres (**Khalid et Marth, 1990 ; Leclerc et al., 1994**).

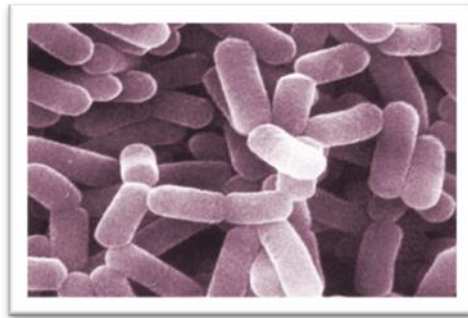


Figure 2: *Lactobacillus casei* sous microscope électronique (Corrieu et Luquet, 2008).

5.2. Le genre *Lactococcus* :

L'histoire des dénominations de ces bactéries est intrigante. Initialement désignée comme *Bacterium lactis* par (Lister en 1873), cette espèce a ensuite été rebaptisée *Lactococcus lactis* par (Schleifer et al. en 1987). Jusqu'à ce jour, ce genre englobe 7 espèces et 4 sous-espèces selon (Euzéby (1997), et il est principalement présent dans les produits végétaux, le lait et les produits laitiers (Pilet et al., 2005).



Figure 3: *Lactococcus lactis* sous microscope électronique (Corrieu et Luquet, 2008).

5.3. Le genre *Streptococcus* :

Les streptocoques représentent l'un des premiers genres de bactéries identifiés en raison de leur association avec de nombreuses maladies chez l'homme et les animaux (**Schottmüller, 1903 ; Brown, 1919**). Ils sont généralement regroupés en trois catégories : les streptocoques pyogènes (majoritairement pathogènes et hémolytiques), les streptocoques oraux (comme *St. Salivarius* et *St. bovis*), Leur forme est sphérique ou ovale, disposée en paires, tétrades ou chaînes, ce qui les rend morphologiquement difficiles à distinguer des genres *Enterococcus*, *Leuconostoc* et *Lactococcus* (**Wijzeset et al., 1997**).



Figure 4: *Streptococcus thermophilus* sous microscope électronique (**Corrieu et Luquet, 2008**)

5.4. Le genre *Enterococcus*

Le genre *Enterococcus* est connu pour former des coques, seules ou groupées en paires, chaînettes ou amas, dont la forme varie en fonction des conditions de la croissance (**Devriese et al., 1993**). Ces bactéries possèdent la particularité de prospérer dans des environnements à pH élevé, ainsi que de tolérer les fortes concentrations de sel (Ruiz-Moyano et al., 2008). Elles sont reconnues pour leur capacité à résister aux conditions acides et à se développer dans des milieux salins, ce qui les rend adaptées à des habitats divers tels que le tractus intestinal chez l'homme et les animaux, les produits végétaux, le sol et les produits laitiers (**Ruiz-Moyano et al., 2008**).



Figure 5: *Enterococcus faecalis* sous microscope électronique (Wallace et al., 2003).

5.5. *Pediococcus*

Pediococcus composé de coques homofermentaires qui se regroupent souvent en tétrades. Ces bactéries sont mésophiles et ont souvent besoin de divers facteurs de croissance pour se développer, étant généralement incapables d'utiliser le lactose (Simpson et Taguchi, 1995).

Effectivement, certaines espèces de ce genre ont une caractéristique unique qui leur permet de prospérer à des concentrations de sel très élevées. Par exemple, *Pediococcus halophilus* peut tolérer allant jusqu'à 18 % de chlorure de sodium selon (Pilet et al. (2005). Cette capacité à survivre dans des environnements salins extrêmes est remarquable et démontre l'adaptabilité de ces bactéries lactiques à des conditions variées.

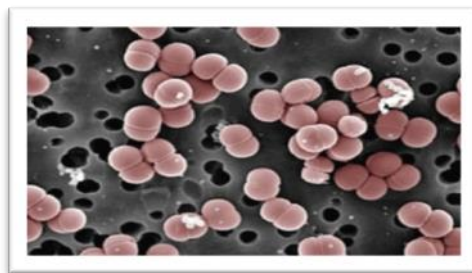


Figure 6: *Pediococcus* sous microscope électronique (Wallace et al., 2005)

6. Intérêts technologiques des bactéries lactiques

6.1. Synthèse d'acide lactique

Les bactéries lactiques produisent de l'acide lactique en tant que produit final lors de la fermentation des glucides. Il est reconnu pour sa saveur légèrement acidulée et est souvent employé pour l'acidification, l'aromatisation, la conservation ainsi que l'inhibition de la croissance bactérienne (**Das et Goyal, 2012**).

6.2. Activité de dégradation des protéines

Les bactéries lactiques ont une capacité limitée à produire des acides aminés, mais elles possèdent un système protéolytique élaboré qui peut transformer les protéines alimentaires en peptides et en acides aminés. Cette aptitude influe sur le goût, l'odeur et la texture des produits fermentés. Le système protéolytique comprend des peptidases intracellulaires qui dégradent les peptides en acides aminés, ainsi que des protéases liées à la membrane cellulaire qui décomposent les protéines en oligopeptides (**Savijoki et al., 2006**).

6.3. Activité lipolytique

La lipolyse joue un rôle important dans l'affinage du fromage car elle transforme les acides gras en méthyl-cétones, lactones et thioesters, qui participent à la saveur du produit fermenté en plus des acides gras (**Holzappel et Wood, 2014**). Les bactéries lactiques possèdent une variété d'enzymes lipolytiques capables d'hydrolyser plusieurs esters d'acides gras et des substrats de tri-, di- et mono-acylglycérols (**Meyers et al., 1996**). La génération des enzymes lipolytiques se produit tout au long de la phase de croissance exponentielle (**Kenneally et al., 1998**).

6.4. Production des exopolysaccharides

Les exopolysaccharides générés par différentes souches de bactéries lactiques ont de nombreuses applications dans les industries alimentaire et pharmaceutique. Grâce à une enzyme extracellulaire appelée glucane sucrase produite à partir de saccharose. Il est possible de synthétiser trois types de glucanes à partir des bactéries lactiques : le dextrane, le mutane et l'alternane. Parmi les quatre genres de bactéries lactiques capables de produire ces glucanes, on compte *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* et *Lactobacillus* (**Das et Goyal, 2012**).

Les exopolysaccharides ont le potentiel d'avoir des effets thérapeutiques car ils peuvent réduire le taux de cholestérol dans le sang, contribuant ainsi à la diminution du risque de maladies cardiovasculaires. La viscosité naturelle des glucanes peut épaissir le contenu gastrique et ralentir l'absorption du glucose. Dans le domaine de l'industrie alimentaire, les exopolysaccharides jouent un rôle crucial en tant que agents épaississants (**Das et Goyal, 2012**).

CHAPITRE II

**LA BIO-CONSERVATION DES PRODUITS
MARINS (POISSONS)**

1. Microorganismes dans l'industrie agroalimentaire

Dans l'industrie agroalimentaire, on peut rencontrer différents types de microorganismes. Ces microorganismes sont classés en trois catégories : bénéfiques, d'altération et pathogènes.

- Les microorganismes bénéfiques jouent un rôle important dans la production alimentaire tel que le fromage, le yaourt et les boissons ainsi que dans la fabrication de médicaments, tels que la pénicilline. Les bactéries lactiques sont un exemple de microorganismes bénéfiques (**Dubois- Brissonnet et Guillier, 2020**).
- Les microorganismes d'altération, quant à eux, ne présentent aucun effet néfaste sur la santé des consommateurs, toutefois peuvent altérer la qualité organoleptique des aliments en leur donnant une apparence, une odeur ou un goût désagréable. Les moisissures sont un exemple de microorganismes d'altération (**Houansou et al., 2019**).
- Les microorganismes pathogènes sont responsables de certaines maladies et peuvent même être mortels. Les virus et les bactériophages sont des exemples de microorganismes pathogènes (**Baba- Moussa et al., 2006**).

2. Les éléments contribuant à la dégradation des produits marins

Après le décès, le poisson entre dans un processus naturel de décomposition, résultant de réactions enzymatiques, chimiques et microbiologiques. Les cathepsines, des enzymes provenant des lysosomes qui sont endommagés par l'abaissement du pH après la mort du poisson, sont les premiers acteurs de la dégradation du tissu musculaire dans les produits marins (**Kolodziejska et al., 1995**). Leur action assouplissante sur la chair du poisson survient généralement après 5 à 30 heures de stockage à 0 °C (**Cheftel et al., 1992**). Cela favorise la diffusion des liquides biologiques et la propagation des bactéries dans le tissu musculaire du poisson, qui est normalement stérile. Le muscle du poisson contient très peu d'hydrates de carbone (comme indiqué dans le Tableau II), ce qui limite la diminution post-mortem du pH, principalement due à la production d'acide lactique à partir du glycogène (**Huss, 1986**).

Tableau II: Pourcentage moyens des principaux constituants de filet de poisson et du muscle de bœuf (Stansby, 1962).

Constituants	Bœuf	Poisson (filet)		
	(Muscle isolé)	Min	Moyennes	Max
Protéines	20	6.0	16-21	28.0
Lipides	3	0.1	0.2-25	67.0
Glucides	1		<0.5	
Minéraux	1	0.4	1.2-1.5	1.5
Eau	75	28.0	66-81	96.0

Les bactéries qui prolifèrent dans le poisson peuvent engendrer une variété de composés responsables d'odeurs désagréables et de goûts indésirables, notamment de l'ammoniac, du sulfure d'hydrogène, du diméthylsulfure et du méthyl mercaptan. De plus, elles peuvent produire des substances toxiques qui nuisent à la qualité sensorielle et sanitaire des produits (Cheftel et al., 1992 ; Gram et al., 2002).

La formation d'histamine est courante chez certaines familles de poissons riches en histidine, comme les thonidés, les scrombidés et les clupéidés. Les décarboxylases, enzymes principalement produites par des entérobactéries mésophiles, sont responsables de la conversion de l'histidine. La plupart des bactéries décarboxylase-positives ne font normalement pas partie de la flore naturelle des poissons ; leur présence est probablement due à une contamination lors des manipulations initiales après la capture. Une flore mésophile totale de 10^6 à 10^7 UFC/g peut conduire à la production potentielle d'histamine dépassant le seuil tolérable (Bulushi et al., 2009).

Le tableau III résume les principales bactéries et métabolites d'origine bactérienne présents dans les produits de la mer.

Tableau III: Principales pathologies bactériologiques potentielles liées à la consommation de produits de la mer mal conservés (Huss et al., 2000 ; Spanggaard et al., 2001).

Pathologie	Agent étiologique Bactéries. Métabolites	Source
Intoxication histaminique	Histamine	Décarboxylation de l'histidine par les bactéries mésophiles.
Intoxication botulinique	<i>Clostridium botulinum</i> Types A,B et E	Aquatique. Tube digestif du poisson
Toxi-infection alimentaire A staphylocoque	<i>Staphylococcus aureus</i>	Réservoir animal et humain
Gastroentérite	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Aquatique (mers chaudes. Eau lagunaire)

3. Conséquences de la dégradation microbienne

La décomposition des aliments par les micro-organismes entraîne une altération progressive de leur odeur, de leur couleur, de leur goût et de leur aspect. (Saulnier et Micard, 2012).

- Odeurs : Les odeurs évoluent en fonction de la molécule responsable, telles que la triméthylamine, le mercaptan, l'ammoniac et l'acide butyrique, qui peuvent entraîner un goût rance.
- Couleurs : Les changements de couleur des aliments sont principalement dus à la synthèse, à la destruction ou à la transformation de pigments naturels tels que le carotène, la myoglobine et les polyphénols.
- Goût : Les altérations du goût sont principalement caractérisées par une augmentation d'acidité dans le produit. Les altérations alimentaires d'origine microbienne peuvent également induire des modifications de la valeur nutritionnelle (Ghafir et Daube, 2007)

4. La bioconservation

La bioconservation consiste à utiliser des bactéries spécifiques sélectionnées pour leur capacité à inhiber la prolifération de micro-organismes nuisibles, tout en préservant les qualités organoleptiques et sanitaires du produit. Les bactéries lactiques sont particulièrement bien adaptées à cette méthode car elles génèrent divers composés antimicrobiens. (Aymerich *et al.*, 2019 ; Siedler *et al.*, 2019).

5. Le rôle bactéries lactiques dans la conservation des produits marins (poissons)

Le principe fondamental des cultures bactériennes en tant que conservateurs alimentaires est leur origine naturelle et leur utilisation sûre avec un impact minimal sur les propriétés sensorielles des aliments. Les cultures bactériennes sont actives contre les bactéries pathogènes, les levures et les moisissures, offrant ainsi une protection efficace contre la dégradation microbiologique des aliments (Melo *et al.*, 2021 ; Nurgaliyeva *et al.*, 2021).

- Étendre la période de fraîcheur et garantir la sécurité des produits alimentaires réfrigérés en raison de leur capacité à produire des bactériocines et d'autres composés antimicrobiens tels que la réutéline, tout au long du processus de production, de distribution et de stockage des denrées alimentaires. (Langa *et al.*, 2018 ; Duru *et al.*, 2021).
- L'utilisation de cultures bactériennes comme conservateurs alimentaires peut contribuer à réduire le risque d'antibiorésistance et l'émergence de souches bactériennes résistantes, contrairement à l'utilisation d'antibiotiques (Siedler *et al.*, 2019)

- L'utilisation d'une culture protectrice pure ou de ses métabolites peut en effet réduire l'effet toxique dû à l'utilisation des agents de prescription chimique dans l'industrie alimentaire. Les agents de spécifications chimiques tels que les solutions de chlore, les peroxydes ou les quaternaires d'ammonium peuvent laisser des résidus chimiques qui peuvent affecter la qualité de l'aliment ou même être toxiques pour les consommateurs. L'utilisation d'une culture protectrice pure ou de ses métabolites peut permettre de réduire ou même d'éliminer l'utilisation de ces agents spécifiques de produits chimiques, offrant ainsi une alternative plus sûre et plus naturelle pour protéger les aliments (Carvalho *et al.*, 2021).

Partie II : Partie pratique

CHAPITRE I

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Lieu de travail

Cette étude a été réalisée au sein du laboratoire de microbiologie générale de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'université. Akli Mohand Oulhadj, à Bouira. Il a été supervisé par Mme BENBARA.T et s'est déroulé de mars à juin 2023.

