الـجمهورية الـجزائرية الـديمقراطية الـشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعـة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج
Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers
قسم علوم التغذية
Département des Sciences Alimentaires

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité : Qualité des Produit et Sécurité Alimentaires

Intitulé :

Etude de quelques aptitudes probiotiques de certaines souches de bactéries lactiques

Présenté par:
Bekkis Nour El Yakine

Soutenu le 12/ 06/ 2024, Devant le Jury :

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	Mme. FERAHTIA Amel	MCB	Université de Bordj Bou Arreridj
Encadrant :	Mme. BOUTANA Wissem	MAA	Université de Bordj Bou Arreridj
Examinateur :	M. BELHADJ Med Tayeb	MAA	Université de Bordj Bou Arreridj

Année Universitaire 2023/2024

Table des matières

Remerciements et dédicaces

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale……01

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Les bactéries lactiques

I.1. Historique et Définition…….02

I.2. Habitat et Origine ……...03

I.3. Caractéristiques générales des bactéries lactiques…….04

I.4.Classification……...04

I.4.1. Bactérie Lactique Homofermentaires……..04

I.4.2. Bactérie Lactique Hétérofermentaires…….……05

I.5. Caractéristiques des principaux genres des bactéries lactiques……..06

I.5.1. Genre *Lactobacillus*…….06

I.5.2. Genre *Lactococcus*.....07

I.5.3. Genre *Bifidobacterium*…….…07

I.6. Effets des bactéries lactiques sur la santé humaine…….08

Chapitre II : Les probiotiques

II.1. Découverte et Définition……09

II.2. Microorganisme utilisé en tant que probiotiques……...10

II.3. Critères de sélection des probiotiques……10

II.4. Mécanisme d'action des probiotiques……12

II.5. Applications des probiotiques……12

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériel et méthodes

I.1. Matériels ……13

I.1.1. Matériels biologique……13

I.1.2. Milieux de Culture……13

I.1.3. Produits chimiques et réactifs.

I.2. Méthodes……14

I.2.1. Tolérance à l'acidité……14

I.2.2. Résistance aux sels biliaires……14

I.2.3. Activité antibactérienne et effet du surnageant……15

I.2.4. Résistance aux antibiotiques……15
I.2.5. Test d'hydrophobicité……...16
I.2.6. Test d'hémolyse……...17
Chapitre II : Résultats et Discussion
II.1. Résistance à l'acidité……..18
II.2. Résistance aux sels biliaires……...19
II.3. Test d'hydrophobicité……20
II.4. Activité antibactérienne……21
II.5. Résistance aux antibiotiques……. 22
II.6. Test d'hémolyse……23
Conclusion générale et perspectives
Références bibliographiques
Annexes

Remerciements

Avant tout, je dois remercier le bon Dieu qui m'a donné le courage, la volonté et l'énergie pour terminer ce modeste travail.

À mon encadrante et conseillère de mémoire, Madame **Boutana Wissem**,

Je tiens à vous remercier d'avoir accepté d'être ma directrice de mémoire et de m'avoir aidé dans le choix du sujet. Merci également pour vos conseils, votre assistance et votre patience lors de l'élaboration de ce travail.

À Madame **FRAHTIA Amel**, je tiens à vous remercier sincèrement d'avoir accepté de juger ce travail et de présider le jury de ce mémoire.

À monsieur **BELHADJ Med Tayeb**, je tiens à vous remercier d'avoir accepté de faire partie du jury de ce mémoire.

Un grand merci à tous les ingénieurs de laboratoire pour leur aide lors des travaux pratiques.

Tous les mots de merci à toutes et à tous les enseignants de la faculté qui ont contribué à ma formation durant mes années d'étude.

Enfin, je remercie sincèrement tous ceux qui m'ont aidée de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail:

A mes chères parents **Bekkis Abd Elmajide** et **Mouhamadi Dalila**, que dieu les garde, pour leur soutien durant mes années d'étude et leurs encouragements, avec mes meilleures vœux de santé et de bonheur.

A mes chères frères **Khalil** et **Mahdi** et mes sœurs **Amira** et **Soumia**.

A mes chères collèges **Saida** et **Nesrine**, je leur souhaite la réussite et le bonheur dans leur vie.

À mes chers amis : **Bezzou Nesrine** et **Djaballah Gozlane.**

Avec toute ma tendresse à tous mes amies sans exception. A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit réalisé je vous dis merci.

Nour el yakine

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius

ADN: Acide désoxyribonucléique

ADP : adénosine diphosphate.

ATP : adénosine triphosphate.

BL : Bactérie lactique.

cm, mm, nm : Centimètre, milimètre, nanomètre

DHAP : dihydroxyacétone phosphate

DO: Densité Optique

EMP : Embden-Meyerhof-Parnas (Voie homofermentaire)

FAO: Food and Agriculture Organization

FDP : fructose 1,6-bisphosphate

g, mg : Gramme, milligramme

GA-3P : glycéraldéhyde-3-phosphate

GC: Guanine Cytosin

GRAS: Generally Regarded As Safe

h, min, s : heure, minute, seconde

H_2O_2 : Peroxyde d'hydrogène

l, ml, µl : Litre, millilitre, microlitre

LDH : Enzyme lactate déshydrogénase.

MRS : Milieu de Man-Rogosa et Sharp

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

pH : Potentiel d'Hydrogène

rpm : Rotation par minute

sp. : Espèce non précisée

ssp. : Sous espèce

TGI : Tractus gastro-intestinal

UFC : Unité Formant Colonie

Liste des figures

Figure 01: Bactéries lactiques observé au Microscope électronique (M.E.T.) (x 10000) (a forme sphériques et b forme bacille)…….....03
Figure 02 : Principales voies cataboliques du glucose chez les bactéries lactiques. ……...06
Figure 03 : *Saccharomyces boulardii*……...11
Figure 04 : Test de résistance à l'acidité……..18
Figure 05 : Résistance des souches lactiques aux milieux acides (Lb12, Lb2, Lb36, Lb39).18
Figure 06: Résistance des souches lactiques aux sels biliaires à 0.3% (Lb12, Lb2, Lb36, Lb39)……19
Figures 07 : Test hydrophobicités des souches lactiques…….20
Figure 08 : Activité antimicrobienne des souches lactiques……21
Figure 09 : Résistances aux antibiotiques……23
Figure 10 : Test d'hémolyse des souches lactiques (Lb12, Lb36, Lb39, Lb2)……..24

Liste des tableaux

Tableau 01 : Habitat de quelques espèces de bactéries lactiques…….04
Tableau 02 : Les bactéries lactiques utilisées comme probiotique……...10
Tableau 03 : Pourcentage d'hydrophobicité des souches lactiques……..20
Tableau 04 : Diamètres des zones d'inhibitions d'activité antibactérienne…….22

Introduction Générale

Introduction générale

Ces dernières années, les aliments probiotiques sont devenus un segment en plein développement dans le secteur marché des aliments fonctionnels. Ce sont des microorganismes vivants qui, lorsqu'ils sont administrés en quantité adéquates, exercent une action bénéfique sur la cellule hôte. Ces micro-organismes sont naturellement présents dans notre système digestif et contribuent à rétablir l'équilibre de la microflore intestinale lorsqu'ils sont consommés **(Sionek et *al.*, 2023).**

Les probiotiques sont utilisés pour traiter ou prévenir un certain nombre de problèmes de santé, tels que les troubles gastro-intestinaux, la réduction des symptômes de l'intolérance au lactose et la réduction du risque de cancer du côlon. Ils sont de plus en plus utilisés comme une alternative naturelle aux médicaments pour prévenir et traiter ces maladies **(Choi et Chang, 2015).**

En réalité, toutes les bactéries ne peuvent pas qualifiées d'être des probiotiques il est essentiel d'avoir certaines propriétés probiotiques et un profil d'innocuité. Parmi les bactéries dites probiotique on trouve les bactéries lactiques telles que *Lactobacillus*, *Bifidobacterium, Streptococcus* et *Enterococcus,* qui possèdent différents effets bénéfiques sur l'hôte **(Brodkorb et *al.*, 2019).**

Les bactéries lactiques sont des cellules procaryotes Caractérisé par la production de l'acide lactique comme métabolite de fermentation, elles sont utilisées depuis longtemps dans la conservation des aliments dans le monde et reconnues comme étant sans danger pour la consommation humaine **(Jaffar et *al.*, 2022)**. Elles font partie des souches bactériennes vivantes choisies pour leur rôle crucial dans le maintien de l'écosystème intestinal. Elles ont des effets bénéfiques potentiels pour être considérées comme un bon candidat probiotique **(Yadav et Shukla, 2017).**

L'objectif principal de cette étude modeste est d'évaluer les aptitudes probiotiques de quelques souches lactiques. Le manuscrit est divisé en trois parties, la première est consacrée à une synthèse bibliographique articulée autour de deux chapitres. Le premier chapitre aborde le groupe des bactéries lactiques, en détaillant leurs principales caractéristiques et leurs utilisations. Le deuxième chapitre se concentre spécifiquement sur les probiotiques, en explorant leurs propriétés et applications. La seconde partie du manuscrit est consacrée à la partie expérimentale, où sont détaillés le matériel, les méthodes et les tests réalisés sur les souches pour identifier leurs caractéristiques probiotiques. Ces tests incluent la résistance à l'acidité et aux sels biliaires, l'activité antibactérienne et l'activité antibiotique. Les résultats obtenus au cours de cette étude sont ensuite exposés et discutés.

Finalement, la troisième partie présente une section récapitulative qui résume les principaux résultats de cette étude et présente les perspectives futures envisagées pour la poursuite de cette recherche.

Partie Bibliographique

Chapitre I : Les Bactéries Lactiques

I.1. Historique et Définition :

Depuis la plus haute antiquité, les techniques de fermentation impliquant les bactéries lactiques étaient connues et employer pour améliorer la conservation de différents aliments, bien que leur mécanisme d'action reste incompris sur le plan scientifique, mais l'objectif est toujours de produire des aliments de meilleure conservation et de meilleure qualité **(Mechai, 2009).**

Le groupe des bactéries lactiques a été défini par Pasteur et ses travaux sur la fermentation en 1857, lorsqu'il avait établi un lien entre la fermentation et les bactéries lactiques. En 1873, Joseph Lister réussit à isoler et à décrire la première culture bactérienne pure, qui était celle de *Lactococcus lactis.* Plus tard, en 1919, Orla Jensen a regroupé plusieurs genres caractérisés par leur capacité à fermenter les glucides en produisant de l'acide lactique **(Tredez et Louise, 2008).**

Les bactéries lactiques sont un groupe de bactéries Gram-positives, catalase et oxydase négatives, asporulées, facultativement anaérobies, en forme bacilles ou sphériques (cocci) (Figure 01). Ce sont des cellules procaryotes, Caractérisées par leur aptitude à fermenter les glucides, elles produisent de l'acide lactique par hydrolyse du lactose et fermentation du glucose ou du galactose. De plus, il y a d'autres bactéries capables de produire de l'acide lactique, mais elles ne sont pas classées parmi les bactéries lactiques. Parmi celles-ci, on trouve notamment *Bacillus* et Sporolactobacillus, des bactéries Gram positives sporulées **(Dellagio *et al.*, 1994)**.

Les bacteries lactiques sont généralement, non pathogènes et considérées comme GRAS (Generally Recognized As Safe). En outre, certaines espèces appartenant au genre *Streptococcus* et *Enterococcus* sont considérées comme des agents pathogènes **(Pringsulaka *et al*., 2011).**

Elles sont utilisées dans la production d'aliments préparés par fermentation lactique tels que les produits laitiers, les légumes fermentés, les viandes fermentées et le pain au levain.

