



UNIVERSITÉ  
DE BISKRA

Université Mohamed khider de Biskra  
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie  
Département des sciences de la nature et de la vie  
Filière: Sciences biologiques

Référence ...../2022

# MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité: Microbiologie Appliquée

---

Présenté et soutenu par :

**SOUFI Moncef**

**SOLTANE Oussama**

Le:

## **Contribution à l'évaluation du potentiel probiotique de Lactobacillus isolées à partir de lait de chamelle**

---

**Jury :**

Mme. AOURAGH Hayat	MAB	Université de Biskra	Président
Pr. BENKADDOUR Bachir	MAB	Université de Biskra	Rapporteur
M. DJOUAMAA Manel	MAA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire:2021/2022

## **Remerciements**

*Je remercie tout d'abord Allah qui m'a donné la patience, la volonté et le courage pour finir ce mémoire. Je tiens à exprimer mes remerciements à: Mr. BENKADDOUR Bachir. Pour m'avoir encadrée, en me faisant bénéficiaire de ses connaissances, de son aide et de ses conseils. Je vous remercie très sincèrement pour votre patience. Mes remerciements vont aussi aux membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail. Je tiens également à présenter mes plus vifs remerciements à tous les enseignants de biologie d'université de Biskra pour leurs disponibilité et conseils.*

# Dédicaces

*Je dédie ce travail :*

« Merci à Dieu avant tout »

A mes parents.. Qui ont été toujours à mes côtés pour me donner le courage et l'aide pour commencer et pour terminer mes études, tous au long de temps.

Merci beaucoup ma mère et mon père.

Je vous aime beaucoup et je souhaite que vous restiez toujours près de moi et qu'ALLAH vous protégé vous donne bonne santé Merci beaucoup pour votre fidélité et votre motivation. A mon frère saber, mon enseignant kara youssef allah yarhmou et toute mes amies d'être resté à mes côtés depuis notre amitié. Merci pour vos encouragements, vos soutien dans les bons comme les mauvais moments, pour nos belles aventures passées et à venir ! Je vous aime beaucoup tous le temps.

## Table des matières

### Remerciements

### Dédicaces

Liste des Tableaux	I
Liste des Figures	II
Listedesabréviations	III
Introduction générale	1

### Chapitre 01 : Les Lacto bacilles

1.1. Rappelle sur les bactéries lactiques	3
1.2. Présentation de Genre <i>Lactobacillus</i>	3
1.2.1. Habitat	4
1.2.2. Caractères morphologiques	4
1.2.3. Caractèresbiochimiques	<b>Error! Bookm</b>
1.2.4. Caractères cultureux et exigences nutritionnelles	5

### Chapitre 02 : Les probiotiques

2.1. Historique et définition des probiotiques	7
2.2. Critères de séletionet d'efficacité des probiotiques	7
2.3. Survie au cours du transit digestif	7
2.4. Adhésion à la muqueuse intestinale	8
2.5. Activité antimicrobienne	8
2.6. Lactobacilles probiotiques	9
2.7. Propriétés probiotiques des Lactobacilles	9
2.7.1. Diminution des diarrhées associées à l'antibiothérapie	10
2.7.2. Amélioration de la digestion du lactose	10
2.7.3. Action sur le syndrome d'irritabilité intestinale chronique	10

### Chapitre 03 : Matériels et Méthodes

3.1. Collecte d'échantillons	13
3.2. Analyse physicochimique du lait	13
3.3. Enrichissement, isolement et dépistage du laboratoire	13
3.4. Criblage de BL (bactéries lactiques)	13
3.5. Identification génotypique des isolats	14
3.6. Les propriétés probiotiques de souches bactériennes sélectionnées	14

3.6.1.	Tolérance aux acides	15
3.6.2.	Tolérance au sel biliaire	15
3.6.3.	Activité hydrolase de sel biliaire	15
3.6.4.	Hydrophobicité de surface cellulaire	15
3.7.	Évaluation de la sécurité du laboratoire (bactéries lactiques)	16
3.7.1.	Sensibilité aux antibiotiques	16
3.7.2.	Test d'activité antimicrobienne	17
3.7.3.	Test d'activité hémolytique	17
3.7.4.	Test d'adhésion cellulaire in vitro	17

#### **Chapitre 04 : Résultats et discussion**

4.1.	Tolérance des souches à pH 2, à la pepsine et à la pancréatine	18
4.2.	Tolérance aux sels biliaires	19
4.3.	Résistance aux antibiotiques	21
4.4.	Activité anti-microbienne	23
4.5.	Capacité d'adhésion	24
	Conclusion	25
	Les références bibliographiques	27

Annexes

**Résumé**

# Liste des Tableaux

<b>Tableau 1.</b> Principaux critères utilisés pour la sélection des probiotiques.....	8
<b>Tableau 2.</b> Les Lactobacilles utilisés comme probiotiques .....	9
<b>Tableau 3.</b> Détermination de viabilité de 20 souches BAL en présence de pepsine à pH 2 et pancréatine après 3h et 4h d'exposition <i>in vitro</i> .....	20
<b>Tableau 4.</b> Détermination de viabilité de 20 souches BAL en présence de 0, 0,1, 0,3, 0,5 et 1% de sels biliaires à temps 0 d'exposition <i>in vitro</i> .....	22
<b>Tableau 5.</b> Détermination de viabilité de 20 souches BAL en présence de 0, 0,1, 0,3, 0,5 et 1% de sels biliaires après 3h d'exposition <i>in vitro</i> .....	23
<b>Tableau 6.</b> Détermination de viabilité de 20 souches BAL en présence de 0, 0,1, 0,3, 0,5 et 1% de sels biliaires après 5h d'exposition <i>in vitro</i> .....	23
<b>Tableau 7.</b> Identification des LAB sur la base de la similarité avec le séquençage partiel de gène d'ADNr16S. ....	25
<b>Tableau 8.</b> Résultats de sensibilité des 20 espèces de Lactobacillus sélectionnées aux 12 antibiotiques,.....	28
<b>Tableau 9.</b> Résultats d'activité antimicrobienne de vingt LAB identifiées contre quatre souches pathogènes.....	30

# Liste des Figures

<b>Figure1.</b> Image au microscope électronique à balayage de la souche <i>L.rhamnosus GG</i>	4
<b>Figure 2.</b> Préparation des séries de délutions 1/10 <sup>ème</sup> des échantillons de lait de chamelle pour isolement des bactéries lactiques	13
<b>Figure3.</b> Illustration des étapes du test d'activité anti microbienne	17
<b>Figure 4 .</b> Score d'adhésion des deux souches <i>L. fermentum</i> B19 et B116 (nombre de cellules bactériennes adhérant en pourcentage à la lignée cellulaire épithéliale intestinale Caco-2)	33
<b>Figure 5.</b> Score d'adhésion des deux souches <i>L. fermentum</i> B19 et B116 (nombre de cellules bactériennes adhéranten pour centage à la lignée cellulaire épithéliale intestinale HT29-MTX) .....	33

## Liste des abréviations

**%**: pourcent

**°C**: Degrés Celsius

**ADN**: Acide désoxyribonucléique

**ARNr16S** : Acide Ribonucléique 16 Svedberg

**BL**: Bactéries lactiques

**BSH**: Hydrolases des Sels Biliaires

**Caco-2**: Human Colorectal Adenocarcinoma cells

*E.coli*: *Escherichia coli*

**FAO**: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

**GRAS**: Generally Regarded as Safe

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>**: peroxyde d'hydrogène

**HT-29MTX**: Methotrexate Human Intestinal cells 29

**HBSS**: Solution saline équilibrée de Hank

**IL-10** : Interleukine 10 **IL-12** : Interleukine 12 **h**: heure

**LAB**: Bactérie lactique

**Lb**: *Lactobacillus*

**Mg<sup>+2</sup>** : Magnésium

**Mn<sup>2+</sup>**: Manganèse

**Fe<sup>+2</sup>** : Fer

**MRS**: Gélose de Man, Rogosa et Sharpe.

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**p/v** : poids/volume

**PCR**: Polymérase Chain réaction

**PH** : Potentiel d'Hydrogène

**PM** : poids moléculaire

**PCA**: Plate Count Agar

**spp**: Sous espèce

**T**: Température

**UFC**: Unité Formatrice des Colonies



# **Introduction**

## Introduction générale

Les bactéries lactiques (LAB) sont un type de bactéries qui se sont avérées bénéfiques pour l'homme. On les trouve dans de nombreux biotopes différents, notamment dans le tube digestif humain, le sol et les plantes. La formation d'acide lactique comme sous-produit de la fermentation d'un certain nombre de substrats carbonatés est un trait partagé par tous les individus entrant dans cette catégorie (Benkerrom et Tamime, 2004). Bien qu'elles soient mieux reconnues pour leur utilisation dans les produits laitiers fermentés, les bactéries lactiques sont utilisées pour produire une large gamme de repas depuis des milliers d'années. Malgré leurs disparités technologiques, ils contribuent actuellement de manière significative à relever la barre des soins de santé (Hammi, 2017).