1. Matériels et Produits

Le matériel de traitement des échantillons utilisé dans les laboratoires Microbiologique comprend divers utiles qui sont mentionné dans le tableau IV

Tableau IV: Le matériel utilisé au laboratoire

Le matériel	Les appareilles et leurs marques	Milieu de culture
<ul style="list-style-type: none"> • La verrerie : tubes à essai, erlenmeyer, flacon de 500ml, boites de Petrie, béchers, pipettes Pasteur • Plaque chauffante • Bec Bunsen • L'eau distillée • Lame de microscope électronique • Les tubes de conservation • Les embouts • Micropipette 	<ul style="list-style-type: none"> • Agitateurs (Lab Tech (LMS003)). • Autoclave (wiseclave (WAC-80)). • Bain marin (Nuve (210.NB20)). • Balance OHAUS (SE402F). • Incubateur (Binder). • Microscope optique (OPTIKA) • Réfrigérateur (IRIS) • La plaque chauffante (Stuart) 	<ul style="list-style-type: none"> Bouillon MRS Gélose MRS Gélose EMB Gélose Chapman Gélose Hektoen Gélose PCA Gélose PDA Gélose OGA Bouillon nutritif

2. Méthodologie

2.1 Origine des échantillons

Les échantillons utilisés dans cette étude sont d'origine d'un type de poisson, sardine, dont il a été ramené à partir d'une poissonnerie de la ville de Bouira.

La sardine est un petit poisson appartenant à la famille des *Clupéidé*. Elle est largement présente dans les eaux côtières et les océans du monde entier, La sardine est une source importante de nourriture et de protéine pour l'Homme et les animaux marins. Dans ce travail nous allons choisir l'espèce de *LATCHA*.

- Embranchement : Vertébrés
- Classe : Ostéichthyens (poissons osseux)
- Sous-classe : Actinoptérygiens
- Ordre : Clupéiformes
- Famille : Clupeidae
- Genre : Sardina
- Espèce : Latcha



2.2. Procédure d'isolement des bactéries lactiques

La collecte des BL a été effectuée à partir de différentes parties du tube digestif du poisson. Cet isolement a été fait selon le protocole de **Hanol et al., (2020)** et **Patel et al., (2020)**. avec quelques ajustements. La surface du corps du poisson a été stérilisée avec 70% d'alcool pour éviter contamination.



Figure 7: Les individus de poisson utilisé

Après avoir isolé le tube digestif d'un poisson, on la diviser en trois parties distinctes : l'intestin grêle, l'intestin gros et l'estomac. Cette division permettra d'analyser séparément chaque segment du tube digestif et d'étudier les différentes populations bactériennes présentes dans chacun.

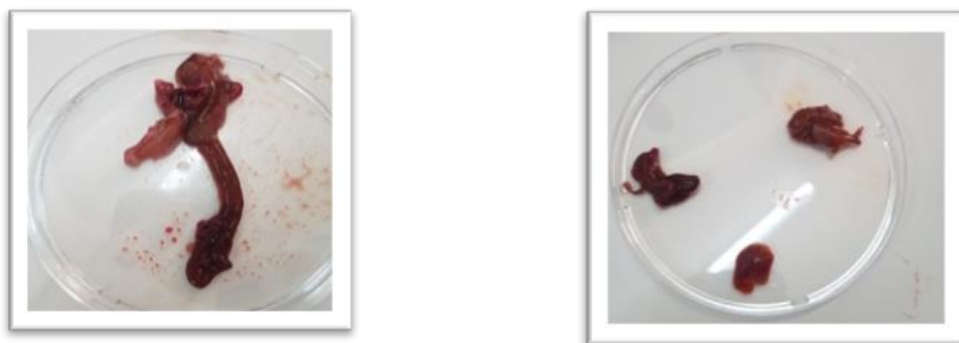


Figure 8: Les parties de tube digestif utilisées dans l'isolement

Après le prélèvement de chaque partie du tube digestif du poisson, on les a placés individuellement dans des tubes de culture stériles contenant 5 ml de bouillon MRS (Man, Rogosa, Sharpe). Les tubes et le bouillon MRS sont stériles pour éviter toute contamination.

Une fois les échantillons placés dans les tubes contenant le bouillon MRS, on a utilisé un vortex pour les mélanger ce qui permet d'avoir un mélange homogène d'échantillons dans le bouillon. Ensuite, on a procédé à l'incubation des tubes pendant 24 heures à 37°C.



Figure 9 : L'isolement des bactéries lactiques dans de bouillon MRS

Après, nous avons préparé des boîtes de Petri renfermant de la gélose MRS et les diviser en trois parties correspondant aux trois parties du tube digestif du poisson. Ensuite, on a effectué le repiquage à partir du bouillon MRS contenant les parties du tube digestif du poisson dans la gélose MRS. L'incubation a été faite pendant 48 heures à 37°C.

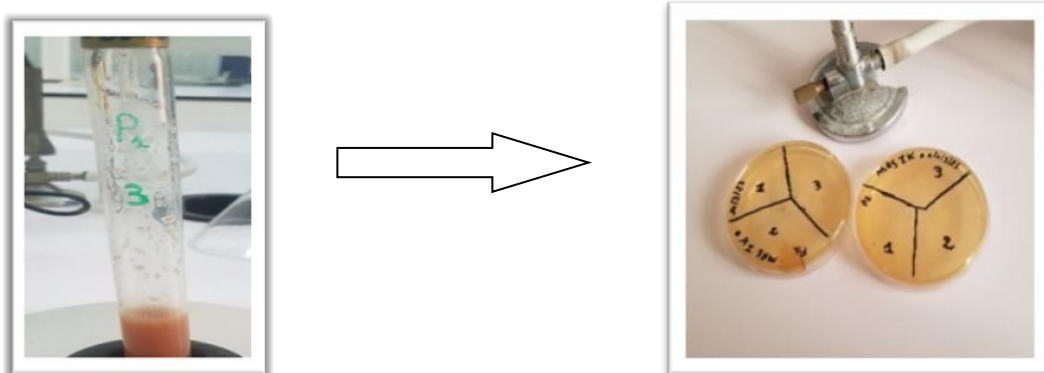


Figure 10: Isolement des bactéries lactiques sur gélose MRS

2.3. Purification des souches lactiques

La purification des souches microbiennes est d'obtenir des colonies pures, c'est-à-dire des colonies qui présentent une seule souche de micro-organismes, sans contamination d'autres souches. Pour cela, des repiquages successifs sont effectués sur des milieux liquides tels que les bouillons et gélose MRS (Milieu de Rogosa-Sharpe). Les milieux liquides offrent des conditions nutritives propices à la multiplication des micro-organismes.

Le processus de purification commence en ensemençant les colonies dans des boîtes de Petri contenant un milieu solide, dans ce cas la gélose MRS. Les souches sontensemencées en stries, c'est-à-dire qu'elles sont étalées en lignes à la surface du milieu gélosé à l'aide d'une boucle ou d'un étaleur. Les boîtes de Petri sont ensuite incubées à dans ce cas à 37°C, pendant une période de 24 à 48 heures.

Ce processus de repiquage et d'incubation est répété plusieurs fois, en prélevant et en transférant sélectivement les colonies qui semblent pures, jusqu'à ce que des colonies totalement pures soient obtenus. Cela permet d'éliminer les contaminations éventuelles ou les mélanges de souches, assurant ainsi l'obtention de colonies microbiennes pures et représentatives d'une seule souche.

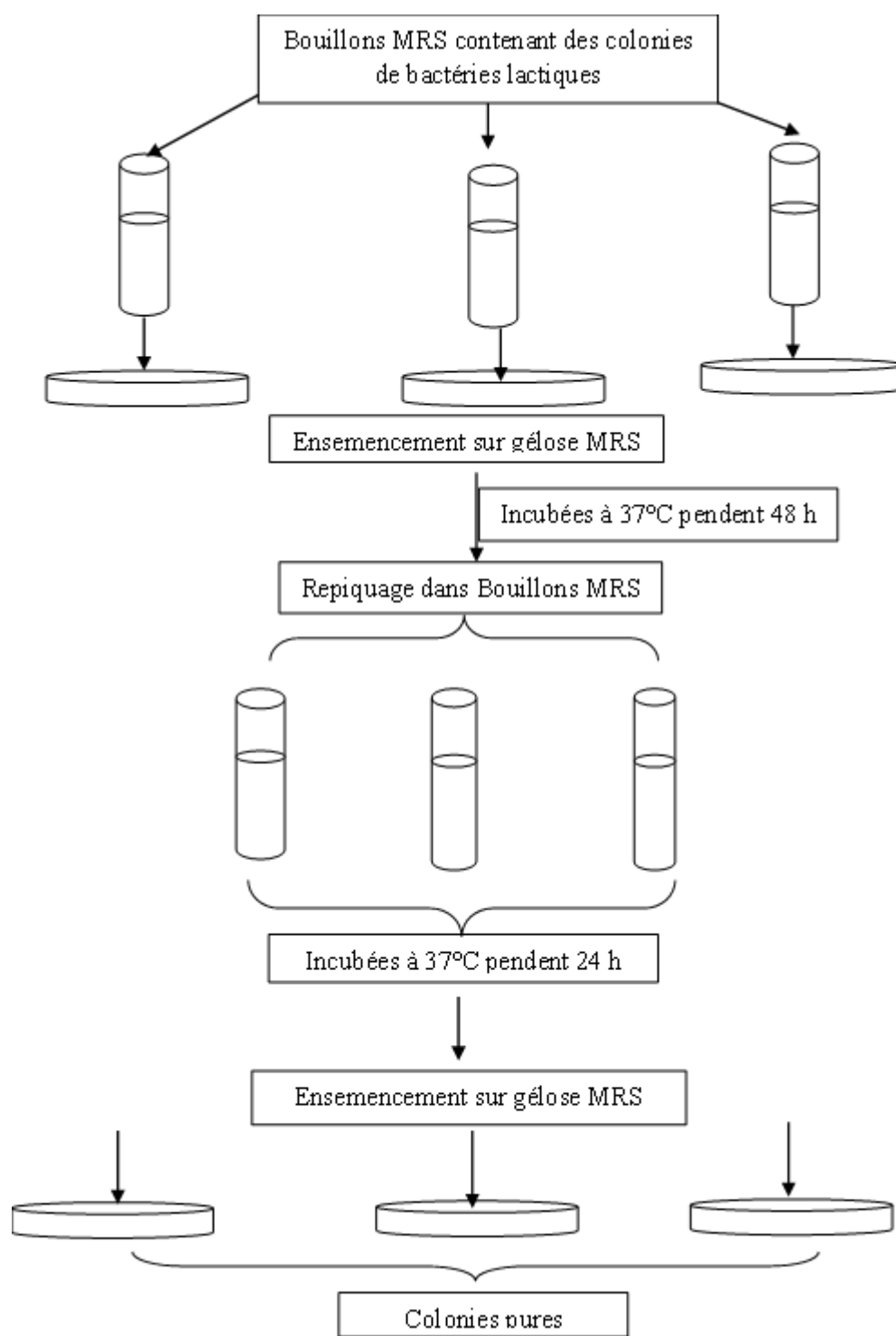


Figure 11: Les étapes de la purification des souches lactiques

2.4. L'identification phénotypiques des souches lactiques

Repose en effet de l'examen de caractéristiques morphologiques (observation à l'œil nu et au microscope) ainsi que sur le test de la catalase.

2.4.1. Etude macroscopique

Les isolats ont été cultivés sur gélose MRS pour permettre l'observation à l'œil nu des caractères morphologiques des colonies, en vue de caractériser leur apparence macroscopique.

2.4.2. Etude microscopique

Elle repose sur la coloration de Gram qui a été utilisée pour révéler l'aspect microscopique des souches, permettant de distinguer les bactéries Gram-positives des bactéries Gram-négatives et aussi connaître la forme et le regroupement des cellules (**Benbou, 2012**).

La procédure pour préparer une lame microscopique pour observation est la suivante :

1. Placer une goutte d'eau physiologique stérile sur une lame propre et soigneusement préparée.
2. Utiliser une boucle ou une spatule pour prélever une petite quantité d'une colonie bactérienne, puis mélanger doucement avec la goutte d'eau physiologique sur la lame.
3. Réaliser des stries en faisant glisser la boucle ou la spatule sur la lame pour répartir uniformément les bactéries.
4. Passer rapidement la lame dans la flamme d'un bec Bunsen pour fixer les bactéries à la chaleur.
5. Ajouter le colorant Violet de Gentiane sur les bactéries et laisser agir pendant 1 minute. Ensuite, retirer le colorant en rinçant la lame avec de l'eau.
6. Ajouter le Lugol (solution d'iode) sur les bactéries pendant 1 minute pour réaliser une coloration iodée.
7. Décolorer les bactéries avec l'alcool 30 secondes. Ensuite laver la lame à l'eau pour l'élimination de l'alcool.
8. Ajouter le deuxième colorant, la Fuchsine, sur les bactéries et laisser agir pendant 1 min et laver la lame à l'eau pour l'élimination de l'excès de colorant.
9. Sécher délicatement la lame à l'aide d'un papier absorbant et appliquer une goutte d'huile à immersion sur la zone où se trouvent les bactéries.

10. Observer la lame microscopique au grossissement x100, en utilisant l'objectif à immersion dans l'huile, pour une visualisation claire et précise des bactéries.

2.4.3. Test de catalase

Pour détecter la catalase implique de mettre une colonie de la bactérie à tester en contact avec une goutte d'eau oxygénée. Si un dégagement gazeux important se produit sous forme de mousse (résultant de la libération de dioxygène), cela indique la décomposition de l'eau oxygénée sous l'effet de l'enzyme en question (**Belyagoubi, 2014 ; Kassas, 2017**).

2.5. L'étude de la microflore de poisson

2.4.1. Recherche d'*E. coli*

Nous avons prélevé chaque partie du tube digestif du poisson, on les a placés individuellement dans des tubes de culture stériles renfermant de bouillon nutritif (5 ml). Ensuite, on a incubé les tubes de 24 heures à 37°C. Après l'incubation, on aensemencé sur gélose EMB. L'incubation des boites a été faite pendant 24 heures à une température de 37°C

2.4.2. Recherche de *Staphylococcus aureus*

On a prélevé chaque segment du système digestif du poisson, puis de les placer séparément dans des tubes de culture stériles renfermant de bouillon nutritif (5 ml). Ensuite, nous procéderons à une incubation des tubes pendant 24 heures à une température de 37°C. Après cette période d'incubation, on a effectué l'ensemencement sur une gélose Chapman. On a incubé ensuite les boites de 24 heures à 37°C.