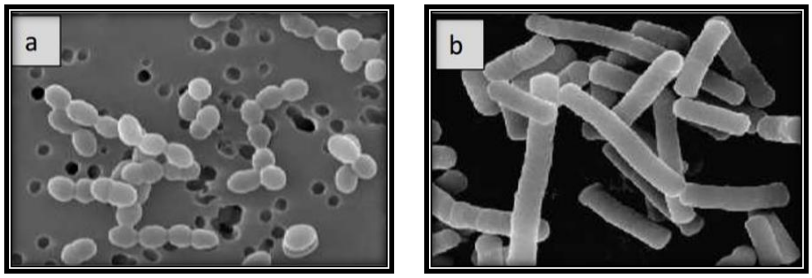


Figure 01 : Observation microscopiques des bactéries lactiques au Microscope électronique à transmission (M.E.T.) (x 10000). **(Makhloufi, 2011).**
(a) forme sphérique, (b) forme bacille

I.2. Habitat et Origine :

Les bactéries lactiques sont ubiquistes et on les trouve dans différentes niches écologiques, elles sont principalement retrouvées dans les substrats riches en hydrates de carbone. Les bactéries lactiques peuvent être à l'état libre dans l'environnement ou vivent en association avec un hôte **(Makhloufi, 2011).**

I.2.1. A l'état libre dans l'environnement :

Les bactéries lactiques sont fréquemment présentes dans le lait, les produits laitiers, les végétaux, la viande, le poisson. De plus, elles peuvent habiter l'eau, les eaux usées et le sol **(Gálvez et *al*., 2011)** (Tableau 01).

I.2.2. En association avec un hôte :

Les bactéries lactiques peuvent aussi vivre avec un hôte tel que l'homme ou l'animal, résidant dans les muqueuses membranaires, notamment celles de la bouche, des voies respiratoires, du tractus gastro-intestinal. Il apparaît que chaque espèce ou groupe d'espèces présentes un métabolisme spécifiquement adapté à son environnement **(Klein et *al*., 1998).**

Tableau 01 : Habitat de quelques espèces de bactéries lactiques. **(Hassaine, 2013).**

Bacteries lactiques.	**Habitat**
Lactobacillus	
Lb delbrueckii subsp. delbrueckii	Végétaux.
Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus	Yaourt, fromage.
Lb. delbrueckii subsp. lactis	Lait, fromage.
Lb. acidophilus	Bouche, tractus intestinal.
Lb. Gasseri	Bouche, tractus intestinal.
Lactococcus	
Lc .lactis sussp. lactis	Lait crus, laits fermentés, végétaux.
Lc. raffinolactis	Lait caillé
Lc .graviae	Lait de mammite
Pediococcus	
Pc. pentosaceus.	Végétaux, boissons (bière, cidre et vin). lait
Pc. Halophilus.	et produit laitiers.
	Produit de pèche, anchois salé.

I.3. Caractéristiques générales des bactéries lactiques

En général, les bactéries lactiques sont de nature mésophile, bien que certaines puissent être psychrotolérantes ou thermotolérantes. Elles supportent des pH de 4 à 8 (exceptionnellement de pH 3.2 à 9.6). Leur pH et température optimale de croissance varient selon le genre et même selon l'espèce, et leur ADN présente une faible proportion de bases guanine et cytosine (GC), inférieure à 53% (**Dribine et *al.*, 2018 ; Gonzalez et *al.*, 2000).** Elles sont dépourvus de catalase et de cytochrome et sont considérés comm des «anaérobies aérotolérants» ; tolèrent de petite quantité d'oxygène mais de trop grandes teneurs peuvent être néfastes, cela est dû à la présence d'une peroxydase, une enzyme moins efficace que la catalase pour éliminer le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) toxique qui s'accumule en présence d'oxygène **(Mathieu, 2007).**

Les exigences nutritionnelles des bactéries lactiques sont souvent complexes, nécessitant notamment des acides aminés, des facteurs de croissance, des peptides, des bases puriques et pyrimidiques, des vitamines du groupe B et des acides gras **(Dib et *al.*, 2012).**

I.4. Classification :

Les différents genres de bactéries lactiques sont classés en deux groupes selon leur mode de fermentation des glucides et Selon le genre ou l'espèce. Ces bactéries privilégient généralement l'une des deux principales voies métaboliques : homofermentaire et hétérofermentaire **(Belhamra, 2017).**

I.4.1 Bactérie Lactique Homofermentaires :

C'est la voie Embden-Meyerhof-Parnas (EMP), qui est souvent observée chez les bactéries des genres *Streptococcus*, *Lactococcus, Pediococcus* et *Lactobacillus*, produit deux molécules de lactate et deux molécules d'ATP par molécule de glucose consommée. Des sucres autres que le glucose peuvent également être fermentés via cette voie : monosaccharides, disaccharides, hexitols **(Makhloufi, 2011).**

Cette voie métabolique se caractérise par la création de fructose 1,6-bisphosphate (FDP), qui est ensuite hydrolysé par la FDP aldolase en glycéraldéhyde-3-phosphate (GA-3P) et dihydroxyacétone phosphate (DHAP). Le GA-3P est ensuite transformé en pyruvate. Dans la dernière, le pyruvate est converti en lactate par LDH et régénèrent 2 molécules d'ATP **(Metrouh, 2022 ; Sandy, 2006).) (Figure 02)**.

Dans des conditions de croissance standard, ces bactéries fermentent les sucres et les transforment en acide lactique grâce à l'enzyme lactate déshydrogénase (LDH). Cependant, dans certaines conditions de croissance telles que la limitation de carbone ou un excès de carbone

provenant de sucres métabolisés lentement, le métabolisme homolactique peut évoluer vers un métabolisme mixte. Ce dernier se caractérise par la production d'acétate, de formiate, d'éthanol et/ou de CO_2, en plus de l'acide lactique **(Sandy, 2006).**

I.4.2. Bactérie Lactique Hétérofermentaires :

La voie des pentoses phosphate ou (6-phosphogluconate) est principalement présente chez les *leuconostocs* et certains *lactobacilles*. Comparativement au métabolisme homofermentaire, le métabolisme hétérofermentaire est deux fois moins énergétique car il conduit à la formation d'une molécule d'acide lactique, d'une molécule d'éthanol et d'une molécule de CO_2 et un seul ATP **(Fessard, 2017) (Figure 02)**.

La voie hétérofermentaire implique une étape de phosphorylation où le glucose-6P est converti en 6-phosphogluconate. Ensuite, le 6-phosphogluconate subit une décarboxylation oxydative pour former du ribulose-5P, qui est ensuite épimérisé en xylulose-5P.

Ce dernier composé est converti en GA-3P et acétyl-P grâce à l'enzyme la D-xylulose-5P phosphocétolase. Le GA-3P est alors converti en lactate tandis que l'acetyl-phosphate est converti en éthanol et/ou en acétate **(Turpin, 2011)**.

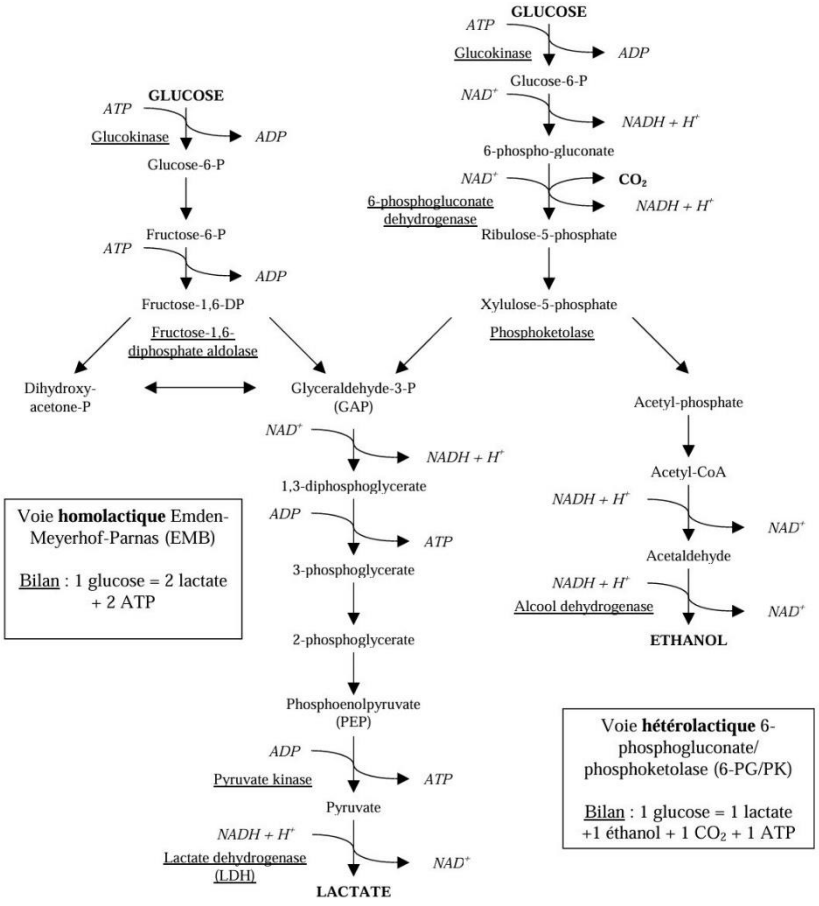


Figure 02 : Principales voies cataboliques du glucose chez les bactéries lactiques **(Dellaglio *et al.*, 1994)**

I.5. Caractéristiques des principaux genres des bactéries lactiques

I.5.1. Genre *Lactobacillus* :

Le genre *lactobacillus* appartient à la famille des *lactobacillaceae,* largement répandus dans les règnes animal et végétal. Ces bactéries interviennent dans nombreuses industries ou peuvent également être rencontrées comme contaminants **(Menad, 2018).**

Ils se retrouvent dans une grande variété de milieux, tels que les laits fermentés comme le kéfir, les végétaux fermentés comme la choucroute, les viandes, et dans le tube digestif des êtres vivants. Ils adoptent une morphologie de bacilles longs et fins ou incurvés, regroupés en chaine. Ils sont immobiles, asporulés, catalase négative, leur température optimale de croissance est entre 30°C et 40°C **(Khalid et Marth, 1990).**

Le genre *Lactobacillus* est réparti en trois groupes selon leur mode de fermentation, conformément à la classification d'Orla-Jensen. Cette classification était principalement basée sur la répartition des voies de fermentation chez ces bactéries **(Tamime, 2002).**

I.5.1.1. Groupe 1 : *Thermobacterium*

Ce sont des *lactobacilles* homofermentaires stricts thermophiles qui se développent à 45°C. Leur seul produit final est l'acide lactique. Ils ne métabolisent pas les pentoses et ne dégagent pas de CO_2 lors de la fermentation du glucose ou du gluconate. Ce groupe est constitué d'espèces présentes chez l'homme et les animaux et participent à l'équilibre de la microflore intestinal. Les espèces les plus répandues dans l'alimentation sont : *Lb. helveticus, Lb. delbrueckii, Lb. Acidophilus* **(Guiraud et Rosec, 2004)**.

I.5.1.2. Groupe 2: *Streptobacterium*

Ce sont des *lactobacilles* mésophiles homofermentaires ou hétérofermentaires (en fonction du substrat). Ils métabolisent le glucose en acide lactique à l'aide de la voie homofermentaire et dégradent les pentoses par la voie hétérofermentaire. Lors de la fermentation du glucose, ils ne génèrent pas de CO_2, tandis que lors de la fermentation du gluconate, ils en produisent.
Les espèces les plus répandues dans l'alimentation sont : *Lb. casei, Lb. curvatus, Lb. sake et Lb. Plantarum* **(Tahlaiti, H. 2019)**.