Le sous-groupe LAB avec le plus de membres est les lactobacilles. Des bactéries naturelles appelées lactobacilles résident dans la bouche, les intestins et d'autres régions du corps (Nissen et al., 2014). Al-Madboly et Abdullah de 2015. Leurs capacités à produire de l'acide lactique et du peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), ainsi que leur capacité à adhérer aux membranes des cellules hôtes, leur permettent de persister à l'intérieur d'un hôte et d'exercer des actions antibactériennes contre les microbes pathogènes et opportunistes (Romeo et al., 2011).

La plupart des espèces de *Lactobacillus* sont connues pour leurs propriétés probiotiques et nutritionnelles, ce qui leur vaut d'être classées GRAS (Generally Recognized as Safe) (Salminen et al., 1998). Le système immunitaire est stimulé, les épisodes diarrhéiques sont prévenus et réduits en intensité/durée, et l'intolérance au lactose est réduite, autant d'effets probiotiques (Turpin, 2011).

Ils peuvent donc avoir des effets bénéfiques sur la santé en prévenant le syndrome métabolique, en empêchant la colonisation de micro-organismes pathogènes comme *Candida* (Romeo et al., 2011), en réduisant le cholestérol sérique (Jones et al., 2013), en atténuant les symptômes de l'inflammation gastro-intestinale (Leet Yang, 2018), prévenir la diarrhée et raccourcir la durée de la diarrhée aiguë chez les enfants, etc. (Huang et al., 2002). Ce type a également été considéré comme une stratégie thérapeutique viable pour lutter contre l'escalade de la résistance aux médicaments antibactériens en raison de sa capacité à restaurer un microbiote normal (Ouwehandetal., 2016).

Les probiotiques sont définis comme des « micro-organismes vivants qui, lorsqu'ils sont administrés en quantités adéquates, confèrent un avantage pour la santé de l'hôte » (FAO/OMS, 2002 ; Hillet *al.*, 2014).

Il y a eu beaucoup de recherches sur les probiotiques en raison de la possibilité de les utiliser pour améliorer la santé humaine. La majorité des recherches sur les probiotiques et les suppléments probiotiques disponibles dans le commerce sont basées sur des suppléments probiotiques isolés de repas conventionnels (Umareta *al.*, 2020). Ceux-ci sont maintenant considérés comme essentiels pour l'isolement des BL à partir de sources comme le lait de chamelle fermenté qui ont un potentiel probiotique élevé. Les lactobacilles, qui comprennent des espèces comme *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, etc., constituent la majorité du groupe. (Mahmoudi *et al.*, 2019).

L'objectif de notre travail est d'étudier quelques caractères probiotiques de *Lacto bacillus* isolé à partir du lait de chamelle.

Comme la pratique n'est pas possible actuellement, l'étude est organisée comme suit:

- ✓ Une partie bibliographique sur les Lactobacilles et leurs effets probiotiques.
- ✓ Une partie pratique consiste à analyser des articles en relation avec l'intitulé de manuscrit (partie de matériels et méthodes, résultats et discussions).

**Première partie :**  
**Synthèse bibliographique**

# **Chapitre 01 :**

## **Les Lacto bacilles**

## Chapitre 01 : Les Lacto bacilles

### 1.1. Rappel sur les bactéries lactiques

Senouci (2018) affirme qu'Orla-Jensen (1919) a défini les LAB comme des coques ou des bâtonnets à Gram positif qui ne sont pas sporulants, immobiles et capables de transformer le sucre en acide lactique mais déficients en catalase, oxydase et souvent aérobies facultatifs déficients en nitrate réductase (Belkheir, 2017).

Le métabolisme du BL peut être soit homofermentaire (l'acide lactique représente plus de 90% des résultats de la fermentation), hétérofermentaire (production d'acide lactique, d'acide acétique, d'éthanol et de CO<sub>2</sub>), soit facultatif (production d'acide lactique, d'acide acétique, ou les deux).

Des revues récentes du BL, qui compte 38 genres et plus de 400 espèces, montrent que seuls les cinq genres *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* et *Streptococcus* sont fréquemment propagés dans les salles de fermentation des entreprises laitières (Saidi, 2020).

### 1.2. Présentation de Genre *Lactobacillus*

En termes d'importance quantitative, le genre *Lactobacillus* est à la fois le plus grand et le plus important des bactéries lactiques (Belkheziz, 2020 ; Huanget al., 2018).

Il a été identifié pour la première fois par Beijerinck en 1901 et fait partie du phylum des Firmicutes, de la classe des Bacilli, de l'ordre des Lactobacillales et de la famille des Lactobacillaceae. Il existe 196 espèces (Huang et al., 2018). La concentration en guanine/cytosine (G/C), qui varie entre 30 et 55 % selon les espèces, est à l'origine de cette variété (Belkheziz, 2020).

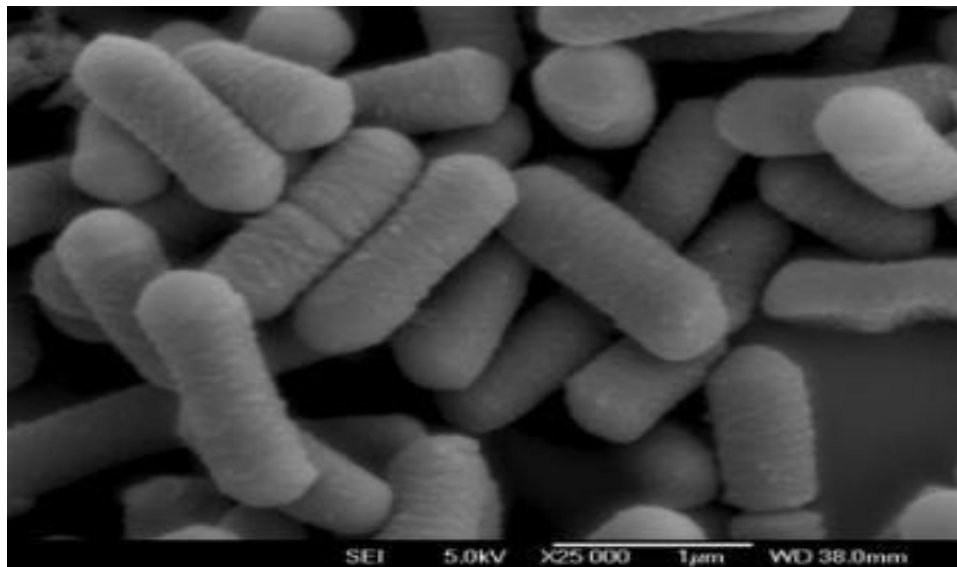
### 1.2.1. Habitat

Les lactobacilles communs s'établissent dans de nombreux habitats, en particulier ceux qui contiennent beaucoup de glucides solubles, d'acides aminés astringents, de vitamines et une faible pression d'oxygène (bouguerra, 2011) ..

Certaines espèces, comme *L. bulgaricus*, que l'on trouve fréquemment dans les produits laitiers, et *L. acidophilus*, *L. johnsonii*, *L. reuteri* et *L. rhamnosus*, qui colonisent largement le tube digestif humain, ont évolué pour occuper des niches écologiques spécifiques (Boukhalfi, 2020).

### 1.2.1. Caractères morphologiques

Les bactéries du genre *Lactobacillu* sont des aspects variés allant du bacille long et fin au coccobacille en passant par la forme bâtonnet court ou légèrement flexueux. Elles sont Gram positif, non sporulés, fréquemment associés en chaînettes et habituellement immobiles (Zohri, W., & Khoubzi, S. (2019).)