2.4.3. Recherche de *Salmonella*

Les différentes parties du tube digestif du poisson seront prélevées et placées individuellement dans des tubes de culture stériles renfermant de bouillon nutritif (5 ml). Après une incubation de 24 heures à 37°C, on a fait l'ensemencement sur la gélose Hektoen. On a incubé des boites pendant 24 heures à une température de 37°C.

2.4.4. Recherche de moisissures

Chaque partie du tube digestif du poisson sera prélevée et placée individuellement dans des tubes de culture stériles renfermant de bouillon nutritif (5 ml). Ensuite, les on a incubé les tubes dans 37°C à 24 heures. Après l'incubation, on a procédé à l'ensemencement des échantillons sur une gélose PDA. On a incubé les boites pendant 24 heures à une température de 37°C.

2.4.5. Recherche de levures

Chaque partie du tube digestif du poisson a été prélevé et placé individuellement dans des tubes de culture stériles renfermant de bouillon nutritif (5 ml). Ensuite, on a passé à l'incubation à 37°C pendant 24 heures. Après l'incubation, ont effectué l'ensemencement des échantillons sur la gélose OGA. Après en a fait l'incubation pendant 24 H avec une température de 37°C.

2.4.6. Recherche de la flore totale mésophile

Chaque partie du tube digestif du poisson a été prélevée et placée dans des tubes de culture stériles renfermant de bouillon nutritif (5 ml) individuellement. Ensuite, on a passé à l'incubation de 24 heures à une température de 37°C. Après l'incubation, on a ensemencé les échantillons sur une gélose PCA. L'incubation a été réalisée pendant 48 h à 37°C.

3. Etude de l'activité antimicrobienne

3.1. Préparation des pré-cultures

➤ La culture de 18 heures des souches lactiques

D'après les boîtes de gélose MRS contenant des colonies de souches lactiques en phase de croissance, quelques colonies ont été prélevées (4 colonies).

Les échantillons de colonies recueillies ont été déplacés dans des tubes à essai qui renfermaient 5 ml de milieu de culture MRS à un pH de 6,5. Les tubes ont ensuite été incubés à une température de 37°C pendant 18 heures.

➤ La culture de 18 heures des souches pathogènes

D'après les boîtes de différentes géloses spécifiques pour chaque type de souches pathogènes en phase de croissance, Deux colonies ont été extraites de chaque boîte à l'aide d'une pipette Pasteur. Les colonies ainsi collectées ont été introduites dans des tubes à essai renfermant 5 ml de milieu nutritif liquide à un pH de 7. Les tubes contiennent les colonies de tels pathogènes dans le bouillon nutritif sont incubés à une température de 37°C pendant 18 heures.

Ces étapes ont été réalisées pour la création des cultures de souches lactiques et de souches pathogènes pendant une période de 18 heures., qui seront utilisées dans le test de spot pour évaluer l'activité antibactérienne des souches lactiques sur les souches pathogènes.

3.2. Test de spot

Le test de spot décrit ici est utilisé pour déterminer si les souches lactiques produisent des substances antibactériennes. Pour cela, des pré-cultures des souches lactiques sélectionnées sont préparées et incubées pendant 18 heures à 37°C. Ensuite, 5 µl de ces cultures sont

Ensemencés sous forme de spot sur une gélose MRS sèche. Trois à quatre spots sont réalisés par boîte.

Les boîtes contenant les spots sont laissées sécher près d'un bec Bunsen à moitié ouvert pendant 30 minutes. Ensuite, les boîtes sont incubées en anaérobiose de 24 H à 37 C. Après l'incubation, 10 ml de gélose nutritive molle (0,75% d'agar) sont versés sur les boîtes (9 ml de gélose nutritive moelle Est ensemencée avec 1 ml de pré-cultures de 18 heures de chaque agent pathogène (*E. coli*, *Salmonella*, *S. aureus*).

D'après une période supplémentaire d'incubation de 24 heures à 37°C, les boîtes sont inspectées en vue de repérer les zones d'inhibition autour des points d'application. On mesure le diamètre des zones d'inhibition pour évaluer l'efficacité inhibitrice des souches lactiques sur les souches pathogènes.

CHAPITRE II

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

1. Résultats d'isolement et identification des souches lactiques

1.2 Isolement des souches lactiques

Au total, Nous avons réussi à isoler un total de 38 souches de bactéries lactiques à partir du tube digestif des poissons. Ces cultures ont été obtenues en les incubant à 37 °C pendant 48 heures sur milieu MRS. D'après nos résultats, la majorité des colonies des souches lactiques présentaient des caractéristiques de petites tailles et une couleur blanchâtre (**Annexes 2**)

Les colonies de bactéries lactiques qui ont été isolées dans une étude présentent une forme circulaire, une élévation convexe et un bord entier. Elles se caractérisent par deux couleurs, à savoir blanc et blanc trouble. En se fondant sur les similitudes de leurs caractéristiques biochimiques, les bactéries lactiques ont été regroupées ou classifiées. Les isolats lactiques de cette étude ont été étroitement associés à *Enterococcus sp.* (R1 et R2), *Lactobacillus sp.* (R3) et *Lactococcus sp.* (R4 et R5) (**Agustina, 2022**)

1.2. Résultats de l'identification des souches lactiques

1.2.1. Etude macroscopique

- **La caractérisation visuelle des bactéries lactiques sur un milieu solide.**
- Sur gélose MRS sont examinées à l'œil nu pour déterminer la forme, la taille, l'aspect et la couleur des colonies. Dans notre cas, les colonies ont montré les caractéristiques suivantes : elles étaient de petite taille, de forme circulaire ou lenticulaire, avec une couleur blanchâtre. De plus, le contour des colonies pouvait être régulier ou irrégulier.

La figure 12 montre l'aspect macroscopique des colonies de bactéries lactiques cultivées sur gélose MRS

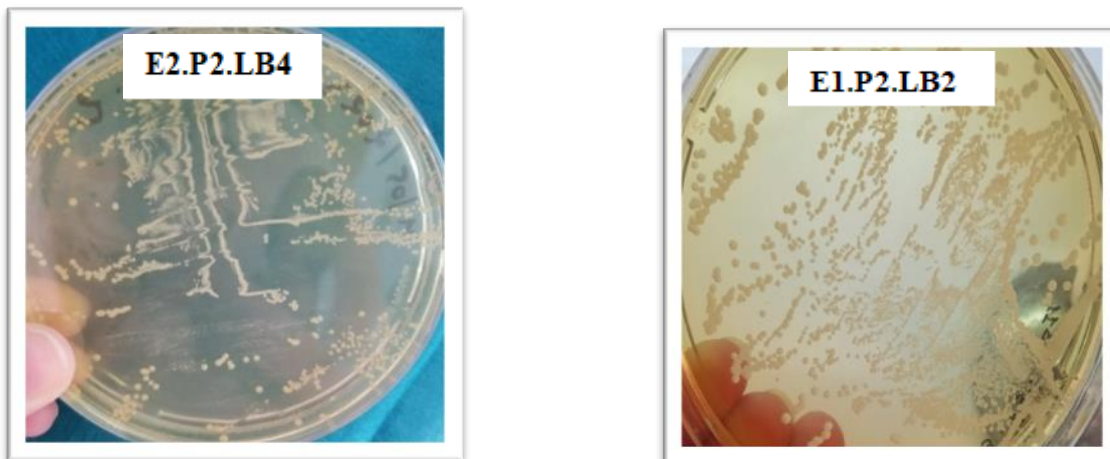


Figure 12: Aspect macroscopique de quelques colonies de souches lactiques isolées sur gélose MRS

1.2.2 Études microscopiques de souches lactiques

Les 38 échantillons un certain nombre de ces isolats ont été choisis pour subir une coloration de Gram. À la suite de l'observation microscopique, il a été remarqué que les colonies isolées et purifiées... présentaient une coloration Gram positive. Se présentant la forme de bacilles avec diverses associations (chaînes, tétrades, diplocoques, etc.).

Toutes les bactéries isolées ont été identifiées comme étant Gram positives car leur paroi cellulaire est restée violette après la coloration de Gram. Cela indique qu'elles appartiennent aux bactéries lactiques. De plus, la forme prédominante des cellules était celle de coccobacilles et elles étaient négatives pour la catalase, ce qui correspond aux caractéristiques typiques des bactéries lactiques (**Fothergill, 2012**)

En comparant nos résultats aux données théoriques, on peut suggérer que les souches isolées appartenaient au genre *Lactobacillus*.

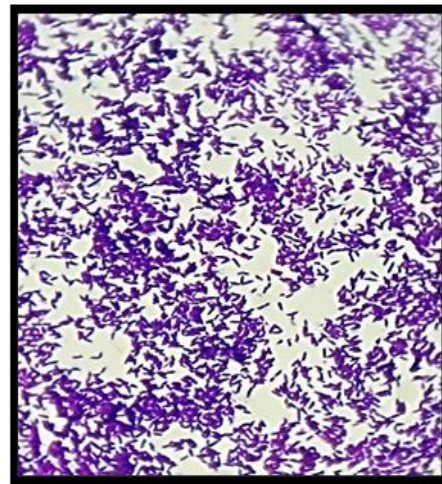
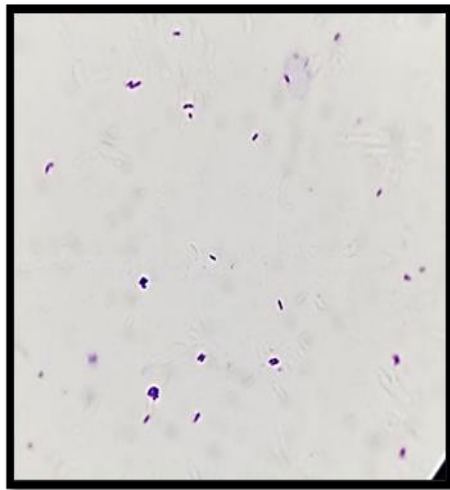
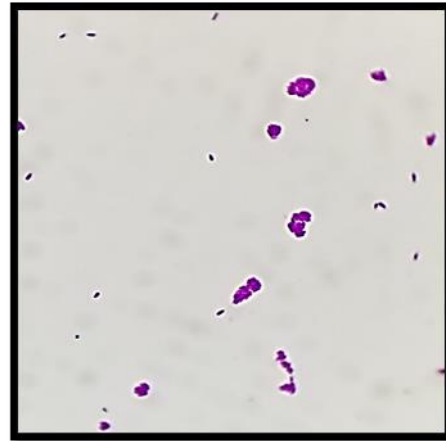
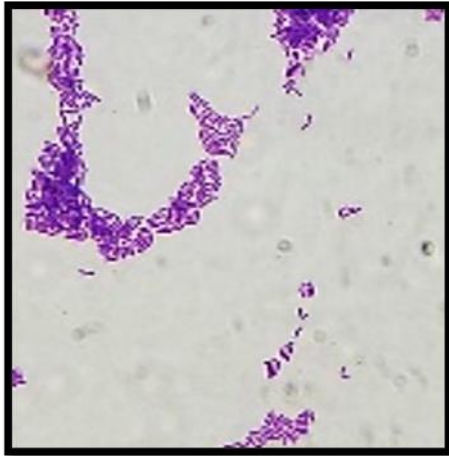


Figure 13: Aspect et mode d'association de quelques souches lactiques après coloration de Gram.

1.2.3 Résultats de test de catalase

D'après les résultats, présentés dans la figure 14, ont révélé l'absence de dégagement de gaz (O_2), confirmant ainsi que les isolats lactiques étaient catalase négative.



Figure 14: Résultats de test de catalase pour les souches lactiques (catalase négative)

2. Résultats d'identification des souches pathogènes

D'après nos résultats, les bactéries pathogènes que nous avons identifiées sont *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella*.

Dans l'étude menée par **Kalaou et al. (2004)** des bactéries pathogènes telles *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus.*, *Klebsiella pneumoniae* et *Bacillus cereus.* que *Escherichia coli*, ont été identifiées.

2.1. Études macroscopiques

➤ *Escherichia coli*

Les colonies d'*Escherichia coli* cultivées sur milieu EMB se caractérisent par une couleur violet foncé. Elles sont bombées, légèrement regroupées, avec un diamètre compris entre 2 et 3 mm. Les colonies ont un centre noir qui s'étend à plus des 3/4 du diamètre et présentent un éclat métallique verdâtre lorsqu'elles sont observées sous une lumière réfléchie. Cet éclat est dû à la fermentation rapide du lactose par *Escherichia coli*

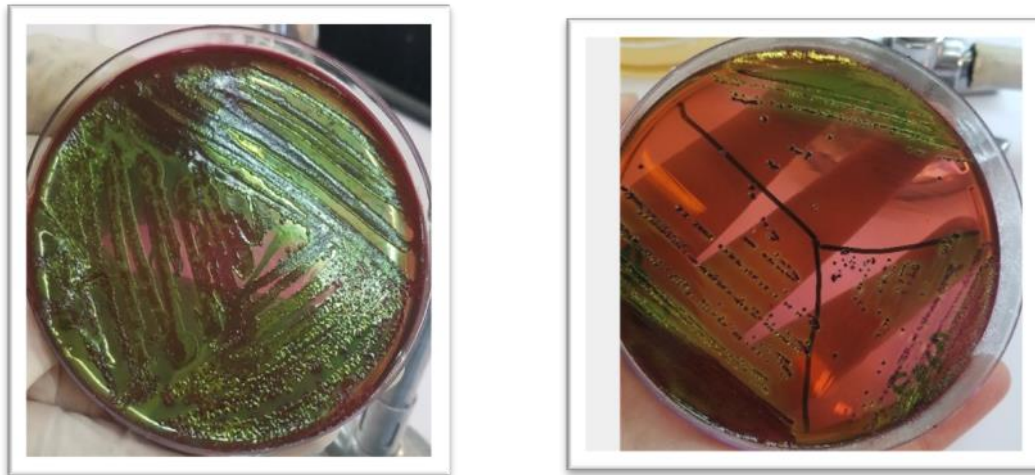


Figure 15: Colonies d'*E. coli* sur gélose EMB

➤ *Salmonella*

Salmonella est classée parmi les entérobactéries, faisant partie de la famille des Enterobacteriaceae. Ces bactéries sont des bacilles mesurant approximativement 2 à 3 µm de long. Les salmonelles sont caractérisées en tant que bactéries mésophiles, indiquant qu'elles se développent de manière optimale à des températures semblables à la chaleur corporelle des organismes à sang chaud, c'est-à-dire entre 35 et 37°C. Leur exigence nutritive est modérée et elles sont également reconnues pour leur résistance robuste face à des conditions environnementales peu favorables, ce qui leur permet de subsister dans divers milieux et de provoquer des infections.