I.5.1.3. Groupe 3: *Betabacterium*

Ce sont des *lactobacilles* hétérofermentaires qui fermentent le glucose en acide lactique, CO_2 et acide acétique ou éthanol et qui dégradent les pentoses en acide acétique et en acide lactique.

Les espèces les plus répandues sont : *Lb. fermentum, Lb. brevis et Lb. sanfrancisco* **(Privat et Thonart, 2011)**.

I.5.2. Genre *Lactococcus :*

Ce sont les *Streptocoques* dits « Lactiques » en raison de son association avec de nombreuses fermentations alimentaires et de son absence de caractère pathogène. Bien que les produits végétaux soient leur principal réservoir, on les retrouve également abondamment dans le lait et les produits laitiers. Ils comprennent 7 espèces et 4 sous espèces, *Lactococcus lactis subsp. Lactis* et *Lactococcus lactis subsp. Cremoris* se distinguent comme les plus importantes dans l'industrie laitières (**Pilet et *al.*, 2005).**

Les *lactocoques* se présentent sous forme de coques en paire ou en chaînes de longueur variable. Ils sont mésophiles incapables de se développer à 45°C et lorsque le pH du milieu atteint (4,5) leur croissance s'arrête. Ce sont des organismes homofermentaires ne produisant que de l'acide lactique L (+) **(Delaglio, 1994).**

I.5.3. Genre *Bifidobacterium :*

Le genre *Bifidobacterium* appartient à la famille des *Bifidobacteriaceae*, il était classé parmi les bactéries lactiques. Cependant, il a été ultérieurement séparé en raison de son contenu en G+C supérieur à 50% et a été classé dans le phylum des Actinobacteria. Malgré cela, les *bifidobactéries* sont également considérées comme des bactéries lactiques en raison de leurs propriétés physiologiques et biochimiques similaires **(Mattarelli et Biavati, 2014).**

Elles sont de forme irrégulière d'un V ou Y qui se trouvent dans l'intestin des enfants et des adultes. Chez les nourrissons allaités, les *bifidobactéries* représentent plus de 80 % du microbiote intestinal. Leur pH optimal est entre 6,5 et 7 tandis que leurs températures de croissance s'étendent de 37°C à 41°C. Elles sont hétérofermentaires et métabolisent les hexoses en générant de l'acide lactique ainsi que de l'acide acétique **(Esaiassen *et al.*, 2017).**

I.6. Effets des bactéries lactiques sur la santé humaine :

L'importance des bactéries lactiques pour la santé humaine a été d'abord suggérée par Metchnikoff en 1907. Depuis lors, de nombreuses études ont été menées sur l'impact potentiel des bactéries lactiques sur la santé, et elles ont été largement publiées **(Drouault et Corthier, 2001).**

Les bénéfices des bactéries lactiques sont multiples et variés. Lorsqu'elles sont ingérées vivants en grandes quantités, elles ont la capacité de survivre dans le tractus digestif de l'hôte, où

elles peuvent potentiellement exercer divers effets bénéfiques **(Tredez et Louise, 2008).** Elles peuvent également contribuer à prévenir et à réduire la durée de plusieurs types de diarrhées. Elles jouent un rôle dans la maîtrise des infections intestinales, grâce à l'introduction d'une nouvelle flore intestinale qui agit sur les entérobactéries responsables de ces troubles intestinaux **(Mkrtchyan et *al.*, 2010).**

La présence de bactéries lactiques, notamment *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* dans le yaourt, favorise la digestion du lactose. Elles sont également reconnues pour leur capacité à prévenir le développement du cancer du côlon **(Wedajo, 2015).**

En outre, Les bactéries lactiques renforcent également la fonction du système immunitaire, à la fois au niveau intestinal et systémique et sont utilisées dans le traitement de certaines allergies alimentaires **(Wedajo, 2015).**

Partie Bibliographique

Chapitre II : Les Probiotiques

II.1. Découverte et Définition :

La notion de probiotiques a été largement développée grâce aux recherches pionnières d'Elie Metchnikoff. Ce scientifique a observé qu'un nombre exceptionnel de personnes en Bulgarie vivait au-delà de 100 ans. Cette longévité était remarquable car la Bulgarie était l'un des pays les plus pauvres d'Europe à cette époque. Les recherches de Metchnikoff ont suggéré que la consommation fréquente de produits laitiers fermentés, contenant des bactéries bénéfiques, pouvait favoriser la longévité des habitants de la Bulgarie **(Byakika, 2019).**

En 1954, Ferdinand Vergin a été le premier à introduire le terme "probiotique" dans la littérature scientifique. Ce terme, issu du grec "pro bios" signifiant "pour la vie", désigné les substances bénéfiques pour la santé **(Piquepaille, 2013)**.

En 2002, l'OMS et la FAO ont conjointement établi une définition officielle des probiotiques afin d'éviter toute confusion. Selon cette définition, les probiotiques sont des micro-organismes vivants qui, lorsqu'ils sont ingérés en quantité adéquate, produisent des effets bénéfiques sur la santé de l'hôte **(FAO/WHO, 2002)**.

II.2. Microorganismes utilisés en tant que probiotiques :

- **Les bactéries lactiques :**

Les principales bactéries probiotiques appartiennent généralement aux genres *Lactobacillus* et *Bifidobacterium*, il est également pertinent de mentionner des souches probiotiques appartenant aux genres *Enterococcus et Streptococcus* **(Nectoux, 2022)**.

Tableau 02 : Les bactéries lactiques utilisés comme probiotique **(Hadef, 2012).**

Espèces de *Lactobacillus*		
Lb. Acidophilus	*Lb. gasseri*	*Lb. paracasei*
Lb. amylovorus	*Lb. Johnsonni*	*Lb. rhamnosus*
Lb. Plantarum	*Lb. Crispatus*	*Lb. casei*
Espèces de *Bifidobacterium*		
Bf. lactis	*Bf. animalis*	*Bf. infantis*
Bf. Longum	*Bf. Bifidum*	*Bf. adolescentis*
Autres bactéries lactiques		
Lc. Lactis	*St. Diacetylactis*	*En. faecalis*
Ln. mesenteroides	*St. intermedius*	*En. Faecium*
P. aciddilactici	*St. Thermophiles*	

- **Levures :**

Les levures sont des micro-organismes unicellulaires, qui ont une longue histoire d'utilisation dans la fabrication du pain et des boissons fermentées comme la bière et le vin. Cependant, elles ont également été reconnues pour leur potentiel en tant que probiotiques, notamment les espèces *Saccharomyces cerevisiae* et *Saccharomyces boulardii* **(Czerucka et Rampal, 2019).**

L'efficacité et l'innocuité de *Saccharomyces boulardii* a été démontrée dans plusieurs études pour diverses indications de maladies chez les adultes, sur la base d'essais cliniques randomisés et évalués par des pairs et des études précliniques **(McFarland, 2010)**. Elle est largement utilisée dans de nombreux pays comme agent préventif et thérapeutique contre la diarrhée et d'autres troubles gastro-intestinaux, notamment ceux induits par la prise d'agents antimicrobiens **(Czerucka et *al.*, 2007).**

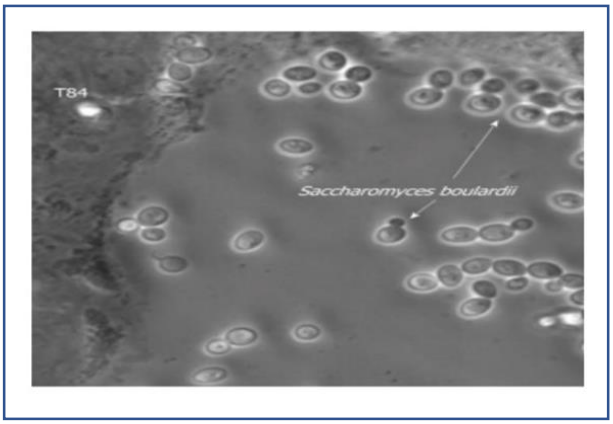


Figure 03 : Aspect microscopique des cellules de *Saccharomyces boulardii* **(Czerucka et Rampal, 2019)**

- **Bactéries non lactiques :**

D'autres types de bactéries, caractérisés par un métabolisme distinct de celui des précédentes, suscitent également un intérêt en tant que probiotiques. Parmi eux, on trouve la souche *Escherichia coli Nissle 1917*, ainsi que des bactéries sporulées comme *Bacillus subtilis* et *B. cereus* **(Schultz, 2008).**

II.3. Critères de sélection des probiotiques

II.3.1. Adhérence au mucus ou à des cellules intestinales

La capacité d'adhésion à la muqueuse intestinale est un critère majeur de sélection des souches probiotiques. Elle est considérée comme une étape essentielle à la colonisation et représente le premier mécanisme de défense contre l'invasion par des bactéries pathogènes. **(Reyes-Gavilan et *al.*, 2011).**

Les probiotiques doivent pouvoir adhérer à la paroi de l'épithélium intestinal ainsi qu'au mucus pour s'y établir et se multiplier. Cette adhérence est généralement étudiée en laboratoire en utilisant des échantillons de mucus d'origine humaine ou animale, ainsi que des lignées cellulaires **(Belhamra, 2017).**

II.3.2. La résistance à l'acidité gastrique

La capacité des bactéries à survivre dans le suc gastrique dépend de leur capacité à résister aux pH bas. Le temps de transit peut varier de une à quatre heures selon l'individu et son alimentation. Par conséquent, certains auteurs suggèrent que les souches probiotiques doivent être capables de survivre à un pH de 2,5 dans un milieu de culture pendant une durée de quatre heures **(Ammor et Mayo, 2007)**.

II.3.3. La résistance aux sels biliaires

Dans l'intestin grêle, la capacité à tolérer les sels biliaires est un élément crucial pour assurer la survie des probiotiques. Les bactéries doivent affronter l'effet détergent des sels biliaires, lesquels sont libérés dans le duodénum après la consommation d'un repas riche en graisses. Ils peuvent diminuer l'action émulsifiante des sels biliaires en les dégradant grâce à des enzymes hydrolytiques, ce qui entraîne une réduction de leur solubilité **(Gu *et al.*, 2008)**.

II.3.4. Activité antimicrobienne

Une des caractéristiques primordiales recherchées chez un probiotique est son activité antimicrobienne, qui contribue à protéger le tractus gastro-intestinal (TGI) contre les agents pathogènes. De plus, les microorganismes antagonistes et leurs métabolites antimicrobiens peuvent être utilisés comme des agents de bio conservation pour réguler et inhiber la croissance des microorganismes indésirables présents dans les aliments **(Reis *et al.*, 2012)**.

Les bactéries lactiques produisent des composés ayant des effets bactéricides ou bactériostatiques, tels que des acides organiques, du peroxyde d'hydrogène, du dioxyde de carbone, du diacétyle et des bactériocines. Ces mécanismes antimicrobiens sont utilisés pour renforcer la conservation des aliments **(Labioui *et al.*, 2005)**

II.3.5. Résistance aux antibiotiques

Grâce à leur structure et leur physiologie, les bactéries lactiques présentent naturellement une résistance à de nombreux antibiotiques. Dans la plupart des cas, la résistance aux antibiotiques chez les bactéries lactiques n'est pas transmissible **(Denohue, 2004).** Cependant, il existe une possibilité que le plasmide porteur de cette résistance puisse être transféré à d'autres espèces ou

genres bactériens. C'est pourquoi il est crucial de sélectionner des souches dépourvues de potentiel de transfert de résistance lors du choix des probiotiques **(Hadef, 2012)**.