**Figure1.** Image au microscope électronique à balayage de la souche *L.rhamnosus GG* (Zohri, W., & Khoubzi, S. (2019).)

### 1.2.2. Caractères biochimiques

Les Lactobacilles sont catalase négative, nitrate réductase négative et micro aérophiles ou anaérobies. Elles ont un métabolisme fermentaire produisant de l'acide lactique. Certaines espèces sont homo-lactiques, d'autres hétéro-lactiques produisant des acides volatils, de l'éthanol et du CO<sub>2</sub> à côté de l'acide lactique (Zohri, W., & Khoubzi, S. (2019).)

Les Lactobacilles sont subdivisés, selon leur type fermentaire, en trois groupes selon la classification d'Orla-Jensen remaniée par Kandler et Weiss (1986):

✓ Groupe I « Thermobacterium » : Il comprend les Lactobacilles homofermentaires stricts, laplupart étant thermophiles qui se développent à 45°C mais pas à 15°C. Les espèces les plus fréquentes dans l'alimentation (lait, yaourt, fromage) sont *L.helveticus* ,*L.delbrueckii* , *L.acidophilus*.

✓ Groupe II «Streptobacterium » : Il regroupe les Lactobacilles homofermentaires mésophiles et peuvent être occasionnellement hétérofermentaires en fonction du substrat. Les espèces les plus fréquentes dans l'alimentation sont *L. casei*, *L.curvatus*, *L. sakeetL. Plantarum*.

✓ Groupe III «Betabacterium » : Ce sont des Lactobacilles hétérofermentaires. Il comporte les espèces *L. fermentum*, *L. brevis* et *L. sanfrancisco* (Tahlaiti, 2019).

### 1.2.3. Caractères cultureux

La majorité des lactobacilles se développent à des températures comprises entre 15 et 42 degrés Celsius. Certains types de lactobacilles "thermophiles" survivent encore à 55°C, et certaines souches peuvent se développer à des températures allant de 2 à 55°C (Menad, 2017).

Le milieu MRS (Man Rogosa et Sharpe) est celui qui convient le mieux à leur culture, et dans cet environnement, ils poussent généralement à un pH de 5,4 à 6,4 (bien que certaines espèces, comme *Lactobacillus suebicus* , puissent pousser à un pH de 2.8). Le taux de croissance idéal est obtenu en micro-aérobiose malgré le fait que la majorité des champignons sont malgré le fait que la majorité des graines sont obtenues dans des circonstances micro-aériennes facultatives aéronautiques (Belkezi, 2020).



# **Chapitre 02 : Les probiotiques**

## Chapitre 02 : Les probiotiques

### 2.1. Historique et définition des probiotiques

L'idée des probiotiques est née en 1907 selon l'étude de Metchnikoff (Ebel, 2012). En 1907, un scientifique d'ascendance ukrainienne nommé Elie Metchnikoff s'est intéressé à l'utilisation de produits laitiers fermentés contenant des lactobacilles. Il a été démontré que ceux qui les consomment vivent plus longtemps et sont en meilleure santé. Alors qu'il était employé à l'Institut Pasteur de Paris, Metchnikoff, qui a reçu le prix Nobel de physiologie et de médecine en 1908, a fait la découverte de la bactérie *Lactobacillus bulgaricus*. Plus tard, en France et dans toute l'Europe, il a mis la pression sur les produits laitiers (Routier, 2019). Le pédiatre français Henri Tissier a fait une observation similaire et a découvert moins de bifidobactéries dans les selles d'enfants diarrhéiques que dans les selles d'enfants sains.

### 2.2. Critères de sélection et d'efficacité des probiotiques

Pour qu'un *Lactobacillus* (ou tout autre microbe) soit considéré comme probiotique et puisse affecter le bon fonctionnement du tube digestif de l'hôte, un mucus intestinal doit être dans un état visqueux.

Après administration, la bactérie doit traverser des obstructions et des canaux créés par les systèmes défensifs ou digestifs de l'hôte. Un probiotique doit répondre à un certain nombre d'exigences avant de pouvoir être validé. Ces normes couvrent des éléments tels que l'origine humaine du probiotique, l'absence d'agents pathogènes et ses attributs technologiques et fonctionnels (Rizk, 2009), elles sont résumées dans le ' Tableau 1'.

Les paragraphes suivants détaillent juste quelques critères fonctionnels sur les quelles notre objectif a été basé.

### 2.3. Survie au cours du transit digestif

Les souches probiotiques sont choisies en fonction de leur capacité à endurer tout le tube digestif, notamment à des pH acides biliaires. La plupart des BL, comme les lactobacilles et les streptocoques, sont intrinsèquement adaptés à un pH acide et peuvent créer des acides et fonctionner à des pH bas.

En limitant la quantité d'acides qui pénètrent dans leur cytoplasme, en protégeant les macromolécules des dérivés chargés ou en alcalinisant l'environnement intracellulaire, les bactéries peuvent s'adapter au stress acide.

De nombreuses bactéries intestinales, y compris les lactobacilles, ont la capacité de métaboliser les acides biliaires, ce qui peut améliorer leur capacité à combattre la bile. L'acidité de ces composés est l'un de ces mécanismes. Les hydrolases biliaires appelées BSH catalysent cette réaction.

## 2.4. Adhésion à la muqueuse intestinale

Un bon probiotique doit pouvoir adhérer à la surface des cellules du mucus intestinal pour permettre l'échange d'informations (Rofes, 2014). Ils ont de ce fait une réelle longueur d'avance sur leurs concurrents, ce qui leur permet à la fois d'obtenir la meilleure barrière contre l'envahissement du mucus intestinal par des bactéries pathogènes et de faciliter la colonisation du tube digestif (Rahli, 2015).

## 2.5. Activité antimicrobienne

La capacité des bactéries probiotiques à inhiber la croissance des bactéries nocives est l'un des critères de sélection souvent utilisés. Ces qualités antibactériennes sont principalement liées à la capacité des LAB à créer différentes molécules, telles que H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, des bactéries, de l'acide acétique, de l'acide lactique ou de l'oxydenitrile, qui peuvent empêcher le développement bactérien (Turpin, 2011).

**Tableau1.** Principaux critères utilisés pour la sélection des probiotiques (Ourtirane, 2013).

<p align="center"><b>Critères de sécurité</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historique de nonpathogénicité (GRAS).</li> <li>• Souche d'origine humaine.</li> <li>• Souche caractéristique par des méthodes phénotypiques et génotypiques.</li> <li>• Souches déposées dans une collection de cultures internationale.</li> <li>• Aucune possibilité de transmission de gène</li> </ul> <p>Resistance aux antibiotiques.</p>
<p align="center"><b>Critères fonctionnels</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tolérance à l'acidité gastrique.</li> <li>• Tolérance à la bile.</li> </ul> <p>Antagonisme vis-à-vis des pathogènes et production de substances antimicrobiennes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adhésion à diverses lignées de cellules intestinales et /ou au mucus.</li> <li>• Stimulation du système immunitaire.</li> </ul>

<b>Critères technologiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilité au cours des procédés de production et dans le produit fini.</li> <li>• Conservation des propriétés probiotiques après production.</li> </ul>
--------------------------------	--

## 2.6. Lactobacilles probiotiques

les lactobacilles et les bifidobactéries constituent la majorité des bactéries probiotiques actuellement disponibles sur le marché mondial .En particulier, les lactobacilles les mieux documentés avec des propriétés souhaitables comprennent : *L. johnsonii* La1, *L. rhamnosus* GG (ATCC 53103), *L. casei* Shirota, *L. acidophilus* NCFG 1478 et *L. reuteri* (Kechaou,2012).

**Tableau2.** Les Lactobacilles utilisés comme probiotiques (Belkheziz,2020).

Espèces	Souches
<i>Lb. Acidophilus</i> <i>Lb. acidophilus</i>	LA-1/LA-5 (Chr. Hansen) NCFM (Rhodia) DDS-1 (Nebraska Cultures) SBT-2062 (SnowBrandMilkProducts)
<i>Lb. Johnsonii</i> <i>Lb. Bulgaricus</i> <i>Lb. Lactis</i>	La1 (Nestlé) Lb2
<i>Lb. casei</i> <i>Immunitans</i> <i>Lb. plantarum</i>	L1A (EssumAB ) (Danone) 299v , Lp01
<i>Lb. rhamnosus</i>	(Probi AB) GG (Valio) LB21 (EssumAB) 271 (ProbiAB)
<i>Lb. Reuteri</i> <i>Lb. casei</i>	SD2112 (aussi connu sous MM2) Shirota
<i>Lb. Paracasei</i> <i>Lb. fermentum</i>	(Yakult)
<i>Lb. Helveticus</i>	CRL431 (Chr.Hansen) RC-14 (Urexbiotech) B02

## 2.7. Propriétés probiotiques des Lactobacilles

Plusieurs études ont démontré les multiples effets bénéfiques des probiotiques. En effet , Les Lactobacilles d'importants colonisateurs de la flore digestive de l'Homme et des animaux.