Figure 16: Colonies de *Salmonella* sur gélose Hektoen

➤ *Staphylococcus aureus*

Sur la gélose Chapman, les souches de *Staphylococcus aureus* produisent leur propre pigment, ce qui se manifeste par des colonies entourées d'une auréole jaune résultant de la fermentation du mannitol dans un délai de 24 à 48 heures

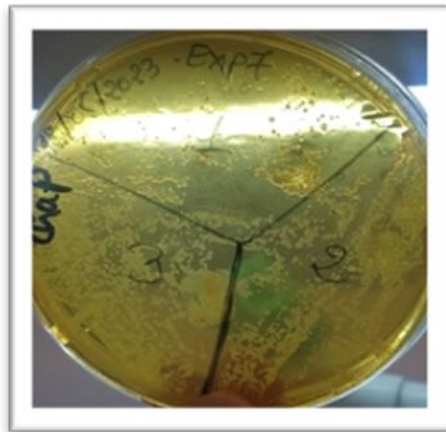


Figure 17 : Colonies de *S. aureus* sur gélose Chapman

2.2. Études microscopiques

La réalisation de la coloration de Gram, certaines souches purifiées ont présenté une apparence sous forme de bacilles roses. Lorsque les cellules colorées ont été exposées à l'alcool, celui-ci a dissous les lipides de leur paroi cellulaire. Cette action a entraîné la perte des lipides, ce qui a rendu la paroi cellulaire perméable. Consécutivement, la fuchsine a pénétré à l'intérieur des cellules, occupant la place des phospholipides qui avaient été solubilisés. En conséquence, les cellules ont pris une teinte rose. En vertu de ce résultat, ces bactéries ont été classées comme étant de type Gram négatif.

➤ *Escherichia coli*

L'observation microscopique et la coloration de Gram d'*E. coli* révèlent la présence de cellules roses, prenant la forme de bâtonnets et étant dispersées

(Figure 18)

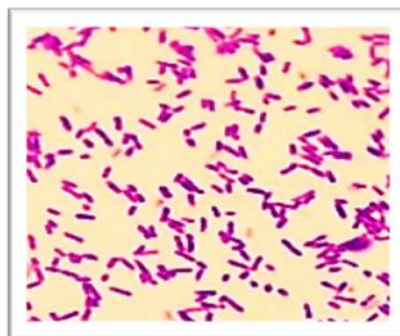


Figure 18: *E. coli* observée sous microscope

➤ *Staphylococcus aureus*

L'observation microscopique et la coloration de Gram de *Staphylococcus aureus* révèlent qu'ils apparaissent sous la forme de Cocci à Gram positif, regroupés en amas (Figure 19)

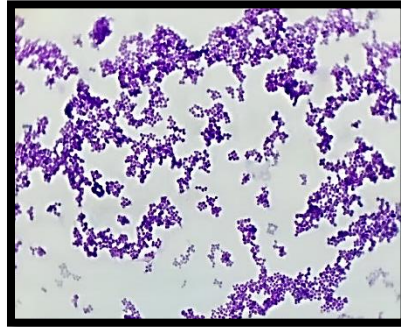


Figure 19: *S. aureus* observés sous microscope

➤ *Salmonella*

L'observation microscopique et la coloration de Gram de *Salmonella* révèlent qu'elles apparaissent sous la forme de bacilles mesurant de 2 à 3 mm de long. Elles sont classées comme étant à Gram négatif et ne forment pas de spores (Figure 20)

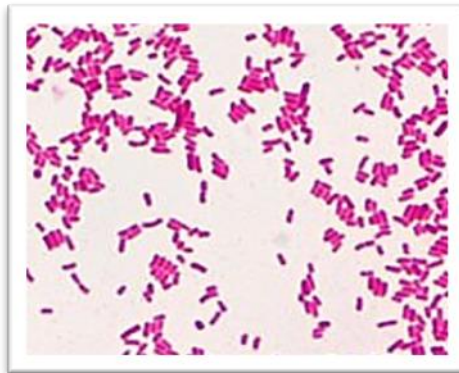


Figure 20 : *Salmonella* observée sous microscope

3. La recherche de quelques Bactéries dans le tube digestif de poisson

3.1 Les levures et les moisissures

Les résultats d'identification macroscopique sur les milieux de culture OGA et PDA montrent la présence de colonies de couleur blanche dans les trois parties du tube digestif de poisson (Figure21).



Figure 21 : Colonies des levures sur OGA et les moisissures sur PDA

Les résultats d'identification macroscopique sur les milieux de culture OGA et PDA montrent la présence de colonies de couleur blanche dans les trois parties du tube digestif de poisson

3.2 La flore totale mésophile

Les résultats d'identification macroscopique sur la gélose PCA montrent la présence de colonies de couleur blanche dans les trois parties du tube digestif de poisson (Figure22)

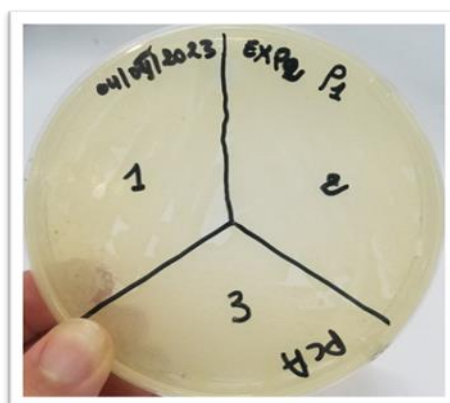


Figure 22 : Colonies de la flore totale mésophile sur PCA

Les résultats d'identification macroscopique sur la gélose PCA montrent la présence de colonies de couleur blanche dans les trois parties du tube digestif de poisson

4. Mise en évidence de l'activité antimicrobienne

Dans notre étude nous avons procédé à l'évaluation de l'effet antagoniste de 38 isolats de bactéries lactiques en employant la méthode directe (connue sous le nom de méthode du spot) contre trois souches cibles : *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Salmonella*. Cette activité s'est révélée par la création d'une zone transparente dotée de frontières nettement délimitées autour des souches lactiques appliquées.

Les Résultats des présents que tous les isolats lactiques étudiés ont un effet inhibiteur sur les trois souches pathogènes utilisées, bien que l'intensité de l'effet puisse varier selon la souche. Nous avons procédé à la mesure des diamètres des zones d'inhibition entourant les points d'application (spots) et calculé leurs moyennes et leurs écarts-types.

Cependant, certaines souches lactiques ont montré une activité antibactérienne plus marquée que d'autres. Parmi les souches lactiques du genre *Lactobacillus* étudiées, nous avons observé une activité antibactérienne contre *E. coli*, *S. aureus* et *Salmonella*. Une activité inhibitrice est considérée comme positive lorsque conformément aux critères établis par **(Schillinger et Lucke (1989))**, le diamètre de la zone de l'effet inhibiteur est supérieur à 1 mm. Nos expérimentations ont ainsi révélé que les diamètres des zones d'activité inhibitrice fluctuent entre 30 mm et 50 mm à l'égard d'*E. coli*, entre 16 mm et 72 mm en ce qui concerne *S. aureus*, et entre 25 mm et 60 mm en ce qui concerne *Salmonella*.

Dans l'étude menée par **Kumaret al. (2015) et Chopade et al. (2019)**, il a été constaté que l'activité inhibitrice la plus élevée a été observée contre *E. coli* (14,17 mm), tandis que l'isolant a montré l'activité inhibitrice la plus faible contre *B. cereus* (5,50 mm). Bien que tous les isolants aient présenté des zones d'inhibition plus faibles contre *B. cereus* par rapport à d'autres agents pathogènes.

4.2. L'activité des bactéries lactiques vis-à-vis de la souche *Staphylococcus aureus* :

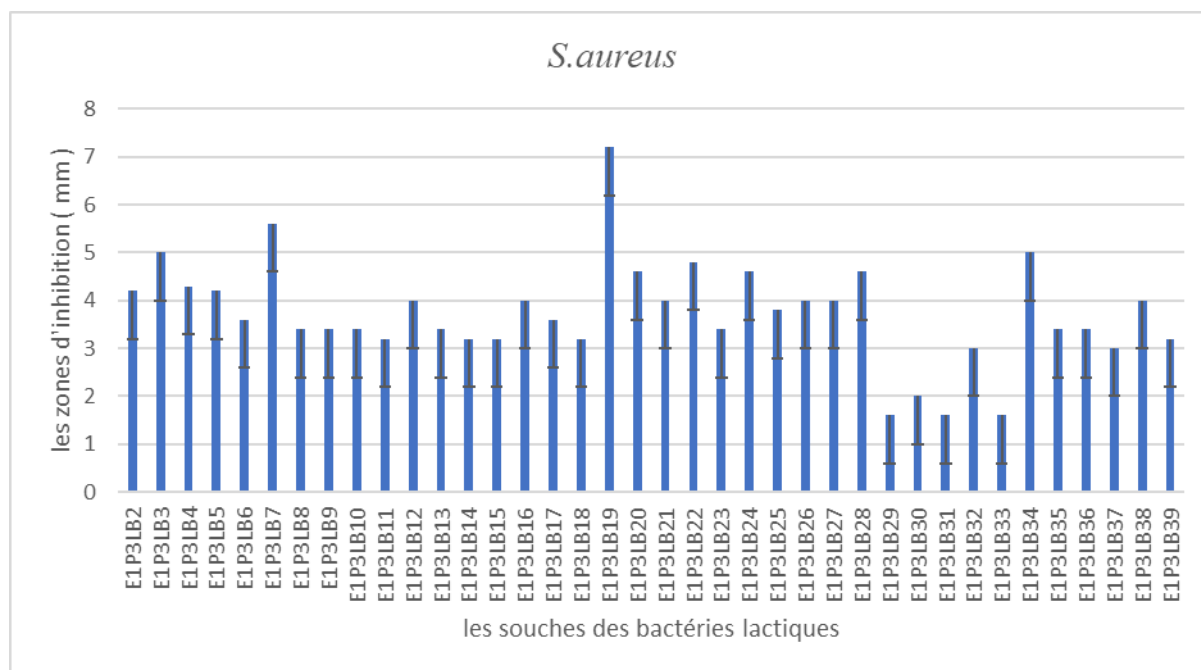


Figure 23: L'activité des bactéries lactiques vis-à-vis la souche pathogène *Staphylococcus aureus*

Les bactéries lactiques présentent une activité antibactérienne significative contre *Staphylococcus aureus*, avec des diamètres de zones d'inhibition variant de 30 à 72 mm.

Deux souches lactiques en particulier, **E3P1LB7** et **E4P3LB19**, Présentent l'activité la plus marquée, affichant des diamètres de zones d'inhibition se situant entre 60 et 72 mm. (**Figure 23**)

Selon l'étude réalisée par (**Liasi et al. (2009)**), la croissance de *S. aureus* est freinée avec une zone d'inhibition variant entre 15 et 18 mm de diamètre. Nos résultats, en comparaison, dépassent les valeurs indiquées dans cette étude. Une autre recherche menée par Ilyanie et al. (2022) a démontré que la croissance de *S. aureus* est inhibée avec des zones d'inhibition se situant entre 8 et 12 mm de diamètre. Par conséquent, ces conclusions sont également inférieures à nos propres constatations.

Les résultats de l'inhibition de *Staphylococcus aureus* sont présentés dans la figure ci-dessous :

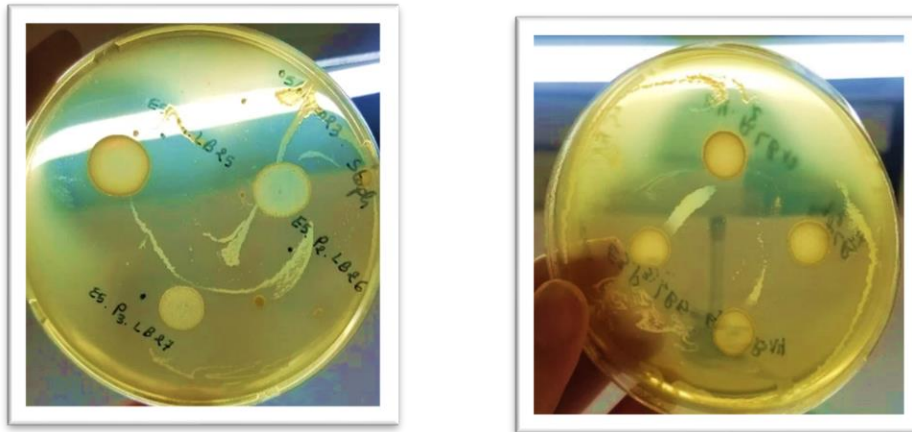


Figure 24 : Les zones d'inhibition de quelques souches lactique vis-à-vis de *S. aureus*.