II.4. Mécanisme d'action des probiotiques

Les probiotiques peuvent être envisagés comme des vecteurs pour transporter les principes actifs qu'ils renferment, tels que les enzymes, les composants de la paroi et les substances antimicrobiennes, jusqu'à leurs cibles d'action dans le tractus digestif **(Ait-Belgnaoui et *al.*, 2005).**

Les mécanismes par lesquels les probiotiques agissent sur l'organisme sont diversifiés, complexes et spécifiques à chaque souche bactérienne. Les probiotiques exercent leurs effets en interagissant directement avec divers éléments de la barrière intestinale, comme la microflore naturelle, le mucus intestinal et les cellules épithéliales. Ces interactions permettent aux probiotiques d'inhiber la croissance des bactéries nocives, de neutraliser les toxines, de faciliter la digestion des aliments et de stimuler les défenses immunitaires **(Khare et *al.*, 2018).**

II.5. Applications des probiotiques

Les probiotiques sont traditionnellement associés aux produits laitiers fermentés. Cependant, la gamme de produits probiotiques s'est considérablement élargie pour inclure une variété d'options, notamment des fromages, des crèmes glacées et des yaourts glacés, ainsi que des aliments et des boissons non laitiers **(Patterson, 2008).**

Actuellement, les produits probiotiques sont couramment commercialisés sous trois formes différentes :

- Un concentré de cultures ajouté à des aliments et boissons comme les produits laitiers, les fruits et les céréales ;
- Un composant intégré à un aliment à base de lait ou de soja, et dont la concentration est accrue grâce à un processus de fermentation ;
- Des cellules séchées et concentrées, disponibles sous forme de poudre, de capsules ou de comprimés **(Patterson, 2008).**

Partie Expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

Chapitre I : Matériel et méthodes

La partie expérimentale de cette étude a été réalisée au sein des laboratoires pédagogiques de microbiologie de la Faculté des Sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers, de l'université Mohammed El Bachir El Ibrahimi, durant la période de Mars jusqu'à juin de l'année 2024.

Les objectifs de cette étude se sont focalisés sur les aspects suivants :

- Repiquage des isolats de bactéries lactiques (les isolats ont été procurés par une équipe de recherche).
- Repiquage des souches de références.
- Etude de certaines caractéristiques probiotiques de bactéries lactiques sélectionnées.

I.1. Matériel biologique :

Pour la réalisation des différentes parties expérimentales, nous avons utilisé le matériel biologique suivant :

- **Les isolats de bactéries lactiques** : en nombre de quatre codifié comme suit : Lb2, Lb12, Lb36, Lb39. Ces souches ont fait l'objet d'un isolement sur MRS à partir de certain type de fromage.

- Les souches de références : Il s'agit de huit souches indicatrices représentées par les espèces suivantes : *Staphylococcus Aureus, Escherichia Coli, Bacillus Subtilis, Candida Albicans, Klebsiella Pneumoniae, Pseudomonas Aeruginosa, Enterococcus Faecalis, Bacillus cereus.*

I.2. Milieux de Cultures:

Les principaux milieux de culture utilisés pour la réalisation des expériences sont les suivants :

- MRS Agar : Le milieu MRS gélosé (pH 6,5 ± 0,2) a été utilisé pour le repiquage des souches lactiques et la réalisation des tests d'antibiotique.
- MRS bouillon: Ce milieu (pH 6,4 ± 0,2) a été utilisé pour la préparation des cultures jeunes.
- Gélose au sang de cheval: Pour étudier l'aptitude à l'hémolyse des bactéries lactiques.
- Gélose de Mueller-Hinton : pour la réalisation de test d'activité antibactérienne.

La composition des différents milieux de culture utilisés au cours de cette étude expérimentale est représentée dans l'annexe.

I.3. Produits chimiques et réactifs :

Les Produits chimiques et réactifs utilisés lors de notre étude sont les suivants:

- Les sels biliaires Les sels biliaires ont été utilisés pour étudier le pouvoir des bactéries lactiques à résister à cet inhibiteur dans un milieu liquide.
- L'eau distillée stérile.
- Acide Chlorhydrique (HCl) et l'Hydroxyde de sodium (NaOH) pour l'ajustement de pH.
- Tampon phosphate urée sulfate magnésium, pH 6.5
- Disques d'antibiotiques : Pour étudier la résistance des bactéries lactiques aux antibiotiques, 30 disques ont été utilisés pour réaliser un antibiogramme sur milieu solide (liste des différents antibiotiques utilisée est représentée en annexe).

I.4. Méthodes:

I.4.1. Tolérance à l'acidité :

La méthode de **Hyrominus *et al.* (2000)** a été appliqué. Les culots bactériens issus de jeunes cultures ont été récupérés après centrifugation pendant 4 minutes à 13000 rpm, et mises en suspension dans 10 ml de bouillon MRS de différentes valeurs de pH (pH2 et pH6). Les tubes ont été incubés pendant 2h à 37°C.
La densité optique (DO 660) de chaque culture et le nombre de cellules viables ont été déterminés à temps zéro heure (T 0h) et après les 2h d'incubation (T 2h).

La résistance des ferments à ce facteur hostile est estimée par mesure de la densité optique et dénombrement des cellules par la technique de micro-dilution et usage de la cellule de Malassez. Le taux de survie est calculé par l'équation suivante :

Taux de survie (%) = log UFC à T2h/ log UFC à T0h x 100

I.4.2. Résistance aux sels biliaires :

La résistance aux sels biliaires des souches lactique a été testée selon la méthode **d'Hyrominus *et al*. (2000)**. Afin d'étudier la résistance aux sels biliaires, les quatre souches de ferment ont été cultivées sur bouillon MRS. Après 18 heures une centrifugation à 13000 rpm pendant 4 minutes a été réalisée pour les cellules jeunes cultivées, les culots bactériens ont été récupérés et mélangés avec 10 ml de bouillon MRS contenant 0,3 % de sels biliaires. Ensuite, le pH a été fixé à deux valeur différente (pH 2 et pH 6). Les tubes ont été incubés pendant 2h à 37°C.

L'évaluation de la croissance bactérienne a été révélée par la mesure de la densité optique à 660 nm et le nombre de cellules viables au temps initial (T 0h) et après les 2h d'incubation (T 2h). Le pourcentage de cellules survivantes a été calculé selon l'équation :

Taux de survie (%) = logUFC à T2h/ logUFC à T0h x 100

I.4.3. Activité antibactérienne et effet du surnageant :

La méthode des disques décrite par **Tadesse *et al.* (2004)** a été consacré à tester l'activité inhibitrice des souches lactiques à l'aide des bactéries de références. Elle consiste à inonder en surface de milieu Mueller-Hinton les souches de références d'une absorbance variant entre 0,08 et 0,1 et incubée pendant 30 minutes à 37°C. A la surface de la gélose, des disques stériles de 5mm ont été déposés et reçoit 10µl de la culture lactique jeune. Ensuite, les boites sont incubées à 4°C pendant 4h suivie par une incubation à 37°C pendant 24h.

L'activité antibactérienne se révèle par l'apparition de zones claires autour des disques. Le diamètre de la zone d'inhibition est calculé à partir des bordures de la zone comprenant le diamètre du disque.

- **Effet du surnageant**

Afin de tester l'activité antibactérienne du surnageant, la technique de diffusion sur gélose décrite par **Barefoot et Klaenhammer (1983)** a été appliquée. Des souches lactiques sont cultivées et incubées pendent 18 heures. Puis, centrifugées à 9400 rpm/10min, le surnageant est conservé.

La souche de référencé est ensemencé sur gélose Muller Hinton (inoculum standardisé dont la DO 660 varie entre 0.08 et 0.1). Ensuite, des puits de 5 mm de diamètre sont creusés dans la gélose et remplis avec 25 µL de surnageant de souche lactique.
L'activité antibactérienne est identifiée par la présence de zones d'inhibition autour des puits. Après 24h d'incubation à 37°C, les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés.

I.4.4. Résistance aux antibiotiques :

Pour déterminer la Résistance aux antibiotiques des souches lactiques, La méthode de l'antibiogramme a été utilisée sur un milieu solide selon **Leroy *et al.* (2007)**. Cette méthode est basée sur l'observation de la croissance bactérienne en présence d'un gradient de concentration d'antibiotique.
Pour chaque souche, un inoculum bactérien d'une densité optique ajusté entre 0,08 et 0,1 a été préparé. Sur la surface d'une gélose MRS coulée et solidifiée, un ensemencement par inondation de 1 ml d'inoculum a été effectué, suivi de la récupération de l'excès à l'aide d'une micropipette et laissées sécher à la température de laboratoire.
Les disques imprégnés d'antibiotiques ont été placés à la surface de la gélose à l'aide d'une pince stérile, cinq disques d'antibiotiques ont été placés dans chaque boîte.

Les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés après incubation à 37°C pendant 24h.

I.4.5. Test d'hydrophobicité :

L'hydrophobicité est évaluée en suivant le protocol établi par **Iyer *et al.* (2010)**. Dans le bouillon MRS, des cultures jeunes de 18 heures ont été préparées. Par centrifugation à froid à 12000 rpm/5min, le culot bactérien a été récupéré, suivi de deux lavages successifs par le tampon urée phosphate magnésium (pH 6,5). La densité optique de la suspension a été initialement ajustée à environ 1,0 à 450 nm (DO initiale). Après cela, 0,6 ml de xylène a été ajouté lentement à 3 ml de la suspension bactérienne, puis l'ensemble a été incubé à 37°C pendant 10 minutes.

Le mélange a été agité à l'aide d'un vortex pendant 2 minutes. Après un temps de repos de 15 minutes, la phase aqueuse a été récupérée à l'aide d'une pipette Pasteur, puis la densité optique finale (DO finale) a été mesurée.

La mesure de l'hydrophobicité de la surface cellulaire, exprimée en pourcentage (H%), est déterminée par la différence de densité optique initiale et finale, selon l'équation suivante :

Hydrophobicité (%) = DO initiale - DO finale /DO initiale x100

I.4.6. Test d'hémolyse :

Pour évaluer le caractère hémolytique, une gélose au sang de cheval (ou mouton) a été utilisée. Après solidification de la gélose, les souches lactiques sont ensemencées en strie et incubées à 37°C pendant une durée de 24 heures **(Maragkoudakis *et al.*, 2006)**.

Les souches lactiques peuvent présenter les aspects suivants :

- Colonies entourées d'une zone franche d'hémolyse, il s'agit de souches Beta-hémolytique (β).
- Le milieu entourant la colonie devient vert (résulte la production de Peroxyde d'hydrogène). On est une présence d'une hémolyse alpha (α).
- Le milieu n'est pas modifié, c'est une hémolyse gamma

Partie Expérimentale

Chapitre II : Résultats et Discussion

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1. Résistance à l'acidité :

Ce test préliminaire a été effectué afin d'évaluer la résistance des bactéries lactiques aux environnements acides. L'exposition prolongée des quatre souches lactiques à des conditions acides similaires à celles de l'estomac a été étudiée en incubant ces bactéries dans un milieu MRS à différents pH pendant 2 heures (pH2 et pH6).

La figure (05) résume les données concernant la croissance de nos souches lactiques sur des milieux ayant des pH de 2 et 6.