Les preuves qui ont impliquées ce genre bactérien dans de nombreux rôles bénéfiques ne manquent pas, on peut citer quelques :

### 2.7.1. Diminution des diarrhées associées à l'antibiothérapie

Plusieurs souches probiotiques peuvent prévenir et restaurer les déséquilibres dus à l'antibiothérapie, comme par exemple : *Lb.acidophiles*, *Lb.rhamnus* GG, les résultats ont montrés une diminution de l'incidence des diarrhées de 0-10%(Rizk, 2009).

### 2.7.2. Amélioration de la digestion du lactose

Un manque congénital de -galactosidase entraîne une incapacité permanente à digérer le lactose, ce qui amène de nombreuses personnes à développer une intolérance au lactose. Cette assimilation pourrait s'expliquer par le métabolisme fermentaire du probiotique Lactobacilles qui hydrolyse le lactose. Au niveau intestinal, les bactéries probiotiques interagissent avec la bile pour améliorer la perméabilité membranaire de ces bactéries particulières, facilitant ainsi l'hydrolyse du substrat.

Si ces personnes étaient intolérantes au lactose, boire du lait avec *Lb. acidophilus* aiderait leur digestion (Rizk, 2009).

### 2.7.3. Action sur le syndrome d'irritabilité intestinale chronique

Selon le modèle cellulaire, le BL peut moduler la réponse immunitaire de différentes manières, parfois avec des effets opposés. Par exemple, *L. plantarum*, *L. rhamnosus* et *L. paracasei* subsp. Les spores *paracasei* peuvent stimuler la production de cytokines IL-10 et IL-12 sur les cellules monocytaires, même si ces cytokines ont des effets inflammatoires (Turpin, 2011).

#### Effet anticancérogène

Consommer *Lb. acidophilus* N-2 inhibe les activités -glucuronidases, nitroréductases et azoréductases des bactéries qui vivent dans le système digestif humain, ce qui a un effet néfaste sur le développement du cancer. De nombreuses recherches impliquant des individus humains ont montré l'existence de cet effet (Gilliland, 2001).

#### Effet sur la maladie de Crohn

La maladie de Crohn est une maladie intestinale chronique caractérisée par des périodes d'activation et d'inactivation in déterminées. Les causes les plus probantes de cette maladie sont dues à des bactéries infectantes de la lamina-propria, une baisse de la tolérance orale et à une faiblesse de la fonction barrière de la muqueuse. La souche de *Lb.rhamnosus* GG améliore la qualité de la barrière intestinale d'enfants souffrant de la maladie de Crohn(Gupta *et al.*,2000).

### **Inhibition l'infection à *Helicobacter pylori***

*Helicobacter pylori* est une bactérie à l'origine de la grande majorité des ulcères gastroduodénaux des gastrites chroniques. Du fait principalement de la résistance aux antibiotiques développée par le germe, mais aussi de la mauvaise tolérance digestive de l'antibiothérapie (diarrhées, ballonnements, nausées, vomissements...), c'est ce qui entraîne une mauvaise observance.

Des études ont prouvées que quelques souches de Lactobacilles peuvent survivre et croître en milieu acide dans l'estomac où elles peuvent s'opposer à la croissance de *Helicobacter pylori* comme : *Lb. casei* DN-114001, *Lb. acidophilus* LB (Farah, 2020).

### **Effets sur les diarrhées à rota-virus**

La Lorsque les probiotiques sont utilisés, la prévalence de l'infection à rotavirus dans HT-29 MTX (cellules qui génèrent du mucus gastro-intestinal) est réduite de plus de 80 % en raison de modifications de la glycosylation des cellulæ intestinales. La gravité de la diarrhée liée au rotavirus a considérablement diminué, ainsi que celle de l'infection à rotavirus (Trugnan, 2003). Le traitement par *L. rhamnosus* réduit la gravité de la diarrhée liée au rotavirus chez les enfants et accélère le processus de guérison (Laffarghe, 2015).

### **Réduction du cholestérol sérique**

Les patients hypercholestérol émiqes reçoivent un régime composé principalement de lait fermenté avec des suppléments de probiotiques, ce qui entraîne une diminution de la concentration de 3 g à 1,5 g. Le cholestérol est connu pour être utilisé par *L. acidophilus* pendant la croissance, empêchant la matrice sanguine de l'absorber (Shah, 2007).

# **Deuxième partie : Partie expérimentale**

# **Chapitre 03 : Matériels et Méthodes**



## Chapitre 03 : Matériels et méthodes

Les travaux (l'étude) menés par Sharma et al,(2019) ont été prise comme notre partie pratique de mémoire ainsi les résultats obtenues sont comparés avec d'autres travaux en relation avec l'intitulé de manuscrit.

Les articles sont comparés sont cités en annexe pour plus d'informations pour le jury.

### 3.1. Collecte d'échantillons

Au National Research Center for the Camel, des échantillons de lait de quatre espèces de caméléons distinctes - Mewari, Bikaneri, Kachchi et Jaisalmeri - ont été recueillis pour l'étude actuelle sur des périodes de lactation allant de un à douze mois (NRCCBikaner, Rajasthan). La procédure a été réalisée selon la tradition dans des environnements stériles et avec les conteneurs appropriés.

### 3.2. Analyse physicochimique du lait

Les échantillons de lait ont été analysés pour les graisses, protéines, lactose, densité, température, pH et point de congélation par Utilisation du lactoscan (Milkotronic Ltd. Bulgarie) (AOAC, 1995).

### 3.3. Enrichissement, isolement et dépistage du laboratoire

Les échantillons de lait ont été améliorés par l'ajout de 50 à 100 ml de MRSbouillon à 1 pour cent. Les échantillons améliorés ont été cultivés dans un agitateur foraminifère tournant (Brunswic) à 37°C pendant une semaine. Dans des récipients contenant le composé MRSgelose, les BL ont été séparés et comptés. Pendant 24 à 48 heures, les récipients ont été incubés à 37°C. Les colonies avec des morphologies distinctives doivent être choisies et purifiées.

Les expériences de l'étude ont toutes été répétées trois fois. Cette information est présentée comme la moyenne de trois répétitions de type écart. A p 0,05, les résultats étaient statistiquement significatifs.

### 3.4. Criblage de BL (bactéries lactiques)

Un processus de dépistage en deux étapes connu sous le nom de dépistage primaire et secondaire a été utilisé pour sélectionner les bactéries qui ont une activité probiotique. L'évaluation physiologique et morphologique des échantillons isolés (coloration par gramme et test de catalase) sert de base au criblage préliminaire, qui est suivi d'une seconde sélection

dans laquelle les échantillons bactériens ont été soumis à des conditions de stress abiotiques (tolérance à la salinité et à la température).

La caractérisation morphologique des souches bactériennes a été complétée par la coloration de Gram. Un microscope optique a été utilisé pour étudier les cultures bactériennes avant le test à la catalase. La présence de l'enzyme catalase a ensuite été déterminée dans les échantillons en utilisant 3 % de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Découvrez la morphologie de quelques cultures bactériennes de 24 heures qui présentent des probiotiques naturels.

### **3.5. Identification génotypique des isolats**

Afin d'identifier l'espèce au niveau de l'espèce, la séquence partielle du gène ADNr 16S' a été employée.