4.2. L'activité des bactéries lactiques vis-à-vis de la souche *E. coli* :

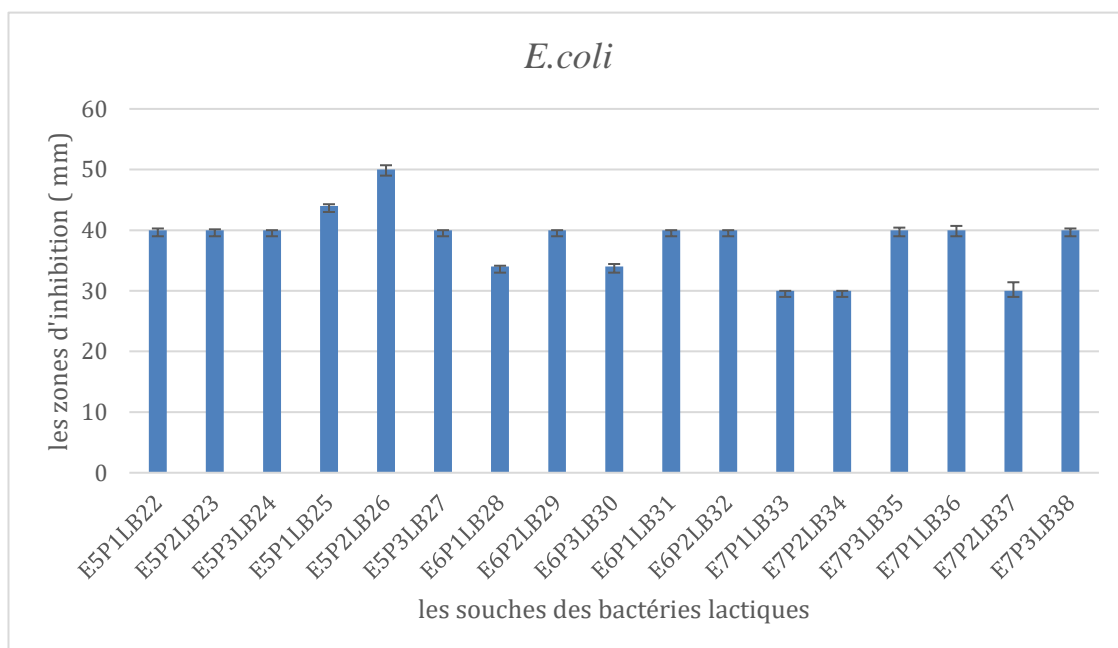


Figure 25 : L'activité des bactéries lactiques vis-à-vis de la souche pathogène *Escherichia coli*

Selon les résultats des tests de spot, il est notable que toutes les souches de bactéries lactiques ne manifestent pas la capacité d'inhiber la croissance d'*E. coli*. Certaines souches révèlent une absence d'activité, tandis que d'autres peuvent afficher un diamètre de zone d'activité inhibitrice atteignant jusqu'à 50 mm.

Plus spécifiquement, il a été remarqué que les souches lactiques **E5P1LB25** et **E5P1LB26** démontrent une activité antibactérienne particulièrement significative, avec des diamètres de zones d'inhibition de 44 mm et 50 mm respectivement. En contraste, les souches **E7P1LB33** et **E7P2LB34** présentent une activité moins marquée, avec des diamètres de zones d'inhibition mesurant 30 mm. Donc ces résultats aussi sont inférieurs à nos résultats

Conformément à l'étude menée par (**Liasi et al. (2009)**), la croissance d'*E. coli* est enrayée avec une zone d'inhibition dont le diamètre oscille entre 10 mm et 18 mm. Ces découvertes sont en deçà de nos propres résultats. De même, les travaux (**Ilyanie et al. (2022)**) évoquent une inhibition de la croissance d'*E. coli* avec des zones d'inhibition allant de 7 mm à 14 mm de diamètre. Par conséquent, ces constatations sont également inférieures à nos observations actuelles.

Les résultats d'inhibition d'*E. coli* sont illustrés dans la figure ci-dessous :

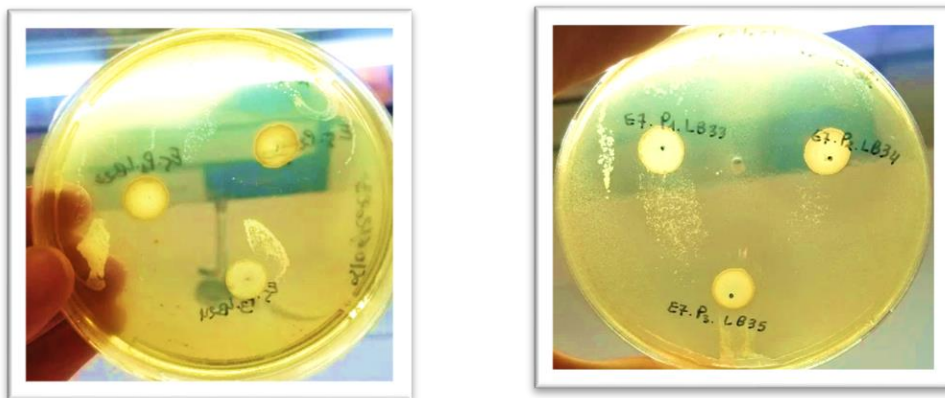


Figure 26: Les zones d'inhibition de quelques souches lactiques vis-à-vis d'*E. coli*

4.3 L'activité des bactéries lactiques vis-à-vis de la souche *Salmonella* :

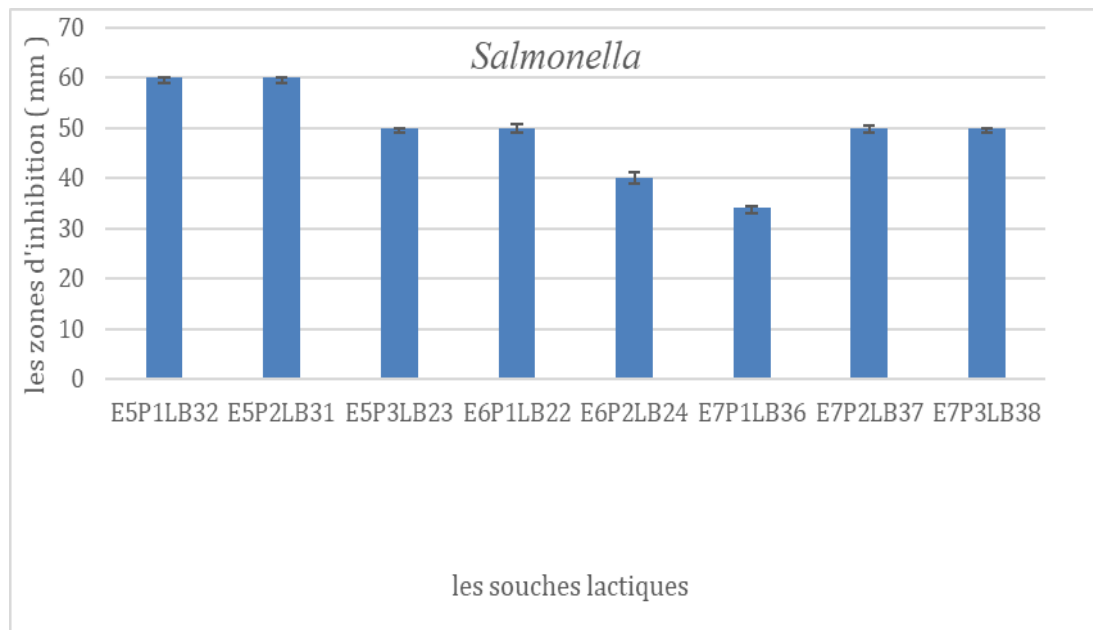


Figure 27 : L'activité des bactéries lactiques vis-à-vis de la souche *Salmonella*

D'après les résultats de test de spot contre cette souche pathogène, il a été montré que ce n'est pas toutes les souches lactiques présentent une activité antibactérienne. Certaines souches lactiques n'exercent aucun effet antagonisme, par contre, d'autres souches lactiques présentent des zones très importantes allant jusqu'à 60 mm.

Les souches lactiques les plus performantes sont **E5P1LB31** et **E5P2LB32**, ayant affiché une activité très significative avec un diamètre de zone d'inhibition de 60 mm. Par ailleurs, les souches **E7P1LB36** et **E6P2LB24** ont également démontré une activité notable, avec des diamètres de zone d'inhibition de 34 mm et 40 mm respectivement.

En corrélation avec les résultats de l'étude menée par (**Liasi et al. (2009)**), nos propres résultats surpassent les valeurs rapportées en ce qui concerne l'inhibition de la croissance de *Salmonella*, où les zones d'inhibition s'étendent entre 15 mm et 18 mm de diamètre.

Les résultats d'inhibition de *Salmonella* sont illustrés dans la figure ci-dessous :

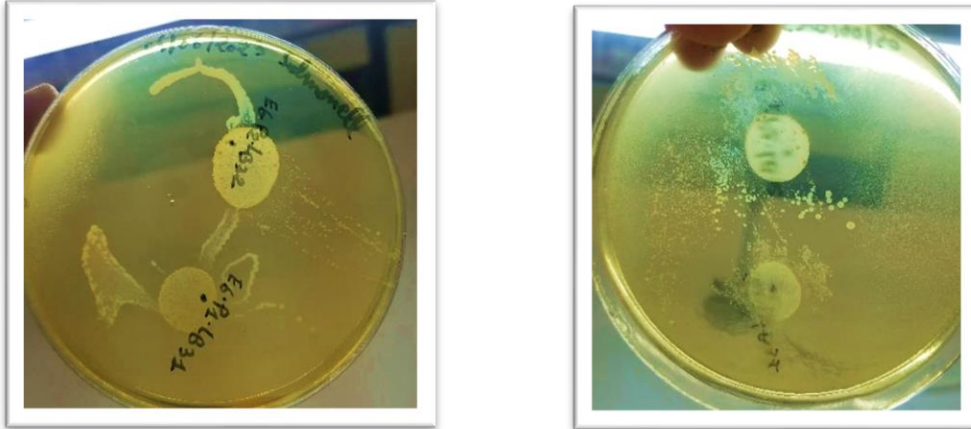


Figure 28 : Les zones d'inhibition de quelques souches lactique vis-à-vis de *Salmonella*

L'activité antibactérienne observée peut être attribuée à la production de diverses substances antimicrobiennes, incluant des métabolites et des bactériocines.

Il est probable que les souches lactiques possèdent une efficacité antibactérienne est attribuée à la synthèse de divers agents antibactériens par les souches lactiques. L'acide lactique joue un rôle inhibiteur en acidifiant le milieu, ce qui permet de freiner la croissance de différents types de bactéries. Parallèlement, le diacétyl, reconnu pour son pouvoir d'inhibition, contribue également à cette action.

Les souches lactiques libèrent du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂), qui exerce une action inhibitrice sur les bactéries dépourvues de mécanismes de protection contre le stress oxydatif. Effectivement, plusieurs recherches ont attesté de l'activité inhibitrice des bactéries lactiques envers les bactéries pathogènes grâce à la libération de substances protéiques dénommées bactériocines. Ces bactériocines jouent un rôle critique dans la capacité des bactéries lactiques à se défendre contre les souches pathogènes et contribuent à leur potentiel de préservation biologique dans divers environnements alimentaires et intestinaux. (**Labioui et al., 2005; Mami et al., 2010 ; Tabak et Bensoltan,2012**).

Selon les travaux de **Leonard (2013)**, l'action bactéricide des souches lactiques peut être attribuée à divers facteurs, notamment la compétition pour les ressources nutritionnelles et l'espace, ainsi qu'à la production d'un ensemble de métabolites dotés de propriétés antimicrobiennes. Parmi ces métabolites figurent les acides organiques (en particulier l'acide lactique), le peroxyde d'hydrogène, le dioxyde de carbone, le diacétyle, la reutérine et les bactériocines.

L'acide lactique, principal métabolite antibactérien produit par les bactéries lactiques, exerce son effet en modifiant le pH du milieu, ce qui peut influencer les bactéries pathogènes telles que *Staphylococcus aureus*. Selon les conclusions de (**Jagoda Suskovic et al. (2010)**), l'acide lactique provoque une altération par acidification. Son action inhibitrice est principalement due à sa capacité à pénétrer la membrane cellulaire et à se diffuser dans le cytosol, rendant ainsi ce dernier plus alcalin et interférant avec les fonctions métaboliques essentielles. Les effets toxiques de l'acide lactique incluent la réduction du pH intracellulaire ainsi que la perturbation du potentiel membranaire.

Coma et al., (2001) ; Charlier et al., (2009) montrent que le potentiel antagoniste des bactéries lactiques peut également attribuer à la production de bactériocines qui sont actives contre *S. aureus*. La bactériocine caractérisée et les plus fréquemment utilisée pour lutter contre *Staphylococcus* est la Nisin (un lantibiotique, produit par certaines souches de *L. lactis*) est un peptide antimicrobien efficace contre les bactéries Gram positives et de la pédiocine (un non-lantibiotique, produit par certaines souches de *Pediococcus acidilactici*).

Les probiotiques agissent en inhibant la croissance des bactéries pathogènes à travers différents mécanismes, notamment l'utilisation de composés antimicrobiens. Parmi ces mécanismes, on peut citer la diminution du pH environnant, ce qui entraîne une perméabilisation de la membrane externe des bactéries Gram-négatif. Cela facilite la pénétration de substances antimicrobiennes telles que les bactériocines (**Bey, 2009**).

Une étude menée par (**Huiying et al. (2011)**) a révélé que les bactéries lactiques ont un effet antimicrobien sur *Escherichia coli* grâce à la présence de deux types d'isomères d'acide lactique, à savoir l'acide D-lactique et l'acide L-lactique.

CONCLUSION

Conclusion

Au cours de cette recherche, des souches de bactéries lactiques ont été extraites à partir du tractus digestif de poissons. en utilisant des méthodes de culture sur milieu liquide et solide. Par la suite, nous avons soumis ces isolats à des tests biochimiques et microbiologiques. Nous avons également évalué leur capacité antagoniste envers divers microorganismes pathogènes tels que *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Salmonella*, en utilisant la méthode de spot.

Les résultats ont montré que l'échantillons démontraient la capacité d'entraver différentes variétés des germes pathogènes, qu'elles soient de type Gram positif ou négatif, , en particulier envers les bactéries de type Gram négatif. Sur le plan microscopique, toutes nos souches lactiques étaient identifiées comme des bacilles à Gram positif, présentant différentes formes d'association telles que les tétrades, les amas et les diplocoques.