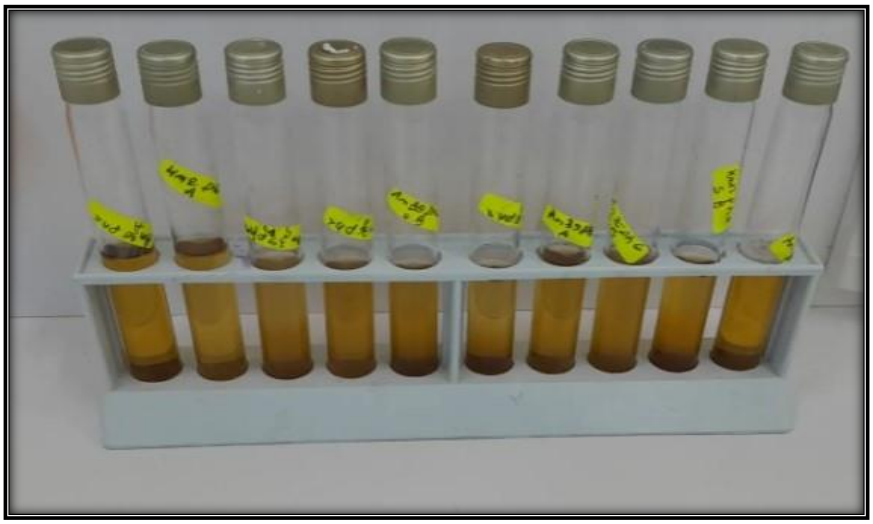


Figure 04 : Test de résistance à l'acidité.

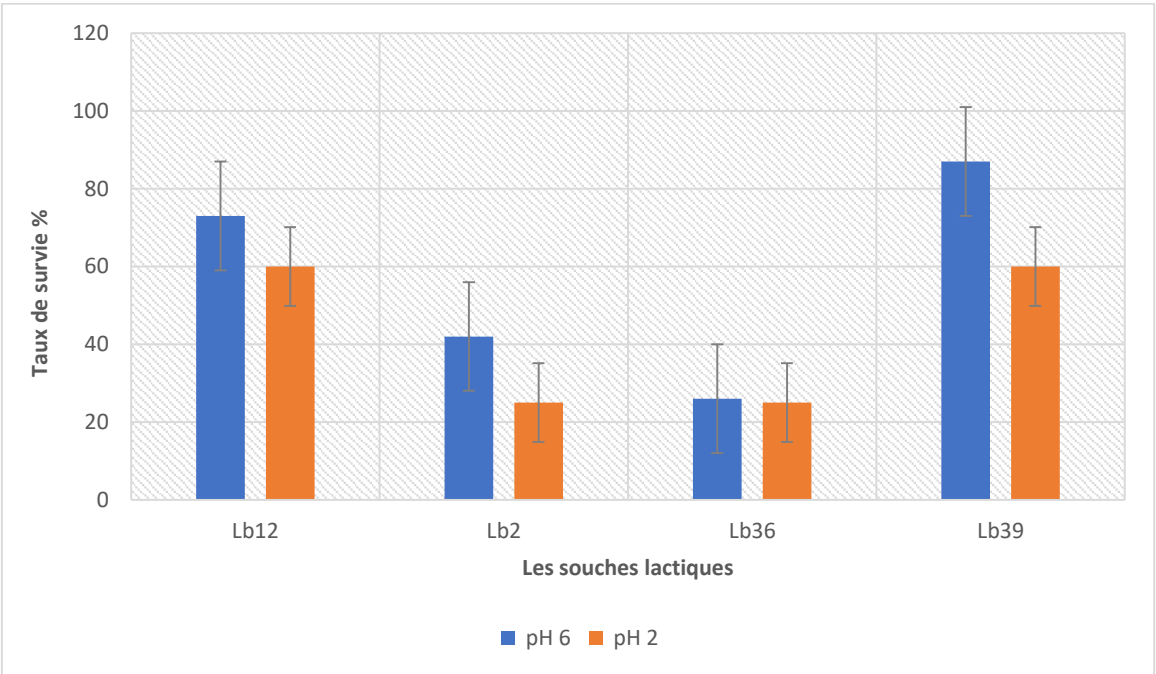


Figure 05 : La résistance des souches lactiques aux milieux acides (Lb12, Lb2, Lb36, Lb39).

Les résultats montrent que les quatre souches ont présenté une croissance satisfaisante dans le milieu à pH 6 (taux de survie est supérieur à 50 %) avec un maximum de survie de 64%

enregistré chez la souche Lb36. La résistance aux conditions acides diminue avec la diminution du pH du milieu, atteignant un minimum de 27% de survie enregistré par la souche Lb2.

De manière générale, même si la croissance des bactéries lactiques est affectée en milieu acide, il est bien établi que le nombre des cellules reste substantiel. Cela signifie qu'elles conservent une capacité de résistance aux conditions acides de l'estomac.

Ces résultats sont en bon accord avec des études antérieures qui ont démontré que la souche probiotique a une survie optimale à un pH de 3 **(Azat *et al.*, 2016).** Les auteurs **Jothi *et al.* (2012)** ont également observé une augmentation du nombre de cellules viables de *Lb. fermentum* à un pH de 3,0 après 4 heures d'incubation. Également, **Even *et al.* (2003)** ont noté une influence significative de l'acidification sur l'activité glycolytique des cellules. Dans des conditions acides, le taux spécifique de consommation de glucose augmente, ce qui permet un apport énergétique accru, favorisant ainsi une meilleure résistance des bactéries lactiques à un pH acide.

II.2. Résistance aux sels biliaires :

La résistance à la bile est une caractéristique cruciale pour la sélection des bactéries probiotiques. Elle leur permet de coloniser efficacement l'intestin grêle de l'hôte et exercer leurs fonctions métaboliques.

Les résultats de ce test sont illustrés par la figure 06.

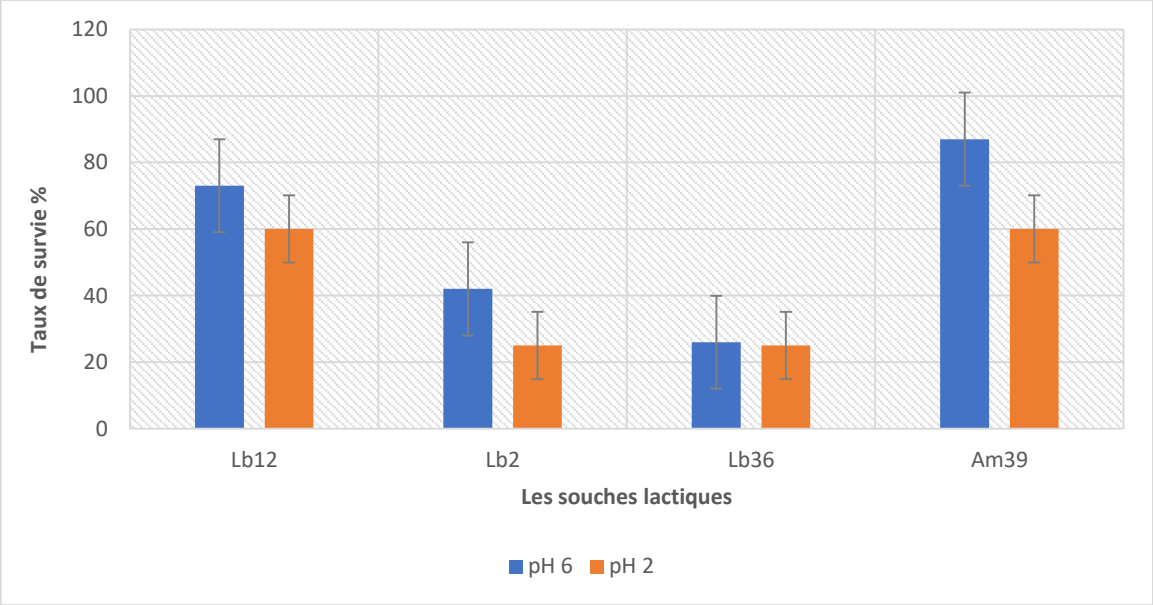


Figure 06 : La résistance des souches lactiques aux sels biliaires à 0.3% (Lb12, Lb2, Lb36, Lb39).

Après 4 heures d'incubation à pH 2 et 6 les souches ont pu résister avec des niveaux minimums de 25% pour Lb36 et 42% pour Lb2 respectivement.

Nous avons observé une bonne résistance à la bile à pH 6 et 2, cette résistance variant entre les quatre souches lactiques testées. La souche Lb39 était la meilleure souche tolérante à la bile, avec taux de survie (87% à pH6 et 60% à pH2).

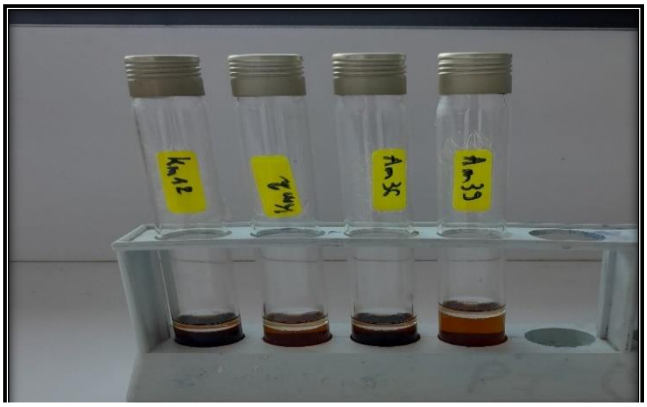
Les résultats obtenus semblent similaires aux travaux de **Zheng et *al.*, (2013),** qui ont montré que toutes les souches *Lactobacillus* pouvaient croître à une concentration de 0,3 % de la bille. La résistance aux sels biliaires (0,3%) et à l'acidité reste élevée, ce qui permet aux souches de traverser le tractus digestif tout en restant viables.

II.3. Test d'hydrophobicité :

Ce test vise à évaluer l'hydrophobicité de la surface cellulaire des souches lactiques par rapport au xylène, ce qui peut donner un aperçu du potentiel de colonisation des ferments dans les muqueuses intestinales. Les pourcentages d'adhérence des souches au xylène reflètent l'hydrophobicité de leur surface. Les résultats de ce test sont présentés dans le tableau (03).

Tableau 03 : Pourcentage d'hydrophobicité des souches lactiques.

Les souches lactiques	DO (T 0h)	DO (T 2h)	Hydrophobicité (%)
Lb 12	0,95	1,5	57
Lb2	1	1,5	50
Lb 36	0,83	1,5	80,7
Lb 39	0,88	1,5	70



Figures 07 : Test hydrophobicité des souches lactiques.

Ces résultats révèlent que toutes les souches lactiques testées présentent des pourcentages d'hydrophobicité élevés, supérieurs à 50 %. Cela confirme une bonne sélectivité des surfaces membranaires. La valeur la plus élevée (80,7%) est enregistrée avec la souche Lb36 et la plus faible est celle de Lb2 (50%).

Dans notre étude, les souches examinées ont présenté des pourcentages d'hydrophobicité différents vis-à-vis du xylène. **Giaouris *et al.* (2009)** ont évalué l'hydrophobicité de plusieurs souches de Lc. lactis d'origine laitière, et ont obtenus des valeurs comprises entre 5 % et 88 %. Cette différence entre les souches pourrait être attribuée à des variations dans les proportions des parties hydrophiles/hydrophobes de la paroi cellulaire des bactéries lactiques **(Kaushik *et al.*, 2009).**

II.4. Activité antibactérienne :

Selon leurs activités antibactériennes, quatre souches ont été testées par la technique des disques à l'égard de 8 souches de références, les résultats obtenus ont été enregistré par des zones d'inhibition notée par un halo clair autour du disque. Les diamètres des zones d'inhibition sont exprimés en (mm) (tableau 04). Les photos suivantes illustrent les résultats obtenus des souches lactiques (Figure 08).