Les amorces PCR 27F (50-AGAGTTTGATCMTGGCTCAG-30) et 1492r, qui sont universelles et inversées, ont été utilisées pour amplifier le gène ARNr 16S à Eppendorf, Allemagne (50-TACGGYTACCTTGTTACGACTT-30). Chaque amorce (20 pmol par ml) était présente dans 0,5 ml du mélange de réaction PCR (25 ml), avec 0,5 % de DNTP, 2,5 % de modèle, 2,5 % de tampon 10x, 2,5 % de mgcl<sub>2</sub>, 0,2 % de mérance et 16,3 % de molécules moléculaires. l'eau. L'électrophorèse sur un gel d'agarose à 1 % a été utilisée pour analyser les résultats de la PCR. la PCR 16S amplifiée

Le produit du gène RARN a été isolé en utilisant un kit d'extraction sur gel (Reel Genomics, RBC, Inde) Par conséquent.

### **3.6. Les propriétés probiotiques de souches bactériennes sélectionnées**

Trois espèces différentes de BL - *Lactobacillus plantarum*, *Lactococcus lactis* et *Enterococcus lactis* - ont été utilisées et leurs caractéristiques probiotiques ont fait l'objet de recherches approfondies. Les recommandations de la FAO/OMS stipulent que deux limaces bactériennes A doivent réussir tous les tests afin de passer à l'étape suivante.

Chaque échantillon a été soumis à des tests secondaires pour examiner les propriétés probiotiques de neuf échantillons qui ont été sélectionnés en fonction des critères primaires (FAO/OMS, 2002).

### 3.6.1. Tolérance aux acides

Pour tester la tolérance à un pH bas, la méthode du bouillon a été utilisée. Pour contenir les organismes isolés, 40 ml (2 pour cent [vol/vol]) d'une culture activée pendant la nuit ont été ajoutés à 2 ml de bouillon MRS-Cys ajusté à pH 2 et pH 4. Pendant 48 à 72 heures, les tubes de vaccination ont été incubés à l'aide d'un anaéro-cultes dans un conteneur anaérobiose (Pereira et Gibson, 2002).

### 3.6.2. Tolérance au sel biliaire

En raison de leur capacité à prospérer dans des environnements salins, des isolats ont été choisis biliaires (oxgall).

La culture d'une nuit d'isolement a été ajoutée à un bouillon MRS-Cys avec différentes concentrations d'oxgall (0,3 %, 0,5 % et 1 % [p/v]). Le pH a été réduit à 6 en utilisant du HCl 1N ou du NaOH 1N, et l'aérobiose a pu se développer pendant 48 à 72 heures à 37°C. Le taux de croissance bactérienne a été suivi en mesurant la densité optique à 600 nm PAR avec un spectrophotomètre UV-Vis (Shimadzu, Japon).

### 3.6.3. Activité hydrolase de sel biliaire

L'activité BSH des articulations enflées a été examinée à l'aide de la méthodologie de l'expérience de plaque (Gallego et al., 2013). Sur des plaques de gélose MRS, les cultures qui avaient poussé tout au long de la nuit ont été comptées à l'aide d'une plaque d'étalement pour déterminer l'activité. méthode employant différents sois biliaires sur plaques de gélose MRS (comme mentionné dans la tolérance aux sois biliaires). A 37 degrés Celsius, les plaques ont été incubées pendant 24 heures. La présence de halos de précipitation autour des colonies a été confirmée après 72 heures. les actions de BSH.

### **Hydrophobicité de surface cellulaire :**

La capacité des organismes à se lier aux glucides est la condition la plus importante pour le processus d'adhésion, telle que déterminée par une version modifiée de (Vinderola et Reinheimer, 2003). Le LAB (Laboratoire d'Etudes Avancées) Le bouillon de culture MRS, pesant 6000 g, a été centrifugé et mis en suspension dans le même tampon après avoir été rincé deux fois avec K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0,05 M. Il avait un DO d'environ 1, environ. Environ 3 mL, 0,6 mL de trois hydrocarbures différents (n-2 hexadécane, toluène et xylène) ont été mis en contact avec cette solution bactérienne par centrifugation sur le vortex pendant deux minutes. Les autres phases ont eu la même opportunité de se séparer par décantation à 37°C pendant une heure que la phase aqueuse.

. La diminution de la valeur de l'absorbance de la phase aqueuse était considérée éred pour être équivalent à l'hydrophobicité de la surface cellulaire (H%), qui a été calculé avec la formule donnée. où A<sub>0</sub> et A sont l'absorbance avant et après l'extraction avec hydrocarbures

$$H\% = \left\{ \frac{A_0 - A}{A_0} \right\} * 100$$

où A<sub>0</sub> et A sont l'absorbance avant et après l'extraction des hydrocarbures, respectivement.

## **3.7. Évaluation de la sécurité du laboratoire (bactéries lactiques)**

### **3.7.1. Sensibilité aux antibiotiques**

Selon Bauer et al. (1966), la méthode de diffusion sur disques de gélose a été utilisée pour déterminer la susceptibilité à recommander des suspensions bactériennes. Suite à la croissance de 10 ml de gélose MRS en surfusion par 100 ul d'une jeune culture bactérienne, on a laissé la solidification de la gélose se poursuivre, puis des disques antimicrobiens ont été placés à la surface de la gélose solidifiée, et les récipients ont été incubés à 37°C pendant 48 heures. Les antibiotiques suivants ont été utilisés pour tester la résistance : amikacine (10 mg), lincomycine (15 mg), streptomycine (100 mg), pénicilline G (10 mg), tétracycline (30 mg) et chloramphénicol (25 mg). La zone inhibitrice a été mesurée en millimètres (mm).

### 3.7.2. Test d'activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne des souches étudiées a été vérifiée en utilisant la Méthode de diffusion en puits d'agar (Balouiri et al., 2016). Les souches étaient criblées pour la production d'antimicrobiens contre *Staphylococcus Aureus* (ATCC- 6538), *E. coli* (ATCC- 11775), *Bacillus cereus* (ATCC-BAA-512) et *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC-19429).

Des boîtes de pétri contenant la gélose Mueller Hinton ont été préparées et ensemencées avec les souches pathogènes indicatrices. Des puits (5 mm) ont été fabriqués dans les plaques de gélose et remplis de 100 µl de culture de testée. Les plaques ont été incubées à 37 ° C pour 24–48 h. la zone claire d'inhibition est mesurée en mm.

### 3.7.3. Test d'activité hémolytique

Selon Bauer et al. (1966), la méthode de diffusion sur disques de gélose a été employée pour évaluer la sensibilité des suspensions bactériennes à proposer. Suite à la croissance de 100 µl d'une jeune culture bactérienne dans 10 ml de gélose MRS en surfusion, on a laissé la gélose continuer à se solidifier avant d'appliquer des disques antimicrobiens à sa surface et les récipients ont été incubés à 37°C pendant 48 heures. L'amikacine (10 mg), la lincomycine (15 mg), la streptomycine (100 mg), la pénicilline G (10 mg), la tétracycline (30 mg) et le chloramphénicol étaient les antibiotiques utilisés pour tester la résistance (25 mg). Des millimètres ont été utilisés pour mesurer la zone inhibitrice (mm) (Wang et al., 2016).

### 3.7.4. Test d'adhésion cellulaire in vitro

le principal indicateur du potentiel d'un probiotique. Une bactérie probiotique doit pouvoir adhérer aux cellules épithéliales du système gastro-intestinal pour coloniser. La lignine CaCO<sub>2</sub> et les adhérences aux jonctions cellule à cellule ont été utilisées dans l'enquête actuelle pour mesurer le niveau d'adhérence intercellulaire. La coloration Giemsa a été utilisée pour surveiller l'interaction, et 20 champs microscopiques distincts ont été utilisés pour noter l'adhérence (Han et al., 2017). Il a été étudié si *L. plantarum* et *E. lactis* pouvaient adhérer à CaCO<sub>2</sub>. 37 degrés Celsius dans un environnement humide avec 5% de CO<sub>2</sub> était la température idéale pour le celluloïd.