Pour approfondir cette étude, il serait pertinent de procéder à une identification moléculaire des souches lactiques. , d'étendre cette gamme d'efficacité en examinant d'autres souches pathogènes, et de déterminer la composition exacte des substances inhibitrices. Par ailleurs, il serait pertinent d'évaluer les impacts de ces souches lactiques et d'élaborer un additif alimentaire dérivé d'elles en vue de son application dans la préservation biologique des poissons.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les Références bibliographiques

A

- **Adams M. R et Marteau P. 1995.** On the safety of lactic acid bacteria from food. Int. J. Food Microbiol. 27: 263-264.
- **Adams M.R. et Hall C.J. 1988.** Growth inhibition of food borne pathogen by lactic and acetic acids and their mixtures. Int. J. Food.Sci. Technol.23 :287-292.
- **Aguirre M et Collins, M.D. 1993.** Lactic acid bacteria and human clinical infection. J. Appl. Bacteriol. 75 : 95-107.
- **Agustina A., Saptiani G., Hardi E. H., 2022** Isolation and identification of potential lactic acid bacteria as probiotics from the intestines of repang fish (*Puntiplites waandersi*). AACL Bioflux 15(1):24-33.
- **Alakomi HL, Skyttä E., Saarela M., Mattila-Sandholm T., Latva-Kala K., Helander IM. 200.** L'acide lactique perméabilise les bactéries Gram-négatives en perturbant la membrane externe. Appl. Environ. Microbiol. 66 : 2001-2005.
- **Ammor S., Tauveron G., Duffour E.,Chevallier I. 2006.** Antimicrobial activity of lactic acid bacteria against spoilage and pathogenic bacteria isolated from the same small-scale facility producing traditional dry sausages: 1- Sreening and characterization of the antibacterial compounds. Food Control, 17 (6), pp. 454-461.
- **Axelsson L. 1998.** Lactic acid bacteria: classification and physiology. In: Lactic acid bacteria. Int.J.Food Microbiol.41:103-125
- **Aymerich T., Rodriguez M., Garriga M., and Bover-Cid S. 2019.** Assessment of the bioprotective potential of lactic acid bacteria against *Listeria monocytogenes* on vacuum packed cold-smoked salmon stored at 8°C. Food microbiology, 83, 64-7

B

- **Baba-Moussa L., Bokossa Y. I., Baba-Moussa F., Ahissou H., Adeoti Z., Yehouenou B., and Sanni A. (2006).** Etude des possibilités de contamination des aliments de rues au Bénin : cas de la ville de Cotonou. Journal Research Scientific University Lomé, 8, 149-156.
- **Bakar Diop M., Destain J., Tine E., Thonart P. 2010.** Les produits de la mer au Sénégal et le potentiel des bactéries lactiques et des bactériocines pour la conservation. Biotechnol. Agron. Soc. Environ.14(2), 341-350

Les Références bibliographiques

- **Brillet A. et al., 2004.** Biodiversity of *Listeria monocytogenes* sensitivity to bacteriocin-producing *Carnobacterium* strains and application in sterile cold-smoked salmon. *J. Appl. Bacteriol.*, 97, 1029-1037.
- **Brillet A. et al., 2005.** Effect of inoculation of *Carnobacterium divergens* V41, a biopreservative strain against *Listeria monocytogenes* risk, on the microbiological, chemical and sensory quality of cold-smoked salmon. *Int. J. Food Microbiol.*, 104(3), 309-324.
- **Brown J.H. 1919.** The use of blood agar for the study of *Streptococci*, Vol 9, New York: The Rockefeller Institute for Medical Research
- **Bulushi I.A., Poole S., Deeth H. Dykes G., 2009.** Biogenic amines in fish: roles in intoxication, spoilage, and nitrosamine formation. Review. *Crit. Rev. Food Sci.Nutr.*, 49(4), 369-377

C

- **Cadavez V. A., Campagnollo F. B., Silva R. A., Duffner C. M., Schaffner D. W., Sant'Ana A. S., and Gonzales-Barron U. 2019.** A comparison of dynamic tertiary and competition models for describing the fate of *Listeria monocytogenes* in Minas fresh cheese during refrigerated storage. *Food microbiology*, 79, 48-60.
- **Caplice E, Fitzgerald G. 1999.** Food fermentation: role of microorganisms in food production and preservation. *Int. J. Microbiol*, 50 (1-2): 131-149
- **Carr F. J., Chill D., Maida N. 2002.** The lactic acid bacteria: a literature survey. *Critical reviews in microbiology*, 28, 281-370.
- **Carvalho B. F., Sales G.F.C., Schwan R. F., and Avila C. L. S. 2021.** Criteria for lactic acid bacteria screening to enhance silage quality. *Journal of Applied Microbiology*, 130(2),341-355.
- **Cerning J.** Polysaccharides exocellulaires produits par les bactéries lactiques. Dans : Bactéries lactiques. Édité par H De Roissart, & F.M Luquet. Vol. 1. Lorica-Uriage, 1994
- **Charlier C., Cretenet M., Even S., Le Loir Y. 2009.** Interactions between *Staphylococcus aureus* and lactic acid bacteria: an old story with new perspectives. *Int J Food Microbiol*, 131(1), 30-39.

Les Références bibliographiques

- **Cheftel J.C. Cheftel H., 1992.** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. 7e éd. Paris : Lavoisier Technique & Documentation. Commission européenne, SANCO, 1999. Rapport final concernant une mission sur le Sénégal, n°1123/99, http://ec.europa.eu/food/fs/inspections/vi/reports/senegal/index_en.html, (18/01/2009).
- **Coma V., Pardon I.S.P., Deschamps A., Pichavant F.H. 2001.** Antimicrobial edible packaging based on cellulosic ethers, fatty acids, and nisin incorporation to inhibit *Listeria innocua* and *Staphylococcus aureus*. *Journal of Food Protection*, Vol. 64(4), 470–475
- **Corrieu G., Luquet F. M. 2008.** Bactéries lactiques : de la génétique au ferment. Paris: Édition Tec et Doc p. 849.

D

- **Daeschel M.A., McKenney M.C., McDonald L. 1989.** Characterization of a bacteriocin from *Lactobacillus plantarum*. Abstracts, 86th Ann. Meeting, Am. Soc.Microbiol.pp 277.
- **Daliri F., Aboagye A. A., and Daliri E. B. M. 2020.** Inactivation of foodborne pathogens by lactic acid bacteria. *Journal of Food Hygiene and Safety*, 35(5), 419-429.
- **Das D, Goyal A. 2012.** Lactic acid bacteria in food industry. In: *Microorganisms in sustainable agriculture and biotechnology*. Springer Netherlands. P: 757-772.
- **Desmazeaud, M. 199.** Rôles des cultures de microorganismes dans la flaveur et la texture des produits laitiers fermentés." Fédération internationale de Laiterie ; Bruxelles (BEL), and Proceeding of the International Dairy Congress Biotechnology-Milk Products,.
- **Devriese L.A., Pot B et Collins M.D. 1993.** Phénotipic identification of the genus *Enterococcus* and differentiation phylogenically distinct enterococcal species and species groups: *J.Appl.*75:399- 408
- **Doleyres y. 2003.** Production en continu de ferments probiotiques par la technique des cellules immobilisées. Faculté des études supérieures de l'université de Laval Quebec. pp : 5-8
- **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, 143-154.

Les Références bibliographiques

- **Drider J, et Prevost H., 2009.** Bactéries lactiques. Physiologie, métabolisme, génomique et applications industrielles. Paris: Economica.

E

- **El-Ziney M.G., Uyttendaele M., Debevere J., Jakobsen M. 1998.** Characterization of growth and metabolite production of *Lb.reuteri* during glucose/glycerol cofermentation in batch and continuous cultures. *Biotechnol. Lett.* 20(10), 913-916.
- **Euzeby J.P. 1997.** List of bacterial names with standing nomenclature folder available on the internet. *Int.J. Syst. Bacteriol.* 47: 590-592.

F

- **Fothergill A.W. 2012.** Antifungal susceptibility testing: Clinical Laboratory and Standards Institute (CLSI) Methods; Humana Press: Totowa, NJ, USA, 2012. pp. 65-74.

G

- **Gálvez A., Lopez R.L., Abriouel H., Valdivia E. Omar N.B. 2008.** Application of bacteriocins in the control of food borne pathogenic and spoilage bacteria. *Critical Reviews in Biotechnology*, 28: 125-135
- **Geis A. 1989.** Antagonistic compounds produced by lactic acid bacteria. *Kieler Milch wirts chaft liche For schung berichte.* 41, 97-104.
- **Gelman A., Drabkin V., Glatman L., 2001.** Evaluation of lactic acid bacteria, isolated from lightly preserved fish products, as starter cultures for new fish-based food products. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 1,219-226.
- **Ghafir Y., and Daube G. 2007.** Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. In *Annales Médecine Vétérinaire.* 151, 79-100.
- **Gripon J.C, et M Yvon. 1998.** « Utilisation de ceto acides pour intensifier la saveur de produits à base de fromage.
- **Guiraud J.P. 2003.** Microbiologie alimentaire. Dunod. Paris

H

- **Hati S., Mandal S., Prajapati JB. 2013.** De nouveaux starters pour les produits laitiers fermentés à valeur ajoutée. *Courant. Rés. Nutr. Sci alimentaire;* 1 : 83–91.

Les Références bibliographiques

- **Helander I.M., Von Wright., et Mattila- Sandholm TM. 1997.** Potentiel of lactic acid bacteria novel antimicrobials against Gram-negative bacteria. Trends Food Sci. Technol. 8:146-150
- **Holzapel W H, Wood B J. 2014.** Lactic acid bacteria: biodiversity and taxonomy. (Ed), John Wiley & Sons.
- **Holzapel 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, 365s-373s.
- **Hooper L.V., Macpherson A.J. 2010.** Immune adaptations that maintain homeostasis with the intestinal microbiota. Nat. Rev. Immunol.10, 159–169.
- **Houansou G., Guidi C., Chegnimonhan V., and Tchiboza M.A.D. 2019.** Typologie et perception des populations sur la qualité organoleptique des casse-croûtes produits à base de céréales dans sept Départements du Bénin. Revue Internationale des Sciences Appliquées, 2(2), 01-13.
- **Huss H.H., 1986.** Fresh fish: quality and quality changes. A training programme on fish technology and quality control. Roma : FAO/DANOA.
- **Huss H.H., Embarek P.K.B., Jeppesen V.F., 1995.** Control of biological hazards in cold smoked salmon production. Food Control, 6(6), 335-340.
- **Huss H.H., Reilly A., Ben Embarek P.K., 2000.** Prevention and control of hazards in seafood. Food Control, 11(2), 149-156.

I

- **Ilyanie H. Y., Huda-Faujan N., Ida Muryany M. Y. and Zuraida J. 2022.** Isolation and characterisation of probiotic lactic acid bacteria from Malaysian fermented fish products budu and bosou . International Food Research Journal 29(2): 338 – 348.

J

- **Jagoda S., Jasna B., Lebo P. A., Habjani K., Mato. S. 2010.** Antimicrobial Activity. The most important property of probiotic and starter lactic acid bacteria Food Technol. Biotechnol., 48 (3), 296–307.

K

- **Kaban G., Kaya M. 2008.** Identification de bactéries lactiques et de cocci Gram positifs catalase positifs isolés à partir de saucisse naturellement fermentée (sucuk) J. Food Sci; 73 : M385–M388.

Les Références bibliographiques

- **Kalalou I., Faid M., Ahami A.T. 2004.** Extending shelf life of fresh minced camel meat at ambient temperature by *Lactobacillus dlbrueckii subsp. delbrueckii* 7, 1-6.
- **Kandler O., et Weiss N. 1986.** Genus *Lactobacillus beijerinck* 1901. In Bergey's manual of systematic bacteriology. 1209-1234. Edited by P.H.A. Sneath, N.S. Mair, M.E. Sharpe et J.G. Holt. Baltimore: William et Wilkin.
- **Kashet E.R. 1987.** Bioenergies of lactic acid bacteria: Cytoplasmic pH osmotolerance. FEMS Microbiol. Rev. 46: 233-244
- **Kenneally P M, Leuschner R G, Arendt E K. 1998.** Evaluation of the lipolytic activity of starter cultures for meat fermentation purposes. Journal of Applied Microbiology. 84(5):839-846
- **Khalid N.M., Marth E.H. 1990.** *Lactobacilli*, their enzymes and role. In: Ripening spoilage of cheese. Rev. Dairy Sc., 73:158-167
- **Kolodziejska I., Sikorski Z.E., 1995.** Muscle cathepsins of marine fish and invertebrates. Pol. J. Food Nutr. Sci., 45, 3-10.
- **König H., Fröhlich J. 2009.** Bactéries lactiques. Dans : König H., Uden G., Fröhlich J., éditeurs. Biologie des Microorganismes du Raisin, du Moût et du Vin. Springer; Heidelberg/Berlin, Allemagne.
- **König H., Fröhlich J. 2017.** Lactic acid bacteria. Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine. Springer.
- **Kumar A., Kumar D. 2015.** Characterization of *Lactobacillus* isolated from dairy samples for probiotic properties. Anaerobe 33: 117-123.

L

- **Leclerc H., Gaillard F.L. et Simonet M. 1994.** Les grands groupes de bactéries. In Microbiologie générale : La bactérie et le monde microbien. DOIN. Paris. 445p
- **Leonard L. 2013,** Évaluation du potentiel bioprotecteur de bactéries lactiques confinées dans une matrice polymérique in Procédés Alimentaires et Microbiologiques, Bourgogne UMR. Doctorat : 318.
- **Leveau J.Y., Boiux M. et De Roissart H.B. 1991.** La flore lactique : technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires. 2e Ed., Tec & Doc, Lavoisier. Paris. 3: 240P.

Les Références bibliographiques

- **Liasi S. A., Azmi T. I., Hassan M. D., Shuhaimi M., Rosfarizan M. and Ariff A. B.** Antimicrobial activity and antibiotic sensitivity of three isolates of lactic acid bacteria from fermented fish product, Budu. *Malaysian Journal of Microbiology*, Vol 5(1) 2009, pp. 33-37
- **Liu W., Pang H., Zhang H., Cai Y. 2014.** Biodiversity of lactic acid bacteria. In *Lactic Acid Bacteria*; Zhang, H., Cai, Y., Eds.; Springer: Dordrecht, The Netherlands. pp. 103–203.

M

- **Meyers S A., Cuppett S L., Hutkins R W. 1996.** Lipase production by lactic acid bacteria.
- **Miquel S. 2012.** Facteurs de virulence de *Escherichia coli* adhérents et invasifs associés à la maladie de Crohn : caractérisation et régulation de leur expression, Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II. Doctorat: 357.