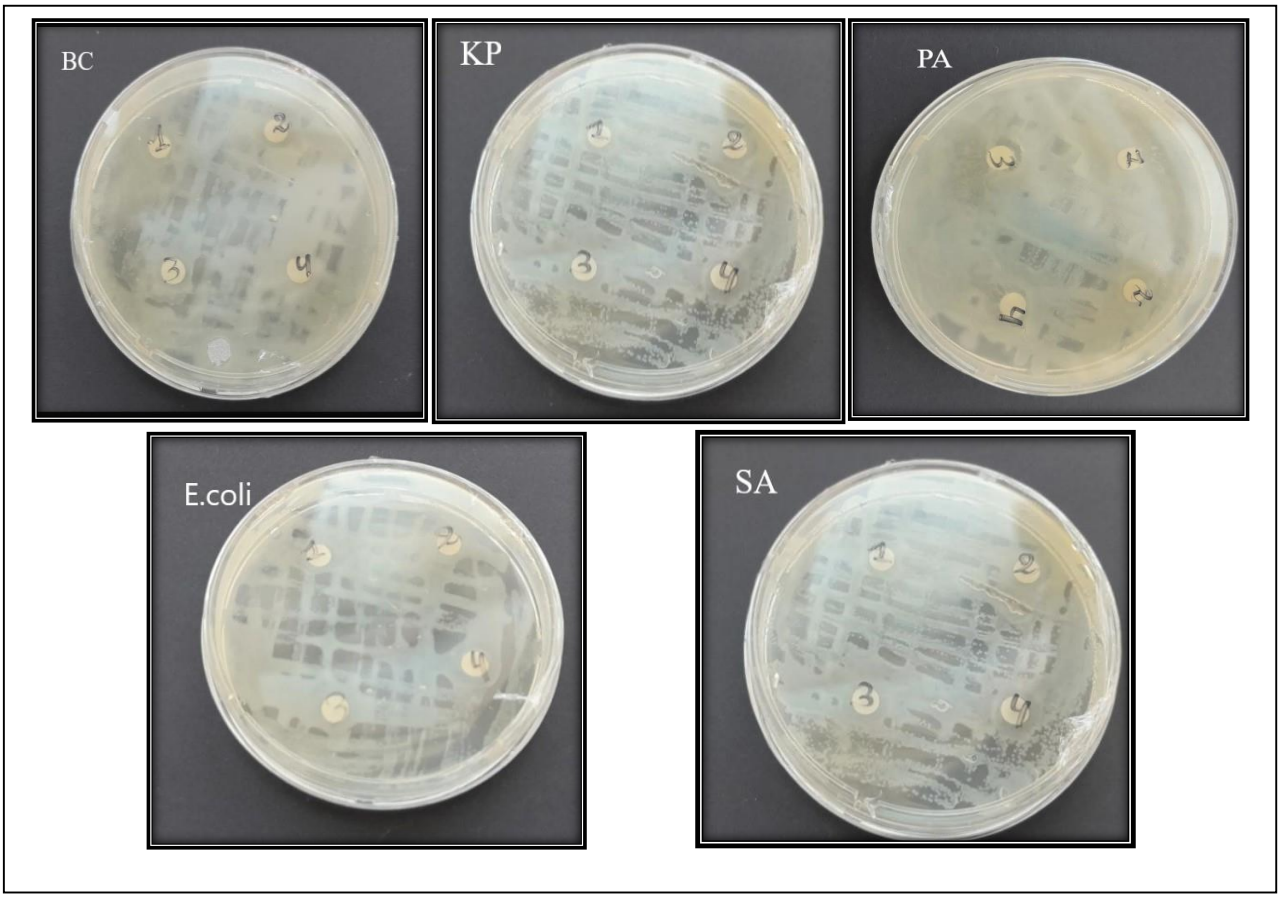


Figure 08: Activité antimicrobienne des souches lactiques

Lb12 (1), Lb2 (2), Lb36 (3), Lb39 (4), *S. aureus (SA), B.cereus (BC), P.Aeruginosa (PA), Klebsiella sp (KP)*

Tableau 04 : Diamètres des zones d'inhibitions des souches possédant une activité antibactérienne (en mm).

	Les souches lactiques			
Souches de références	**Lb12**	**Lb2**	**Lb36**	**Lb39**
S. aureus	**-**	**-**	**-**	**-**
C.Albicans	**-**	**6**	**-**	**-**
B.cereus.	**-**	**6**	**-**	**-**
E.Faecalis	**-**	**-**	**-**	**-**
E.coli	**-**	**-**	**-**	**-**
P.Aeruginosa	**-**	**-**	**7**	**8**
Klebsiella sp	**-**	**7**	**6**	**7**

(-) : Absence de la zone d'inhibition de la souche.

Les résultats présentés dans la figure 08 et le tableau 04 indiquent une absence totale d'activité antibactérienne des quatre souches testées contre *S. aureus*, *E.Faecalis* et *E.coli*. La souche Lb2 a démontré une activité contre les souches pathogènes *B.cereus.*et *C.Albicans*, avec des diamètres d'inhibition de 6 mm, ainsi que contre *Klebsiella sp*, avec un diamètre d'inhibition de 7 mm. Pour la souche Lb36, elle a montré une activité contre *P.Aeruginosa* et *Klebsiella sp,* avec des diamètres d'inhibition de 7 mm et 6 mm respectivement. La souche Lb39 a également présenté une activité contre *Klebsiella sp* (8 mm) et *P.Aeruginosa* (9 mm).
Nous avons observé que la souche Lb2 a démontré la plus grande activité inhibitrice parmi les souches testées.

Ces résultats nous mènent à suggérer que les bactéries lactiques peuvent avoir la capacité de produire des substances inhibitrices présentant une activité antibactérienne. De plus, il est observé que toutes les souches ne partagent pas le même spectre d'action vis-à-vis des bactéries pathogènes. Dans le même contexte, **Boulahrouf et Bahri, (2014)** ont démontré que la multiplication de certaines cultures lactiques entraîne la production de peroxyde d'hydrogène, considéré comme un inhibiteur de la croissance bactérienne. De plus, selon les observations de **Ryu et Chang (2013)**, l'activité antibactérienne des bactéries lactiques pourrait découler de la synthèse d'acides organiques, de CO_2, de H_2O_2, de diacétyle ou d'acétone, ainsi que de la production de bactériocines.

Dans une autre étude sur l'effet probiotique des bactéries lactiques isolées à partir de fromages caprins traditionnels, **Dib *et al.* (2012)** ont également observé une activité inhibitrice notable contre des bactéries pathogènes telles que *Salmonella spp*, *Staphylococcus aureus* et *E. coli*. Également, L'étude de **Guetarni (2018)** a démontré que les bactéries lactiques isolées de divers

environnements, possèdent une capacité inhibitrice vis-à-vis de souches pathogènes telles que *Escherichia coli* et *Salmonella typhi*.

III.5. Résistance aux antibiotiques:

Pour réaliser ce test, la méthode de l'antibiogramme en milieu solide a été appliquée, nous avons utilisé 30 disques d'antibiotiques**.** La résistance des souches lactiques aux antibiotiques est démontrée par la présence ou absence d'une zone d'inhibition avec un diamètre supérieur à 15 mm pour être considérées comme résistantes.

Les résultats obtenus montrent l'absence de zones d'inhibition (Figure 09), ce qui peut s'expliquer par la résistance de nos souches aux antibiotiques utilisés. Mais il faut signaler que cette résistance trouvée dans notre étude, peuvent être liées à la concentration de chaque antibiotique et la nécessité de tester plusieurs concentrations pour confirmer les résultats.

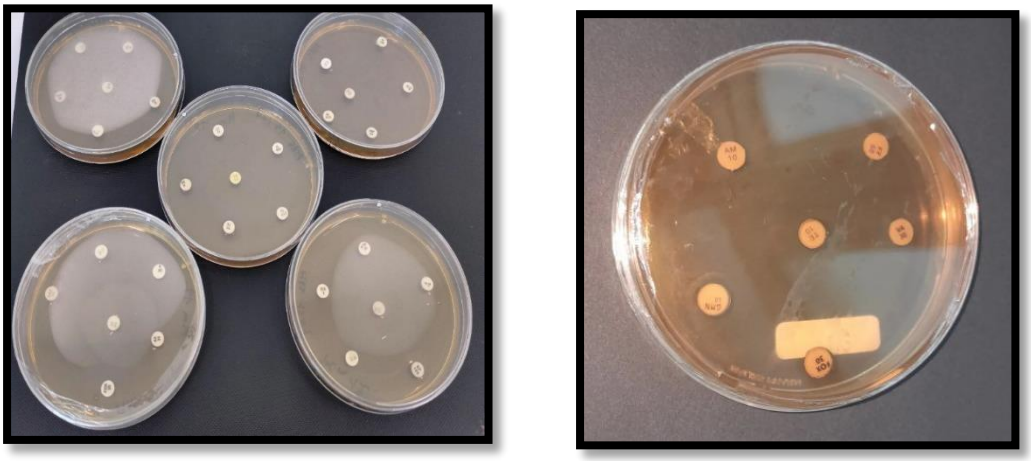


Figure 09 : Résultats du test de la résistance aux antibiotiques.

Ces résultats soulevant des préoccupations en termes de sécurité pour l'utilisation des souches lactiques comme probiotiques potentiels, car les bactéries lactiques pourraient agir comme un réservoir potentiel de gènes de résistance aux antimicrobiens. Ces gènes pourraient être transférés dans le tractus gastro-intestinal lors de leur utilisation en thérapie **(Biswas *et al.*, 2017).** Selon **Álvarez-Cisneros et Ponce-Alquicira (2018)**, les souches lactiques qui sont porteuses de gènes de résistance pouvant se propager à travers la chaîne alimentaire entre les humains et les animaux, ainsi que dans l'environnement, de plusieurs manières.

III.6. Test d'hémolyse :

Pour évaluer le caractère hémolytique, une gélose au sang de cheval a été employée**.** Les résultats du test d'hémolyse révèlent une absence d'halo vert autour des colonies et aucune

modification du milieu, ce qui indique que les quatre souches sont considérées comme gamma hémolytiques. L'absence d'activité (β) hémolytique est considérée comme une condition de sécurité pour la sélection des souches probiotiques **(FAO/WHO, 2002)**. Des conclusions similaires ont été rapportées précédemment par **Maragkoudakis et *al*. (2006**) ainsi que par **Argyri et *al*. (2013)**

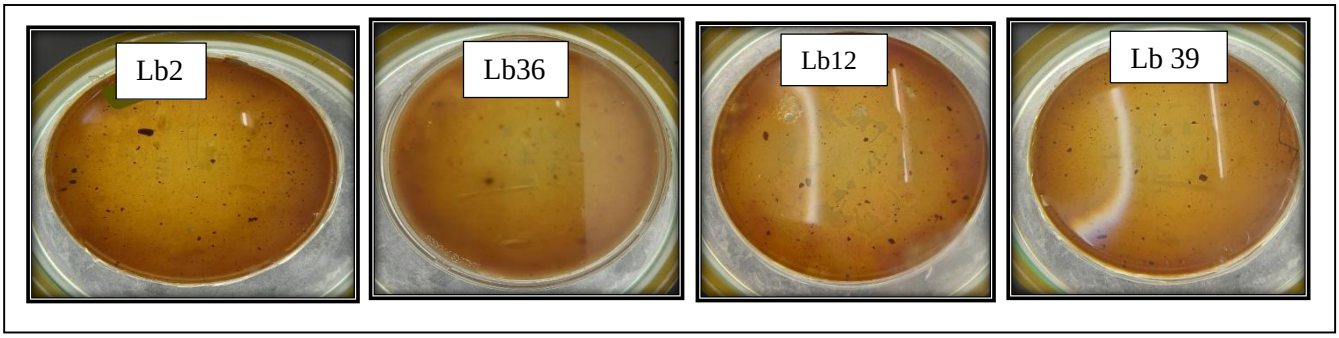


Figure 10 : Résultat du test de l'hémolyse des souches lactiques (Lb12, Lb36, Lb39, Lb2).