# **Chapitre 04 : Résultats et discussion**

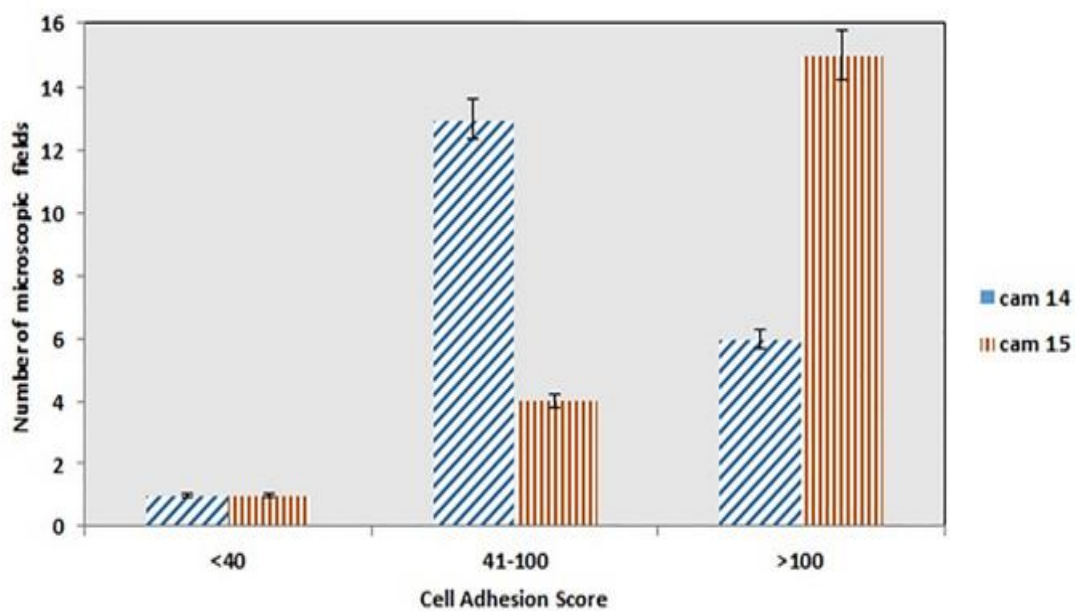
## Chapitre 04 : Résultats et discussion

### 4.1. Tolérance des souches à pH 2, à la pepsine et à la pancréatine

L'un des principaux critères de sélection des souches probiotiques est leur capacité à résister à l'acidité de l'œsophage. Les souches probiotiques doivent être résistantes aux maladies gastro-intestinales nocives.

Après trois heures, ce qui correspond au temps typique pour que les aliments traversent l'œsophage, la survie des infections bactériennes a été déterminée. Seuls les isolats LAB avec des taux de survie d'au moins 80 % parmi les isolats ont été choisis pour les études de résistance à d'autres conditions du tube digestif.

Selon les résultats présentés sur la figure, 80 bactéries ont été isolées du thé à la camomille, mais seuls neuf de ces isolats ont été choisis pour leur capacité à survivre dans des environnements acides lorsque la pepsine était présente et que le pH a été ajusté à 5, 4, 3 et 2. Ils ont découvert qu'il survit à un pH de 3,0. (.Sharma *et al.* (2021))



**Figure 1** : Tolérance aux acides des souches sélectionnées à différents pH

En effet, de nombreuses recherches ont montré que les souches de *Lactobacillus* étaient résistantes à des pH variant entre 2,5 et 4 (Du Toit *et al.*, 1998; Dunne *et al.*, 2001).

Des résultats similaires ont été obtenus par des travaux menés par Abbas and Mahasneh (2015), où des souches isolées du lait de chamelle appartenant au genre *Lactobacillus* étaient pour la plupart capables de survivre à un pH acide (3,9) la majorité de ces souches isolées appartenait l'espèce *L. fermentum*, *L. plantarum* et *L. paracasei subsp. paracasei*. (Abbas et Mahasneh . 2015 )

D'autres études menées par MERMOURI et al. ont résulté que tous les isolats avaient la capacité de se développer sur une gélose MRS à pH 3.5, la survie était détectée pour toutes les souches à pH 3 pendant 18 h de incubation, mais pas pour tous, à pH 2. Ainsi, la majorité des souches ont montré une diminution de leur croissance à pH 2 après 18h d'incubation, alors que des souches n'ont poussé qu'après 2 h et non après 18 h de incubation; et des autres souches n'ont pas encore poussé dans ces conditions (Mermouri *et al.* . 2017 )

#### **4.2. Tolérance aux sels biliaires**

La bile joue un rôle important dans le mécanisme de défense de l'intestin, et son comportement inhibiteur dépend de la concentration en sels biliaires (Charteris *et al.*, 2000).

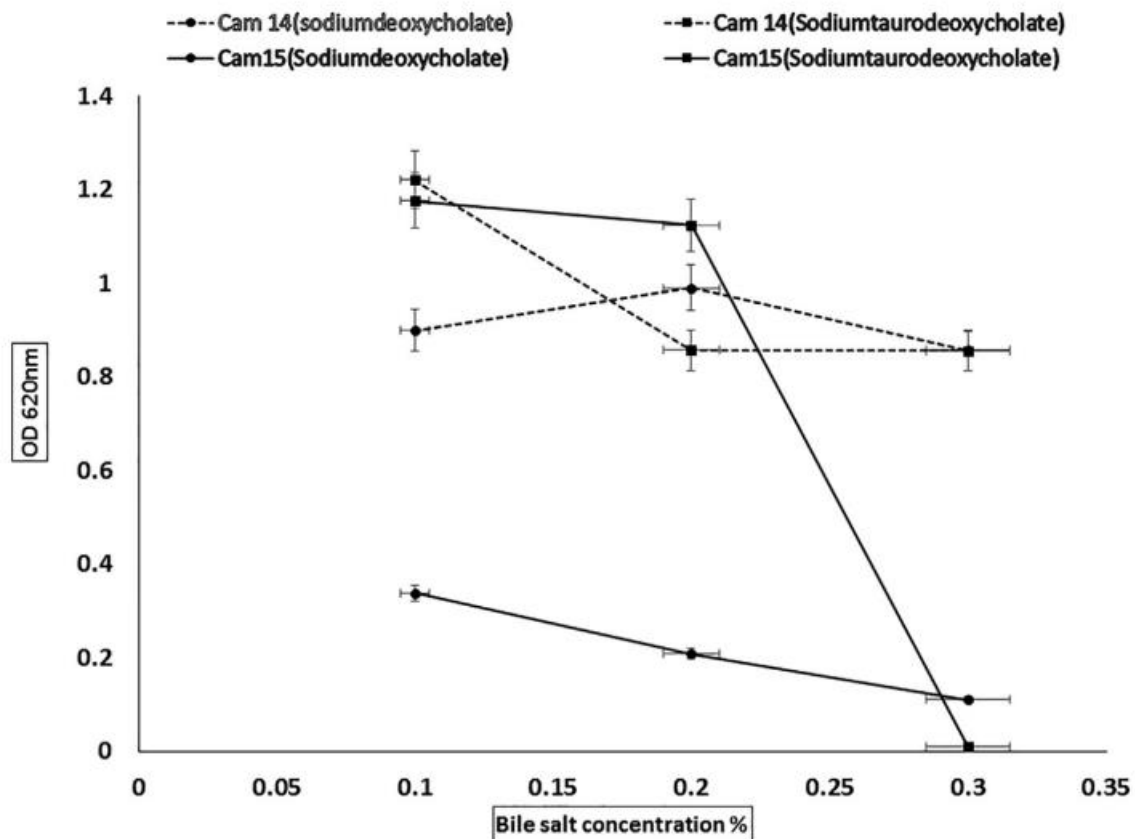
La tolérance à la bile est l'une des caractéristiques recherchées lors de la sélection des bactéries probiotiques (Bouguerra, 2012).

Dans cette étude Le test de tolérance par utilisation de sodium deoxycholate, sodium taurocholate et sodium cholate. *E. lactis* et *L. plantarum* (cam 14 et cam 15).

des concentrations de 0,1, 0,15 0,2 0,25 0,3, de sels biliaires ont été utilisés pour réaliser la recherche , En générale les concentrations physiologiques de la bile humaine est égal 0.3 (Shukla *et al.*, 2014).

Les résultats obtenus du test sont montrés dans la figure





**Figure 2 :** Données de tolérance aux sels biliars des souches sélectionnées

D'après la figure Il s'avère que toutes les souches de LAB présentaient une excellente tolérance à la bile.

Egalement le mécanisme de résistance des bactéries lactiques au base pH ou concentration biliaire se défère selon les espèces et les souches (Aarti et al., 2017).

l'étude suggéré que les souches *L. plantarum* et *E. lactis* ont été capable de survivre au sel biliaire a des pourcentage élevée (0.3%) de concentration biliaire. Les résultats de Cette résistance peu têtre attribuée à sa capacité de production de la bile hydrolase .