O

- **Orla-Jensen. 1919.** The lactic acid bacteria, Rey, Sci, Lett, Copenhagueseet. Sci 5: 81-196

P

- **Panebianco F., Giarratana F., Caridi A., Sidari R., De Bruno A., and Giuffrida, A. 2021.** Lactic acid bacteria isolated from traditional Italian dairy products Activity against *Listeria monocytogenes* and modeling of microbial competition in soft cheese. *Learning With Technologies*, 137, 110446.
- **Papagianni M., and Anastasiadou S. 2009.** Pediocins: the bacteriocins of *Pediococci*. Sources, production, properties and applications. *Microb Cell Fact.*8: 3
- **Parada JL., Caron CR., Medeiros ABP., Soccol CR. 2007.** Bactériocines de bactéries lactiques : Purification, propriétés et utilisation comme bioconservateurs. *Braz. Cambre. Biol. Technol.* 50 : 521–542
- **Petäjä E., Eerola S., Petäjä P., 2000.** Biogenic amines in cold-smoked fish fermented with lactic acid bacteria. *Eur. Food Res. Technol.*, 210, 280-285.
- **Piard J.C., Desmazeaud., M.J. 1992.** Inhibiting factors produced by lactic acid bacteria. Oxygen metabolites and catabolism end products. *Le Lait*, 71, 525.337- 349
- **Pilet M.F., Magras C., Federigh M. 2005.** Bactéries lactiques. In: *bactériologie alimentaire (Federighi M.)*. 2e Ed., Economica. Paris. 219-240

Les Références bibliographiques

R

- **Ramkumar P. 2013.** Probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from food samples: an *in vitro* study. Journal of Applied Pharmaceutical Science. 3 (03). 85-93.
- **Ricciardi A, and Clement F., 2000.** "Exopolysaccharides from lactic acid bacteria: Structure, production and technological applications." Ital J Food Sci 12: 23-45.
- **Ringø E., Gatesoupe FJ. 1998.** Bactéries lactiques dans le poisson : une revue. Aquaculture, 160(3-4), 177-203. 2. Ringø, E., Strøm, E., & Tabachek
- **Robert D. 2013.** *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline (SARM) : généralités, antibiotiques actifs, résistances acquises, et implication en pathologie communautaire illustrée par l'exemple des infections acquises au cours de la pratique sportive Angers. Doctorat 127.
- **Rodgers S., 2001.** Preserving non-fermented refrigerated foods with microbial cultures: à review. Trends Food Sci. Technol., 12, 276-284.
- **Rodríguez J. M., Martínez M., and Ikok J. 2002.** Pediocin PA-1, a wide-spectrum bacteriocin from lactic acid bacteria. Crit Rev Food Sci Nutr.42: 91-121
- **Ruiz- Moyano S., Martin A., Benita M.J., Nevado F.P., Cordoba M.G. 2008.** Meat Sciences, (80), 715-721

S

- **Sahnouni et al., 2012.** Technological characterization of lactic acid bacteria isolated from intestinal microbiota of marine fish in the Oran Algeria coast. African Journal Of Microbiology Research vol.6(13), pp. 3125-3133.
- **Saulnier L., and Micard V. 2012.** Impact de la structure de l'aliment sur les propriétés nutritionnelles et l'acceptabilité du pain et des pâtes. Innovations Agronomiques, 19, 63-74.
- **Savijoki K, Ingmer H, Varmanen P. 2006.** Proteolytic systems of lactic acid bacteria. Applied microbiology and biotechnology, 71(4): 394-406.
- **Schillinger U., Lucke F K., 1989.** Antibacterial activity of *Lb. sakei* isolated from meat. Applied and Environmental Microbiology. 55 (8) : 1901-1906.
- **Schleifer K.H. 1987.** Recent changes in the taxonomy of lactic acid bacteria. FEMS Microbiol.Letters. 4 : 201-203.
- **Schottmüller H. 1903.** Die artnunterscheidung der für den Menschen pathogenen Streptokokken durch Blutagar .Munchen Medical Wochenschr, vol.50p 908

Les Références bibliographiques

- **Simpson W.J et Taguchi H. 1995.** The genus *Pediococcus* with notes on the genera *Tetragenococcus* and *Aerrococcus*. In the Genera of lactic acid bacteria, Wood BJB., Holzapfel WH, Eds; Chapman & Hall, London, 125-172. Starter cultures for meat fermentation purposes. *Journal of Applied Microbiology*. 84(5): 839-846.
- **Stansby M., 1962.** Proximate composition of fish. In: Heen E. & Kreuzer R., eds. *Fish in nutrition*. London: Fishing News (Books) Ltd.
- **Stiles M. E., Holzapfel W. H. 1997.** Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *International journal of food microbiology*, 36, 1-29.
- **Stiles M.E. et Holzapfel E.H. 1997.** Lactic acid bacteria of foods and their current applications and effects. *Meat Sci.* 65: 935-948
- **Sun Z., Harris H. M., Mccann A., Guo C., Argimón S., Zhang W., Yang X., Jeffery I. B., Cooney J. C., Kagawa T. F. 2015.** Expanding the biotechnology potential of lactobacilli through comparative genomics of 213 strains and associated genera. *Nature communications*, 6, 8322.
- **Suskovi J., Beganovi J., Lebo Pavunc A., Habjani K., Mato S. 2010.** Antimicrobial activity – The most important property of probiotic and starter lactic acid bacteria. *Food Technol. Biotechnol.*, 48 (3), 296–307.

T

- **Tabak S., Bensoltane A., 2012.** L'activité antagoniste des bactéries lactiques.
- **Tamime A.Y. 2002.** Microbiology of starter cultures. In: *Dairy microbiology handbook* (Robinson R.K.). 3e Ed., John Wiley and Sons, Inc., New York. 261-36
- **Tanous C., Chambellon E., Le Bars D., Delespaul G., and Yvon M. 2006.** "Glutamate dehydrogenase activity can be transmitted naturally to *Lactococcus lactis* strains to stimulate amino acid conversion to aroma compounds." *Appl Environ Microbiol* 72: 1402–1409.
- **Tanous C., Gori A., Rijnen L., Chambellon E., and Yvon M.** "Pathways for α -ketoglutarate formation in *Lactococcus lactis* and their role in amino acid catabolism." *Int. Dairy J* 15 (2005): 759-770.

V

- **Valik L., Acai P., and Medvedova A. 2018.** Application of competitive models in predicting the simultaneous growth of *Staphylococcus aureus* and lactic acid bacteria in milk. *Food Control*, 87, 145-152.

Les Références bibliographiques

- **Van Geel-Schuttená GH, Flesch F., Ten Brink B., Smith MR, Dijkhuizen L.** Dépistage et caractérisation de souches de *Lactobacillus* produisant de grandes quantités d'exopolysaccharides. Appl. Microbiol. Biotechnol. 1998; 50: 697–703.
- **Vandamme P., Peeters C. 2014.** Time to revisit polyphasic taxonomy. Antonie Van Leeuwenhoek, 106, 57-65.
- **Vandamme P., Pot B., Gillis M., De Vos P., Kersters K et Swings J. 1996.** Polyphasic taxonom, a concensus approach to bacterial systematics. Microbiol. Rev. 60: 407-438.
- **Vollenweider S. 2004.** 3-hydroxypropionaldehyde: applications and perspectives of biotechnological production. Appl. Microbiol. Biotech. 64, 16-27.
- **Vuyst L., Leroy F. 2007.** Bactériocines issues de bactéries lactiques production, purification et applications alimentaires. J.Mol. Microbiol. Biotechnol ; 13 :194–199.

W

- **Wallace T. D., Bradley S., Buckley N. D., Green-Johnson J. H. 2003.** Interactions of lactic acid bacteria with human intestinal epithelial cells: Effects on cytokine production. Journal of Food protection.vol 66(3). 466-472
- **Wessels S., Huss H.H., 1996.** Suitability of *Lactococcus lactis subsp. lactis* ATCC 11454 as a protective culture for lightly preserved fish products. Food Microbiol., 13, 323-332
- **Wijtzes T., Bruggeman M., Nout M., Zwwierering M. 1997.** A computerized system for the identification of lactic acid bacteria. J.Food.Microbiol, vol,38n°1, p, 65-70

Y

- **Yang et al. 2012.** Antimicrobial activity of bacteriocin-producing lactic acid bacteria isolated from cheeses and yogurts. AMB Express, 2:48
- **Yateem A.A., Balba M.T., Al-Surrayai T., Al-Mutairi B., Al-Daher R. 2008.** Isolation of acid lactic bacteria with probiotic potential from camel milk. Int.J. Dairy Sci,3: 194-199.

LES ANNEXES

Les Annexes

➤ ANNEXE 01 : Milieux

Plusieurs milieux de cultures ont été utilisés au cours de cette étude expérimentale, il s'agit des milieux suivants

A. Milieux de cultures solides

- Milieu MRS (de Man-Rogosa et Sharp)
- Milieu Chapman
- Milieu Hektoen
- Milieu EMB (Eosine Bleu de Méthylène)
- Gélose nutritive
- Gélose nutritive molle

B. Milieux de cultures liquides

- MRS : de Man-Rogosa et Sharp
- Bouillon nutritif

C. Produits chimiques et réactifs

- Colorants : Violet de Gentiane, fuschine,
- Alcool et autres : Ethanol, Lugol, eau oxygénée,

D. Appareillage

- Autoclave
- Bain marie
- Microscope optique (Optika)
- Micropipette 1000µl
- Micropipette 0.5 à 10µl (Accumax PRO)
- L'étuve (Jouan)

E. Autres

- Les boîtes de Petrie - les gants - les pipettes
- Les tubes à essai - les bavettes - les eppendorfs
- Pince - les lames - support
- Bec benzène - les lamelles - Les écouvillons
- l'huile à émersion

Les Annexes

➤ **ANNEXE 02 : Résultats de l'identification des souches lactiques**

Les souches	Colonies	Gram	Forme	Catalase
E1P2LB1	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E1P3LB2	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E1P3LB3	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	--
E2P2LB4	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E2P2LB5	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E3P2LB6	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E3P3LB7	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E3P1LB8	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E3P3LB9	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E3P1LB10	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E3P2LB11	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-

Les Annexes

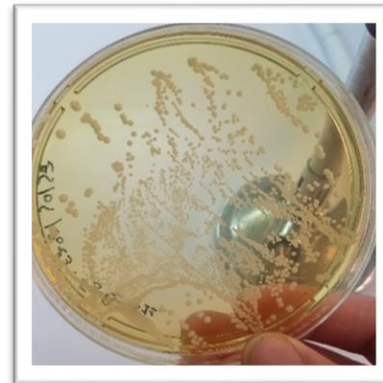
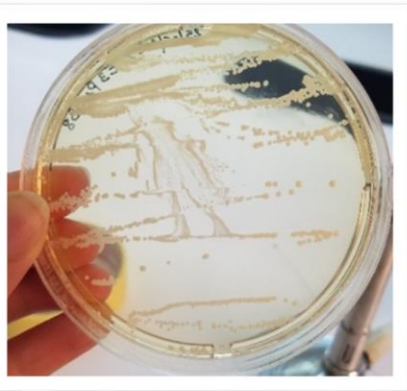
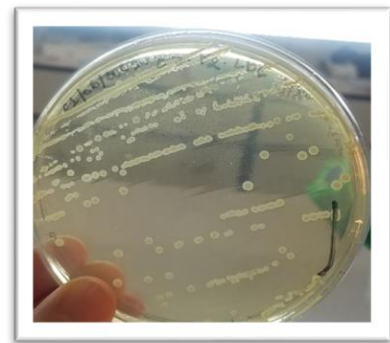
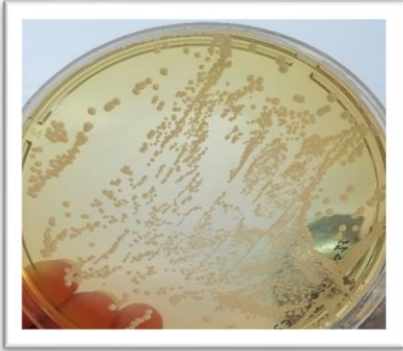
E3P3LB12	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E3P1LB13	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E3P2LB14	Colonies grandes et blanchâtres	+	Bacille	-
E3P3LB15	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E4P1LB16	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E4P2LB17	Colonies grandes et blanchâtres	+	Bacille	-
E4P3LB18	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E4P1LB19	Colonies grandes et blanchâtres	+	Bacille	-
E4P2LB20	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E4P3LB21	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E5P1LB22	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E5P2LB23	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E5P3LB24	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E5P1LB25	Colonies grandes et blanchâtres	+	Bacille	-

Les Annexes

E5P2LB26	Colonies petites et lanchâtres	+	Bacille	-
E5P3LB27	Colonies grandes et blanchâtres	+	Bacille	-
E6P1LB28	Colonies grandes et blanchâtres	+	Bacille	-
E6P2LB29	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E6P3LB30	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E6P1LB31	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E6P2LB32	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E7P1LB33	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E7P2LB34	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E7P3LB35	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E7P1LB36	Colonies grandes et blanchâtres	+	Bacille	-
E7P2LB37	Colonies petites et blanchâtres	+	Bacille	-
E7P3LB38	Colonies grandes et blanchâtres	+	Bacille	-

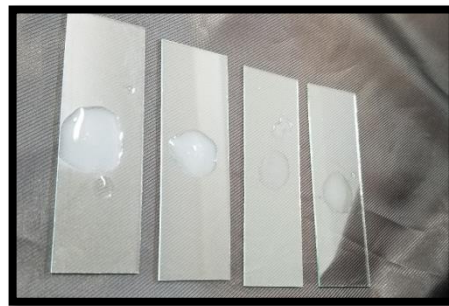
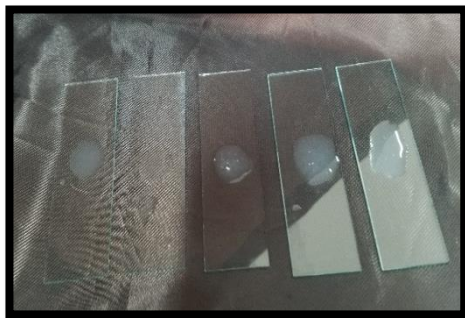
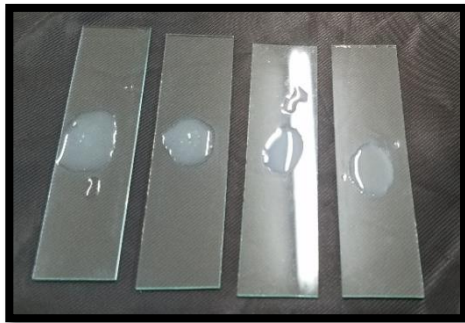
Les Annexes