Conclusion Générale

Conclusion générale et perspectives

Depuis des temps anciens, les bactéries lactiques ont été utilisées intentionnellement ou non pour leurs activités probiotiques. Elles peuvent être utilisées avec succès pour traiter différentes maladies gastro-intestinales et améliorer la santé intestinale.

Le but de cette étude est d'étudier in vitro certaines aptitudes probiotiques des bactéries lactiques sélectionnées.

Au cours de ce travail, nous avons débuté notre étude par le repiquage des quatre bactéries lactiques codées par Lb12, Lb2, Lb36 et Lb39. Ensuite, nous avons effectué des tests de tolérance à l'acidité et aux sels biliaires, des tests d'activité antibiotique, d'activité antibactérienne, ainsi que des tests d'hémolyse et d'hydrophobicité.

Les résultats de l'étude in vitro sur les capacités probiotiques des souches sont particulièrement intéressants. Les souches testées ont démontré une remarquable résistance aux conditions acides, où elles ont réussi à maintenir un taux de survie important. De plus, une excellente viabilité des souches sélectionnées a été observée lorsqu'elles étaient exposées à 0,3 % de sels biliaires et à différentes valeurs de pH (2 et 6).

L'évaluation de l'hydrophobicité de surface à l'aide de xylène a révélé que les isolats lactiques ont présenté une bonne d'hydrophobicité, dépassant les 40 %. En ce qui concerne les résultats de l'hémolyse, ils ont été caractérisés par une hémolyse gamma.

Parallèlement, toutes les bactéries étudiées ont montré une sensibilité aux antibiotiques testés.

Les résultats de l'activité antagoniste des bactéries lactiques contre des microorganismes pathogènes, déterminés par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition, ont montré que certaines de nos souches sont capables de synthétiser des substances inhibitrices ayant une activité antibactérienne.

Les résultats de notre étude ont permis de constater des variations entre les souches, en termes d'aptitudes technologiques. De plus, nos résultats suggèrent que tous les souches ont un potentiel pour une utilisation future en tant que probiotiques, soulignant ainsi l'importance de mener des recherches supplémentaires pour confirmer ces observations. Ces résultats ouvrent de nouvelles perspectives, et pour compléter ce travail, nous proposons :

- Compléter l'étude des propriétés probiotiques (innocuité et adhésion au tissu épithélial)
- Déterminer les propriétés probiotiques des bactéries lactiques in vivo.

Références bibliographique

Références Biobibliographiques

Ait-Belgnaoui A., Lamine F., Han W., Eutamene H., Fioramonti J., Bueno L. et Theodorou V. (2005). A probiotic strain (Lactobacillus farciminis) prevents stress-induced increase of colonic permeability and visceral sensitivity to distension in rats. Nutr. Ali. Fonct. 3 : 59-63.

Álvarez-Cisneros, Y. M., & Ponce-Alquicira, E. (2018). Antibiotic resistance in lactic acid bacteria. In *Antimicrobial resistance-a global threat*. IntechOpen.

Ammor M. S. & Mayo B. (2007). Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production: An update. *Meat science*, *76*(1), 138-146.

Argyri A A., Zoumpopoulou G., Karatzas K A G., Tsakalidou E., Nychas G J E., Panagou E Z., Tassou C C. (2013). Selection of potential probiotic lactic acid bacteria from fermented olives by in vitro tests. Food Microbiology, 33(2): 282-291.

Azat, R., Liu, Y., Li, W., Kayir, A., Lin, D. B., Zhou, W. W. & Zheng X. D. (2016). Probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from traditionally fermented Xinjiang cheese. *Journal of Zhejiang University. Science. B*, *17*(8), 597.

Barefoot S. F. & Klaenhammer, T. R. (1983). Detection and activity of lactacin B, a bacteriocin produced by Lactobacillus acidophilus. *Applied and Environmental microbiology*, *45*(6), 1808-1815.

Belhamra Z. (2017). *Croissance et survie des probiotiques en présence des édulcorants et des additifs alimentaires* (Doctoral dissertation, Université Ferhat Abbas).

Boulahrouf A. & Bahri, F. (2017). Isolment et caracterisation des souches de lactobacilles à caracteres probiotiques à partir de selles d'enfants. Thèse de doctorat : Microbiologie appliquée. Constantine-Algérie : université Constantine I, p 124.

Byakika S., Muzira Mukisa I., Byenkya Byaruhanga Y. & Muyanja, C. (2019). A Review of Criteria and Methods for Evaluating the Probiotic Potential of Microorganisms. p. 2. 40 Bibliographie Carmona, B. (2016). les probiotiques (bacteries et levures) : OU EN est-on aujourd'hui ? thése de doctorat, 36. universite de montpellier.

Choi EA. & Chang HC.(2015). Cholesterol-lowering effects of a putative probiotic strain Lactobacillus plantarum EM isolated from kimchi. LWT Food Science Technology, 62, 210 217.

Czerucka D. & Rampal P. (2019). Diversity of Saccharomyces boulardii CNCM I-745 mechanisms of action against intestinal infections. *World Journal of Gastroenterology*, *25*(18), 2188.

Dellaglio F., De Roissart H., Torriani S., Curk M. C. & Janssens D. (1994). Characteristiques generales des bacteries lactiques. In *Bactéries lactiques* (Vol. 1, pp. 3-94). Lorica.

Denohue D.C. (2004). Safety of novel probiotic bacteria. In: Lactic acid bacteria: microbiological and functional aspects (Salminen S., Wright A.V. et Ouwehand A.). 3e Ed., Marcel Dekker, Inc. New York. 531-546.

Dib H., Hajj Semaan E., Mrad R., Ayoub J., Choueiry L., Moussa H. & Bitar G. (2012). Identification et évaluation de l'effet probiotique des bactéries lactiques isolées dans des fromages caprins traditionnels. *Lebanese Science Journal*, *13*(1), 43-48.

Dribine A. & Khellal Y. (2018). *Evaluation de l'activité antibactérienne de quelques souches de bactéries lactiques* (Doctoral dissertation, Thèse de doctorat. Université de Bouira, 75p).

Drouault S. & Corthier G. (2001). Effets des bactéries lactiques ingérées avec des laits fermentés sur la santé. *Veterinary research*, *32*(2), 101-117.

Esaiassen E., Hjerde E., Cavanagh J. P., Simonsen G. S. & Klingenberg C. (2017). Bifidobacterium bacteremia: clinical characteristics and a genomic approach to assess pathogenicity. *Journal of clinical microbiology*, *55*(7), 2234-2248.

Even S., Lindley N. D. & Cocaign-Bousquet M. (2003). Transcriptional, translational and metabolic regulation of glycolysis in Lactococcus lactis subsp. cremoris MG 1363 grown in continuous acidic cultures. *Microbiology*, *149*(7), 1935-1944.

FAO/WHO. (2002). Guidelines for the evaluation of probiotics in food – JointFood and Agricultural Organization of the United Nations and World HealthOrganization Working Group Meeting Report, London Ontario, Canada.

Fessard A. (2017). *Recherche de bactéries lactiques autochtones capables de mener la fermentation de fruits tropicaux avec une augmentation de l'activité antioxydante* (Doctoral dissertation, Université de la Réunion).

Gálvez A., Abriouel H., Omar N. B. & Lucas, R. (2011). Food applications and regulation. In *Prokaryotic antimicrobial peptides: From genes to applications* (pp. 353-390). New York, NY: Springer New York.

Giaouris E., Chapot-Chartier M. P. & Briandet R. (2009). Surface physicochemical analysis of natural Lactococcus lactis strains reveals the existence of hydrophobic and low charged strains with altered adhesive properties. *International journal of food microbiology*, *131*(1), 2-9.

Gonzalez C. J., Encinas J. P., Garcıa-López M. L. & Otero, A. (2000). Characterization and identification of lactic acid bacteria from freshwater fishes. *Food Microbiology*, *17*(4), 383-391.

Gu R. X., Yang Z. Q., Li Z. H., Chen S. L. & Luo, Z. L. (2008). Probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from stool samples of longevous people in regions of Hotan, Xinjiang and Bama, Guangxi, China. *Anaerobe*, *14*(6), 313-317.

Guetarni H. (2018). Les probiotiques et leur métabolites : une alternative de traitement des pathologies gastro intestinales. SAGREN. (En ligne).vol 02 (2), p 11-22.

Hadef S. (2012). *Evaluation des aptitudes technologiques et probiotiques des bactéries lactiques locales* (Doctoral dissertation).

Hyronimus B., Le Marrec C., Sassi A. H. & Deschamps A. (2000). Acid and bile tolerance of spore-forming lactic acid bacteria. *International journal of food microbiology*, *61*(2-3), 193-197.

Iyer R., Tomar S.K., UmaMaheswari T., Singh R. (2010). Streptococcus thermophilus strains: multifunctional lactic acid bacteria. Int. Dairy J. 20 : 133-141.

Jaffar N.S., Jawan R. et Chong K.P. (2022). The potential of lactic acid bacteria in mediating the control of plant diseases and plant growth stimulation in crop production - A mini review. Front. Plant Sci, Pp1-13.

Joint F. A. O. (2001). Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lave Lactic Acid Bacteria. Ref Tye Report. *http://www. who. int/foodsagety/publications/fs_management/en/probiotics. pdf*.

Jothi V. V., Anandapandian K. T. K. & Shankar T. (2012). Bacteriocin production by probiotic bacteria from curd and its field application to poultry. *Archives of Applied Science Research*, *4*(1), 336-347.

Kaushik J. K., Kumar A., Duary R. K., Mohanty A. K., Grover S. & Batish V. K. (2009). Functional and probiotic attributes of an indigenous isolate of Lactobacillus plantarum. *PloS one*, *4*(12), e8099.

Khalid N.M. et Marth E.H. (1990). Lactobacilli their enzymes and role. In: Ripening spoilage of cheese. Rev.DairySc, 73:158-167

Khare, A., Thorat G., Bhimte A. et Yadav V. (2018). Mechanism of action of prebiotic and probiotic. Immunity, 3: 27-27.

Klein R. J., Smit, M. J., Goosen H. & Hulsbergen C. H. (1998). Resilience and vulnerability: coastal dynamics or Dutch dikes?. *Geographical Journal*, 259-268.

Labioui H., Elmoualdi L., El Yachioui M. et Ouhssine M., (2005). Sélection de souches de bactéries lactiques antibactériennes. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux. 144 : 237-250.

Leclerc H., Gaillard F.L. et Simonet M. (1994). Les grands groupes de bacteries. In : Microbiologie générale : La bactérie et le monde microbien. DOIN. Paris.445p

Leroy S., Lebert I., Chacornac J.P., Chevalier I. et Talon R. (2007). Identification et caractérisation de la flore d'intérêt technologique : bactéries lactiques et staphylocoques à coagulase négative. Sci. Tec. V. Prod. Carnés. 25(5) : 172.

McFarland, L. V. (2010). Systematic review and meta-analysis of Saccharomyces boulardii in adult patients. World journal of gastroenterology: WJG, 16(18), 2202.

Makhloufi K. M. (2011). Caractérisation d'une bactériocine produite par une bactérie lactique Leuconostoc pseudomesenteroides isolée du boza. Thèse doctorat. l'universite PIERRE ET MARIE CURIE.