Une activité potentiel d'hydrolyses a été observé par *Enterococcus lactis* (cam 14) avec le deoxycholate, sodium taurodeoxycholate et le sodium cholate, cependant *Lactobacillus plantarum* (cam 15) a montré une activité d'hydrolyse contre sodium deoxycholate et sodium taurodeoxycholate suivie par *Lactococcus lactis* (cam 12) en montrant une activité d'hydrolyse que contre le sodium taurodeoxycholate (tableau 3).

**Tableau 1:** Activité d'hydrolyse des sels biliaires (Sharma et al.,2020).

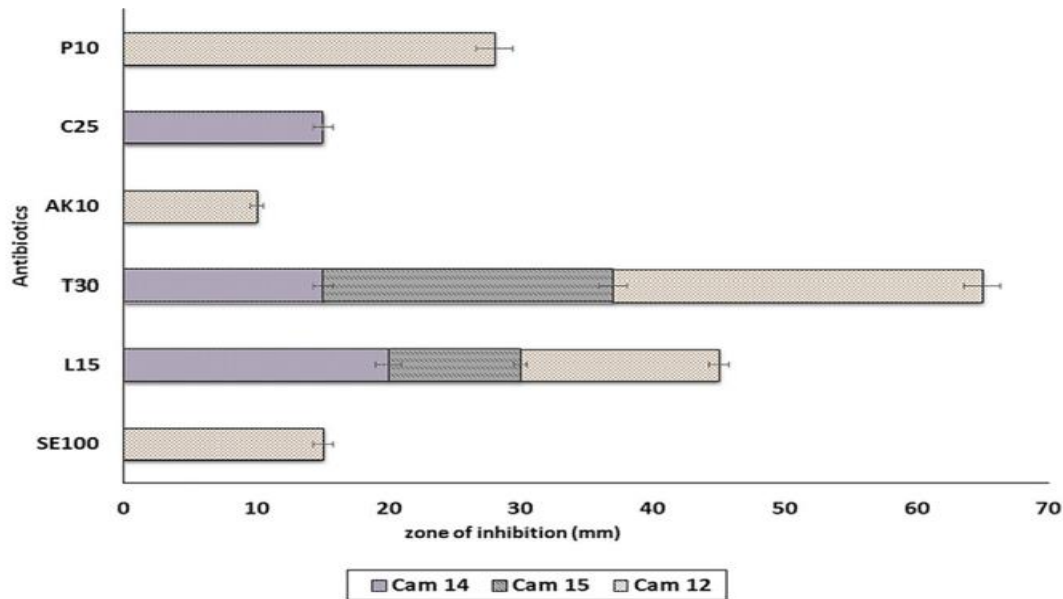
<b>Strains</b>	<b>Sodium deoxycholate (log<sub>10</sub>CFU/ml)</b>	<b>Sodium tauro deoxy cholate (log<sub>10</sub>CFU/ml)</b>	<b>Cholic acid log<sub>10</sub>CFU/ml</b>
<i>Lactococcus lactis</i> (cam 12)	No precipitated colonies were observed	7.0 ± 0.001	No precipitated colonies were observed
<i>Enterococcus lactis</i> (cam 14)	8.25 ± 0.003	7.85 ± 0.002	7.89 ± 0.002
<i>Lactobacillus plantarum</i> (cam 15)	7.21 ± 0.002	7.90 ± 0.001	No precipitated colonies were observed

D'autres études menées par Abbas et Mahasneh (2015) démontrent un score élevé de survie en présence de sels biliaires jusqu'à 1% comme *L.fermentum* a présenté le taux de croissance le plus élevée à 0,3% de concentration de sels biliaires et *L. plantarum* a montré une excellente survie à 0,5% de bile, même à 1 % de bile les deux ont montré une bonne taux de survie.(Abbas et Mahasneh .2015)

### 4.3. Résistance aux antibiotiques

Les espèces *Lactobacillus* de bactéries lactogènes sont probablement celles qui sont utilisées comme probiotiques dans une variété de régimes car elles se trouvent le plus souvent dans les produits laitiers fermentés.

Les tissus sujets de l'étude ont été examinés pour leur sensibilité à divers antibiotiques (pénicilline, amikacine, lincomycine, streptomycine, tétracycline et chloramphénicol) en utilisant la méthode de diffusion de disques antibactériens sur des capsules de gélatine dans un environnement d'avion, les résultats sont rapportés à la Figure



**Figure 3:** Evaluation antibiotique des souches potentielles

Au Cent pour cent des LAB se sont révélés résistants aux médicaments antimicrobiens chloramphénicol et lincomycine, qui empêchent la formation de parois cellulaires et d'acides nucléiques. Seuls 30% des LAB sont des intermédiaires entre l'amikacine, le chloramphénicol et la streptomycine. Il a été établi que la cellule parotide contenant de la pénicilline rend souvent les lactobacilles sensibles.

Il est également probable que les espèces LAB varient dans leur sensibilité et leur résistance aux antibiotiques qui arrêtent la synthèse des protéines, telles que le chloramphénicol, la lincomycine et la tétracycline, même si les lactobacilles sont normalement vulnérables à ces médicaments (Solieri et al., 2014)

Une étude similaire sur la résistance des souches de lactobacilles, est montrée que Un isolat de lactobacilles potentiellement probiotiques a été soumis à des tests de sensibilité aux antibiotiques en utilisant la méthode de diffusion sur gélose. Tous les souches sont sensibles à la pénicilline, à l'ampicilline, Amoxicilline, tétracycline, pristina mycine, érythromycine et rifampine. L'isolat *L.plantarum* a démontré une résistance intermédiaire au cotrimoxazole. L'observation notable est la résistance à la ciprofloxacine exprimée par cet isolat (Mami, A., & Kihal, M. (2019).).

#### 4.4. Activité anti-microbienne

Le test d'activité antagoniste démontre clairement les traits que possèdent certains probiotiques qui les amènent à inhiber d'autres pathogènes. Cette enquête a démontré un effet inhibiteur sur le développement de bactéries nocives. *E. coli* était normalement inhibé par la cam 12 *Lactococcus lactis*, tandis que la cam 14 *E. lactis* et la cam 15 *L. plantarum* avaient un effet inhibiteur plus important sur *S. aureus*, *E. coli* et *B. cereus*.

Les souches LAB sélectionnées avaient la capacité de créer des bactériocines et des acides organiques, qui sont des substances antibactériennes pouvant être utilisées comme conservateurs alimentaires. Nos résultats sont étayés par la découverte plus récente que la source isolée des bactéries lactiques était cruciale dans la suppression d'une variété d'agents pathogènes (Annuk et al., 2003).

D'autre part, une étude a été menée par (Abbas and Mahasneh et al .2015 ) montré divers degrés d'activité anti-pathogène des espèces de *Lactobacillus*.

L'activité la plus élevée a été observée pour *L.fermentum* contre les SARM bactéries suivi de *L.plantarum* contre *Bacillus cereus*.

*L.fermentum* était le moins actif contre *Escherichia coli* et *Salmonella typhimurium*.

Dans général tous les 14 *Lactobacillus* isolés exposés activité antipathogène significative contre le SARM et *B. cereus*.( Abbas and Mahasneh et al .2015 )

Une étude similaire étudiant la activité antimicrobienne des souches de lactobacilles, est montre que L'isolat a inhibé la croissance de toutes les souches pathogènes Mami et al. (2014) Il a également été remarqué que les *Lactobacillus plantarum* a inhibé la croissance de tous les indicateurs pathogènes.( Mami et al . 2014 )

Autre étude sur l'activité antibactérienne a été réalisée avec la majorité des bacteries lactique, des variations dans leur potentiel d'inhibition a été observé.