➤ ANNEXE 03 : Les souches des bactéries lactiques



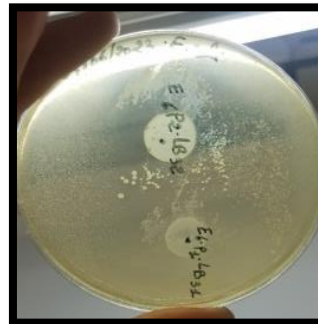
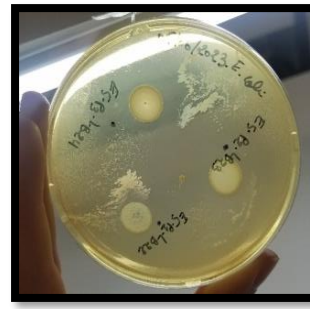
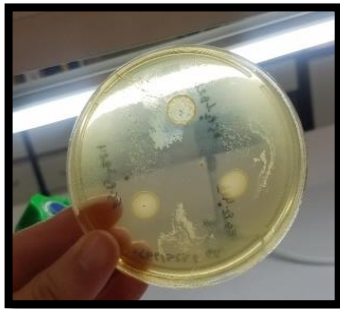
Les Annexes

➤ ANNEXE 04 : Résultats de test catalase



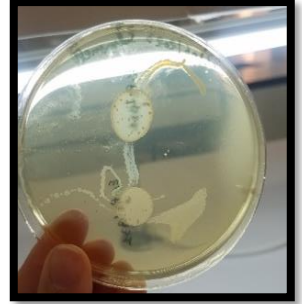
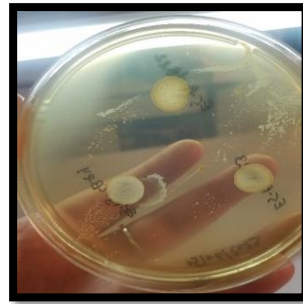
➤ ANNEXE 05 : Activité antibactérienne des bactéries lactiques étudiées évaluée vis-à-vis de différentes souches pathogènes

➤ *E. coli*

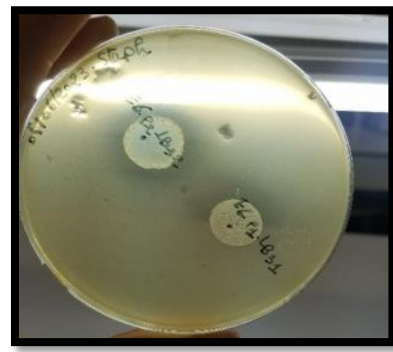
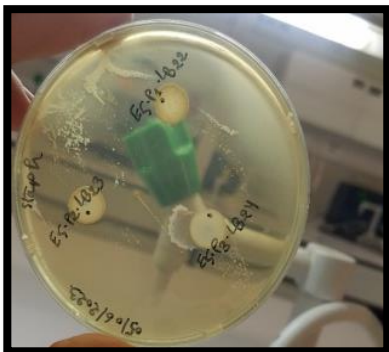
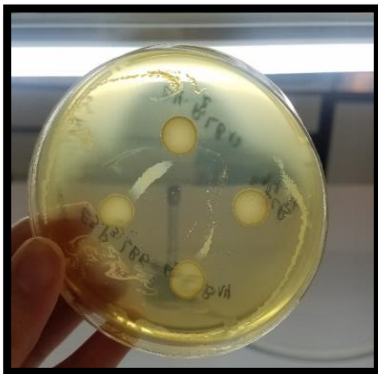


Les Annexes

➤ *Salmonella*

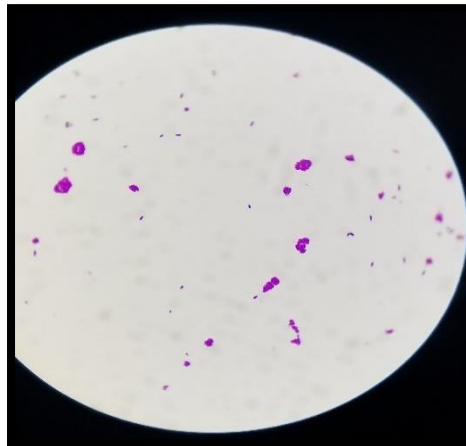
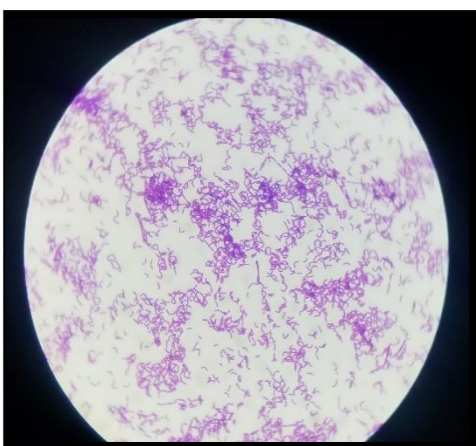
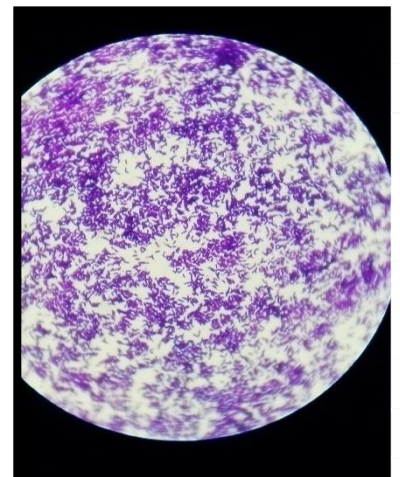
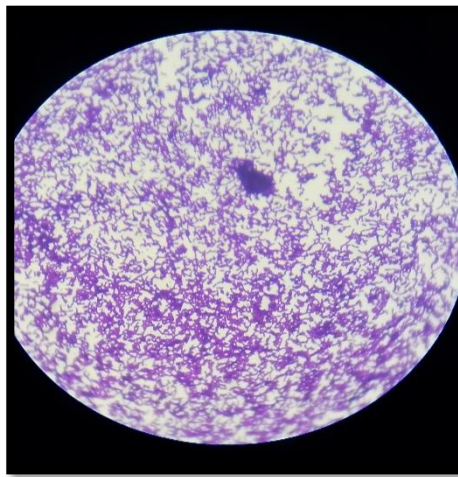
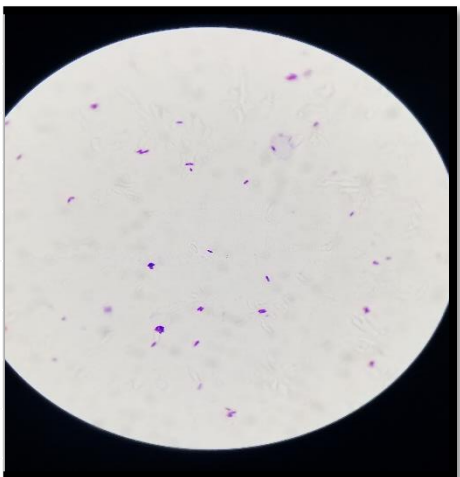
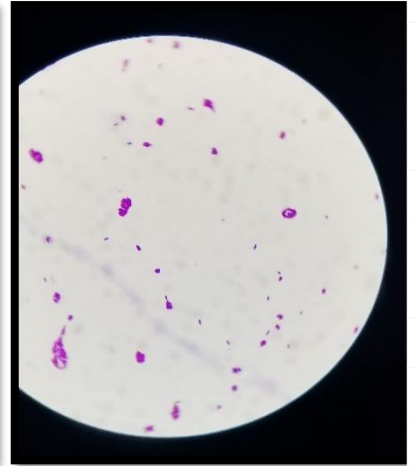
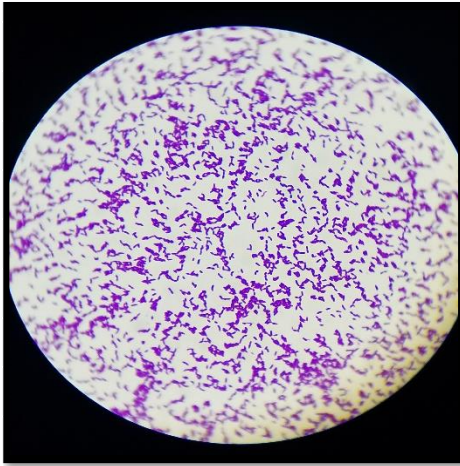


➤ *S. aureus*



Les Annexes

➤ ANNEXE 06 : Résultats de coloration de Gram



Les Annexes

➤ ANNEXE 07 : composition des milieux de culture

- Gélose MRS

Ingrédients	g/l
Peptone	10.00
Extrait de viande	10.00
Extrait autolytique de levure	5.00
Glucose	20.00
Phosphate dipotassique	2.00
Acétate de sodium	5.00
Citrate d'ammonium	2.00
Sulfate de magnésium	0.20
Sulfate de manganèse	0.05
Agar	15

PH final 6.5, autoclavage 120C/20min

- Gélose Chapman

Ingrédients	g/l
Peptones	10 g/l
Peptones	11 g/l
Extrait de viande	1 g/l
Chlorure de sodium	75 g/l
Mannitol	10 g/l
Rouge de phénol	0.025 g/l
Agar	15 g/l

PH=7

- Gélose hektoen

Ingrédients	g/l
Protéose-peptone	12 g/l
Extrait de levure	3g/l
Lactose	12g/l
Saccharose	12g/l
Salicine	2 g/l
Citrate de fer III et d'ammonium	1.5 g/l

Les Annexes

Sels biliaires	9 g/l
Fuchsine acide	0.1g/l
Bleu de bromothymol	0.065g/l
Chlorure de sodium	5g/l
Thiosulfate de sodium	5g/l
Agar	14g/l

PH=7.5

- **Gélose EMB**

Ingrédients	g/l
Peptone	10,0g
Lactose	10,0g
Eosine	0,4g
Bleu de méthylène	0,0625g
Hydrogénophosphate de potassium	2,0g
Agar	15,0g

- **Bouillon MRS**

Ingrédients	g/l
Peptone	10
Extrait de viande	8
Extrait de levure	4
Glucose	20
Acétate de sodium trihydraté	5
Citrate d'ammonium	2
Hydrogénophosphate de potassium	2
Sulfate de magnésium heptahydraté	0.2
Sulfate de manganèse tétrahydraté	0.05
Tween 80	1.0ml
Eau distillée	1000ml

PH= 6.2

Autoclavage =120 C° /20min

Les Annexes

- **Bouillon nutritif**

Ingrédients	g/l
Extrait de viande	1
Extrait de levure	2
Peptone	5
NaCl	5
Eau distillée	1000ml

PH=7.4

Autoclavage : 120 C°.20 Min

Pour avoir la gélose nutritive molle on ajoute 7.5g d'agar

RÉSUMÉ

Résumé

Résumé

Cette étude avait pour objectif d'isoler et d'identifier les souches lactiques présentes dans le tube digestif de la sardine (*Sardina Latcha*). Les souches ont été caractérisées en utilisant des méthodes physiologiques, biochimiques. En outre, leur potentiel inhibiteur vis-à-vis de trois germes pathogènes a été évalué.

Les résultats obtenus ont démontré que les souches lactiques isolées de la sardine présentent un pouvoir inhibiteur significatif. Elles ont montré une capacité à inhiber la croissance d'*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella*, des germes pathogènes couramment associés à des infections gastro-intestinales.

Ces résultats mettent en évidence le potentiel des souches lactiques provenant de la sardine en tant qu'agents inhibiteurs efficaces contre les germes pathogènes. Cette découverte suggère que ces souches lactiques pourraient être bénéfiques pour la santé gastro-intestinale en contribuant à la prévention des infections.

Cette étude constitue une avancée dans la compréhension des propriétés inhibitrices des souches lactiques présentes dans le tube digestif de la sardine. Des recherches ultérieures pourraient être entreprises pour explorer davantage leur activité inhibitrice, identifier les composés responsables de cette activité et évaluer leur potentiel d'application en tant qu'additifs alimentaires ou probiotiques.

Mots clés : souches lactiques, *Sardina Latcha*, germes pathogènes, pouvoir inhibiteur.

Summary

The aim of this study was to isolate and identify the lactic strains present in the digestive tract of the sardine (*Sardina Latcha*). The strains were characterized using physiological, biochemical and technological methods. In addition, their inhibitory potential against three pathogenic germs was evaluated.

The results obtained demonstrated that the lactic strains isolated from sardines have a significant inhibitory power. They have shown an ability to inhibit the growth of *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella*, pathogens commonly associated with gastrointestinal infections.

These results highlight the potential of lactic acid strains from sardines as effective inhibitory agents against pathogenic germs. This finding suggests that these lactic strains may benefit gastrointestinal health by helping to prevent infections.

This study is a step forward in understanding the inhibitory properties of lactic strains present in the digestive tract of sardines. Further research could be undertaken to further explore their inhibitory activity, identify the compounds responsible for this activity and assess their potential for application as food additives or probiotics.

Key words: lactic strains, *Sardina Latcha*, pathogenic germs, inhibitory power.

ملخص

كان الهدف من هذه الدراسة هو عزل وللتعرف على سلالات اللاكتيك الموجودة في الجهاز الهضمي لسردين (ساردينا لاتشا). تم تمييز السلالات باستخدام الأساليب الفسيولوجية والكيميائية الحيوية والتكنولوجية. بالإضافة إلى ذلك، تم تقييم قدرتها التثبيطية ضد ثلاثة جراثيم ممرضة.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن سلالات اللاكتيك المعزولة من السردين لها قوة تثبيط معنوية. لقد أظهروا قدرة على تثبيط نمو الإشريكية القولونية والمكورات العنقودية الذهبية والسالمونيلا، وهي مسببات الأمراض المرتبطة عادة بالتهابات الجهاز الهضمي.

تسلط هذه النتائج الضوء على إمكانات سلالات حمض اللاكتيك من السردين كعوامل مثبتة فعالة ضد الجراثيم المسببة للأمراض. تشير هذه النتيجة إلى أن هذه السلالات اللبنية قد تفيد صحة الجهاز الهضمي من خلال المساعدة في منع العدوى.

هذه الدراسة هي خطوة إلى الأمام في فهم الخصائص المثبطة لسلالات اللاكتيك الموجودة في الجهاز الهضمي من السردين. يمكن إجراء مزيد من البحث لاستكشاف نشاطها التثبيطي بشكل أكبر، وتحديد المركبات المسؤولة عن هذا النشاط وتقييم إمكانية استخدامها كمضافات غذائية أو بروبيوتيك.

الكلمات المفتاحية: سلالات اللاكتيك، سردينا لاتشا، الجراثيم المسببة للأمراض، القوة المثبطة