Mkrtchyan H., Gibbons S., Heidelberger S., Zloh M., Limaki H.K. (2010). Purification, characterization and identification of acidocin LCHV, an antimicrobial peptide produced by Lactobacillus acidophilus n.v. Er 317/402 strain narine. Int.J. Antimicrobial Agents., 35: 255-260.

Maragkoudakis P. A., Zoumpopoulou G., Miaris C., Kalantzopoulos G., Pot B. & Tsakalidou E. (2006). Probiotic potential of Lactobacillus strains isolated from dairy products. *International Dairy Journal*, *16*(3), 189-199.

Mattarelli, P. & Biavati B. (2014). The genera Bifidobacterium, Parascardovia and Scardovia. *Lactic Acid Bacteria: Biodiversity and Taxonomy*, 509-541.

Menad N. (2018). *Effet antagoniste des bactéries lactiques isolées à partir du lait de vache vis-à-vis de Salmonella sp* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM).

Nectoux H. (2022). Probiotiques : état des lieux des connaissances, rôles thérapeutiques actuels et à venir. Thèse de Doctorat en pharmacies. Pp (27-38)

Patterson C.A. 2008. Probiotiques : bienfaits au-delà des fonctions nutritionnelles de base. AAFC. 1-4.

Piquepaille C. (2013). Place des probiotiques dans le traitement de diverses pathologies intestinales. (En ligne). Thèse de Doctorat : Pharmacie. Limoges : universite de limoges, 183p.

Pilet M.F., Magras C., Federigh M. (2005). Bactéries lactiques. In : bactériologie alimentaire (Federighi M.). 2e Ed., Economica. Paris. 219-240.

Pringsulaka O., Thogngam N., Suwannasai N., Atthakor W., Pothivejkul K.,Rangsiruji. (2011). Partial characterization of bacteriocin produced by lactic acid Regulation In: Drider, D., and Rebuffat, S. (Eds). Prokaryotic Antimicrobial Peptides. pp. 253-390.

Reis J.A., Paula A.T., Casarotti S.N. et Penna A.L.B. (2012). Lactic Acid Bacteria Antimicrobial Compounds: Characteristics and Applications. Food Engineering Reviews, 4(2), 124– 140.

Roos S. et Jonsson H. (2002). A high-molecular-mass cell-surface protein from Lactobacillus reuteri 1063 adheres to mucus components. Microbiology, 148(2) : 433 442.

Sandy R. (2006). Régulation métabolique et transcriptionnelle de l'autoacidification chez lactococcus lactis. Thèse de doctorat. Université Paul Sabatier, Toulouse ,25-27

Schultz M. (2008). Clinical use of E. coli Nissle 1917 in inflammatory bowel disease. Inflammatory bowel diseases, 14(7): 1012-1018.

Sionek B., Szydłowska A., Zielińska D., Neffe-Skocińska K. & Kołożyn-Krajewska D. (2023). Beneficial bacteria isolated from food in relation to the next generation of probiotics. *Microorganisms*, *11*(7), 1714.

Tadesse G., Ephraim E. et Ashenafi M., (2004). Assessment of the antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from Borde and Shamita, traditional Ethiopian fermented beverages, on some foodborne pathogens and effect of growth medium on the inhibitory activity. Int. J. Food Safety. 5 : 13-20.

Tahlaiti H. (2019). Etude des propriétés technologiques et inhibitrices de bactéries lactiques isolées à partir de blé fermenté. Thèse de doctorat en microbiologie. Université de Mostaganem-Adelhmid Ibn Badis, 14-24

Tamime A.Y. (2002). Microbiology of starter cultures. In: Dairy microbiology handbook (Robinson R.K.). 3e Ed. John Wiley and Sons. Inc. New York. 261-366.

Tredez M. et Louise H. (2008). Méta- analyse des effets protecteurs des probiotiques sur la cancérogenèse colorectale chez les rongeurs. Thèse pour obtenir le garde de Docteur vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. P 38-39

Turpin W. (2011). *Vers une évaluation des potentialités probiotique et nutritionnelle des bactéries lactiques constitutives du microbiote d'un aliment fermenté traditionnel à base de mil par une approche moléculaire* (Doctoral dissertation, Montpellier 2).

Yadav R. & Shukla P. (2017). Probiotics for human health: current progress and applications. Recent advances in applied microbiology, 133-147.

Zhang L., Liu C., Li D., Zhao Y., Zhang X., Zeng X. & Li S. (2013). Antioxidant activity of an exopolysaccharide isolated from Lactobacillus plantarum C88. *International Journal of Biological Macromolecules*, *54*, 270-275.

Annexes

Annexe I : Composition des milieux de culture, réactifs et tampons

- **Milieu MRS (pH 6,5)**

Peptone 10g

Extrait de viande 10g

Extrait de levure 5g

Glucose 20g

Tween 80.....1ml

Phosphate bipotassique 2g

Acétate de sodium 5g

Citrate d'ammonium 2g

Sulfate de magnesium, 7 H_2O 0,2g

Sulfate de manganèse, 4 H_2O 0,5g

Agar 15g

Eau distillée qsp 1000ml

Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 15 min.

- **Tampon phosphate urée sulfate magnésium (pH 6,5)**

K2HPO4, 3H2O 22,2g

KH2PO4 .....7,26g

Urée 1,8g

MgSO4 7H2O 0,02g

Eau distillée qsp 1000ml

- **Gélose de Mueller-Hinton :** Pour 1 litre de milieu

Infusion de viande de bœuf ……...300g

Hydrolysat de caséine …….....17g

Amidon……...……1,5g

Gélose…….....17g

Stérilisation à 121°C pendant 15min

- **Gélose au sang du cheval (pH 7,2)**

Peptone……. 1,5 g

Extrait de viande……... 0,25g

Extrait de levure…….0,5g

Chlorure de soduim……0,5g

Agar…….1,2g

Eau distillée…… …… 100ml

Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 20 min. Ajouter au milieu 5 à 10% de sang de cheval défibriné stérile.

Annexe II : Listes des Disques d'Antibiotiques

N°	Code	Désignations communes internationales (DCI)	N°	Code	Désignations communes internationales (DCI)
01	AX25	Amoxicilline (25ug)	**16**	P10	Pénicilline (6ug/10UI)
02	AM10	Ampicilline (10ug	**17**	TC75	Ticarcilline (75ug)
03	PT100	Pipéracilline(100ug)	**18**	CZ30	Céfazoline(30ug)
04	AK30	Amikacine(30ug)	**19**	GNM10	Gentamycine (10ug)
05	FEP30	Céfépime(30ug)	**20**	CAZ30	Ceftazidime(30ug)
06	ATM30	Aztreoname(30ug)	**21**	CTX30	Céfotaxime(30ug)
07	ETP10	Ertapinème(10ug)	**22**	IMP10	Imépinème(10ug)
08	FOX30	Céfoxitine(30ug)	**23**	K30	Kanamycine(30ug)
09	E15	Erythromycine(15ug)	**24**	VA30	Vancomycine(30ug)
10	TOB10	Tobramycine(10ug)	**25**	CT10	Colistine(10ug)
11	FC10	Acide fusidique(10ug)	**26**	OX1	Oxacilline(1ug)
12	FF50	Fosfomycine(200ug)	**27**	CIP10	Ciprofloxacine(5ug)
13	RP15	Pristinamycine(15ug)	**28**	SP100	Spiramycine(100ug)
14	OF5	Ofloxacine(5ug)	**29**	TE10	Tetracycline(30ug)
15	NA30	Acide nalidixique (30ug)	**30**	C30	Chloramphinicol(30ug)

Résumé

Les bactéries lactiques sont reconnues comme étant sans danger pour la consommation et ont la capacité d'être des probiotiques lorsqu'elles exercent un effet bénéfique sur la santé. Parallèlement, les probiotiques sont des microorganismes vivants qui, lorsqu'ils sont administrés en quantités adéquates, exercent une action bénéfique sur la cellule hôte.
L'objectif principal de ce travail est d'évaluer certaines caractéristiques probiotiques de bactéries lactiques sélectionnées par la détermination de la tolérance à l'acidité, la résistance aux sels biliaires, la capacité de l'hydrophobicité et la présence d'une activité antimicrobienne ainsi que la résistance aux antibiotiques.
Les résultats de l'évaluation des capacités probiotiques indiquent que ces souches lactiques présentent certaines caractéristiques probiotiques favorables ; tel que la tolérance à l'acidité et aux sels biliaires qui démontrent que toutes les souches présentent une résistance élevée. En outre, les activités antimicrobiennes et antibiotiques des souches sélectionnées sont révélées intéressantes. De plus, les souches testées présentent un fort degré d'hydrophobicité.
En conclusion, nos résultats suggèrent que les souches lactiques démontrent des aptitudes probiotiques prometteuses. Elles possèdent un potentiel d'être utilisées comme probiotiques.

Mots clés : bactéries lactiques, probiotiques, activité antimicrobienne, aptitudes probiotiques.

Summary
Lactic bacteria are recognised as safe for consumption and have the ability to be probiotics when they have a beneficial effect on health. At the same time, probiotics are living microorganisms that, when administered in adequate amounts, have a beneficial effect on the host cell.
The main objective of this work is to evaluate certain probiotic characteristics of selected lactic bacteria by determining acidity tolerance, resistance to bile salts, hydrophobic capacity and the presence of antimicrobial activity as well as antibiotic resistance.
Probiotic capacity assessment results indicate that these lactic strains have some favourable probiotic characteristics, such as acidity and bile salts tolerance, which demonstrates that all strains are highly resistant. In addition, the antimicrobial and antibiotic activity of the selected strains has been shown to be interesting. In addition, the tested strains have a high degree of hydrophobicity.
In conclusion, our findings suggest that lactic bacteria demonstrate promising probiotic abilities. They have the potential to be used as probiotics.
Key words: lactic acid bacteria, probiotics, antimicrobial activity, probiotic abilities

الملخص
تعتبر بكتيريا حمض اللاكتيك آمنة للاستهلاك ولديها القدرة على أن تكون بروبيوتيك عندما يكون لها تأثير مفيد على الصحة. وفي الوقت نفسه، البروبيوتيك هي كائنات حية دقيقة، والتي عند تناولها بكميات كافية، تمارس تأثيرًا مفيدًا على الخلية المضيفة الهدف الرئيسي من هذا العمل هو تقييم بعض خصائص البروبيوتيك لبكتيريا حمض اللاكتيك المختارة عن طريق تحديد تحمل الحموضة، ومقاومة الأملاح الصفراوية، والقدرة على الكارهة للماء، ووجود نشاط مضاد للميكروبات بالإضافة إلى مقاومة المضادات الحيوية.
تشير نتائج تقييم قدرات البروبيوتيك إلى أن هذه السلالات اللبنية لها خصائص بروبيوتيك معينة مواتية؛ مثل تحمل الحموضة والأملاح الصفراوية مما يدل على أن جميع السلالات تظهر مقاومة عالية. علاوة على ذلك، فقد وجد أن الأنشطة المضادة للميكروبات والمضادات الحيوية للسلالات المختارة مثيرة للاهتمام. وبالإضافة إلى ذلك، فإن السلالات التي تم اختبارها تمثل درجة عالية من الكارهة للماء.
في الختام، تشير نتائجنا إلى أن سلالات حمض اللاكتيك تظهر قدرات بروبيوتيك واعدة لديهم القدرة على استخدامها كالبروبيوتيك.
الكلمات المفتاحية: بكتيريا حامض اللاكتيك، البروبيولوجيا، النشاط المضاد للميكروبات، القدرات الأولية