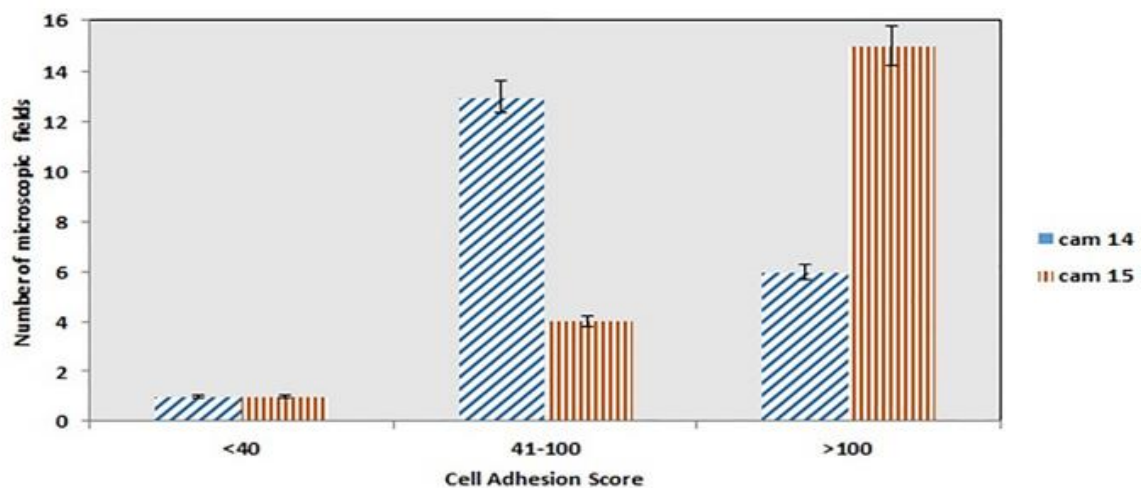
Les résultats ont montré que la majorité des souches ont une bonne activité antimicrobienne contre *Pseudomona ssp.*, *Staphylococcus aureus* et *E coli*; et a présenté la

plus faible inhibition contre *Listeria ivanovii* . ( Mermouri et al .2017 )

#### 4.5. Capacité d'adhésion

La Un autre aspect à considérer lors de la sélection des souches probiotiques est la capacité d'adhésion, qui est reconnue comme un critère standard pour choisir un probiotique (Duary et al., 2011). Les souches BL choisies ont été examinées dans la présente enquête pour leur capacité à s'accrocher à la lignine de la paroi cellulaire Caco-2. Une forte adhérence de la lignine a été montrée par *L. plantum* (cam 15) (> 100 bactéries/ 15 champs microscopiques). En plus de montrer un score d'adhérence de 100 bactéries/6 champs microscopiques était *E.lactis* (cam 14), les résultats d'adhésion des bactéries lactiques sont représentés dans la figure .

Sur l'évaluation comparative *Lactobacillus reuteri* a montré un score d'adhésion de 100%



**Figure 4.** Score d'adhérence des souches (nombre de cellules bactériennes adhérant à la lignée cellulaire Caco-2).

Une étude similaire menée par MERMOURI *et al* a été faite pour détecter la capacité des souches sélectionnées à adhérer aux cellules épithéliales du poulet a été défini par microscopie optique, utilisant une coloration au bleu de méthylène et par l'analyse de

l'environnement. ( Mermouri et al .2017 )

Ainsi, six souches de (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sp*, *Lactobacillus fermentum*) ont montré, in vitro, une bonne capacité à adhérer les cellules de l'épithélium intestinal de poulet .( Mermouri et al .2017 )

D autre part un autre recherche montré que la capacité d'adhésion de certains souches isolats est variable selon les espèces et les souches. Mais generalemnet tous les espeses selectiones pour letude avoir bonne capacité a lahdesion aux Cellules de l'épithélium intestinales et Tissu iléal intestinal de BALB/c des Souris . ( Abbas et Mahasneh .2015 )

# **Conclusion**

## Conclusion

Une partie cruciale du microbiote humain est composée des bactéries Gram-positives présentes dans les LAB et des nouveaux produits probiotiques. Un probiotique *Lactobacillus* est une bactérie vivante qui peut être dérivée de l'alimentation d'un consommateur et qui a la capacité d'améliorer la santé. C'est pourquoi nous nous sommes efforcés d'insister sur cette dernière qualité.

Cette étude a recherché des espèces lactobactériennes dans les solides du lait de chamelle pour voir s'il y avait des zones acides avec un potentiel probiotique. Elle se concentre sur la capacité des souches de lactobacilles fonctionnels *in vitro* à adhérer aux surfaces, la résistance à la résistance aux antibiotiques, l'absence de traits indésirables et l'activité antibactérienne.

Plusieurs recherches ont contribué à l'examen *in vitro* de ces qualités, et les rapports ont fréquemment coïncidé avec nos résultats et vérifié notre analyse différentielles finale ci-dessous :

Les lactobacilles, une fois consommés, affrontent les différents facteurs de résistance de l'organisme et arrivent vivants sur le lieu d'action. La capacité de survie est déterminée par la résistance de la souche, la quantité de lactobacilles consommée, les facteurs liés à l'hôte, ainsi que l'aliment ou le vecteur galénique consommé.

Dans l'estomac, les lactobacilles sont confrontés à l'acidité gastrique, qui constitue leur principale défense. Par conséquent, tous les probiotiques doivent avoir une tolérance élevée à l'acidité de l'estomac, qui est principalement attribuable aux mécanismes d'alcalinisation du milieu extracellulaire.

Le problème suivant se situe au niveau du duodénum, où les acides biliaires sécrétés ont un effet antiseptique, rendant les Lactobacilles résistants. De plus, le pourcentage de Lactobacilles qui survivent peut diminuer à mesure qu'ils déconjugent leurs sels biliaires, réduisant ainsi leurs effets toxiques.

Les Lactobacilles de l'intestin sont résistants au mucus, qui contient des substances



chimiques antimicrobiennes, ainsi qu'au péristaltisme, qui limite la colonisation bactérienne grâce à son fort effet propulseur. Ils produisent des substances antimicrobiennes telles que des acides organiques et des bactériocines.

Les lactobacilles créent des acides organiques, qui limitent l'activité enzymatique et la croissance de certaines bactéries, notamment les bactéries Gram-négatives, en acidifiant le milieu.

Les bactériocines, quant à elles, agissent sur les bactéries à Gram positif en se liant à certains récepteurs membranaires bactériens et en produisant des pores qui permettent au contenu intracellulaire de s'échapper, entraînant la mort de la bactérie nuisible.

Par conséquent, les lactobacilles ingérés se fixent à la paroi intestinale, ce qui augmente leurs chances de survie et leur efficacité.

Les lactobacilles se lient efficacement aux types de cellules Caco-2 et HT29-MTX de l'épithélium intestinal humain

Ces données suggèrent que ces souches du genre *Lactobacillus* pourraient être de bonnes options probiotiques. Par conséquent, elles pourraient être employées comme suppléments de culture dans les produits laitiers fonctionnels pour en améliorer la qualité.

# **Les références bibliographiques**

## Les références bibliographiques

- Abbas H. H., Abudulhadi S., Mohammed A., Shawkat D. S., et Baker Y. M. 2016. Effect of *Lactobacillus* sp. crude bacteriocin (CB) and cell-free supernatant (CFS) 570 against *E. coli* growth and adherence on vaginal epithelial cell surface. *International Journal of Advanced Research*4(1): 614–620.
- Al-Madboly L. A., and Abdullah A. K. 2015. Potentant agonistic activity of Egyptian *Lacto bacillus plantarum* again stmulti resistant and virulent food-associated pathogens. *Frontiersin microbiology*6:347-358.
- Bahri F. 2014. Isolement et caractérisation des souches de Lacto bacilles à caractères probiotiques à partir de selles d'enfants : Microbiologie Appliquée. Thèse de doctorat en science, Université Constantine I, Algérie, p5.
- Belkheir Kh .2017.Caractérisation de nouvelles souches de bactéries lactiques isolées du lait de chamelle d'Algérie, Réalisation de ferments lactiques : Génie microbiologique. Thèse de doctorat, Université Oran 1 Ahmed Ben Bella, Algérie, pp.20-30.
- Belkhezi L. 2020. Les Lacto bacilles: Rôle physiologique et intérêt en santé humaine: Pharmacie. Thèse de doctorat en pharmacie, Université Mohammed V de Rabat, Maroc, pp. 13-14.
- Benkerroum N, and Tamime A.Y. 2004. Technology transfer of some Moroccan: a review. *Food Microbiol*: 399–413.
- Ebel B. 2012. Sélection de bactéries probiotiques et amélioration de la survie et de la fonctionnalité d'une bactérie modèle, *Bifidobacterium bifidum*, par modification du potentiel d'oxydo réduction par bullage de gaz: Microbiologie. Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, France, p 9.
- Ezzariga N. 2015. Probiotiques : Application thérapeutiques et effets secondaire: Pharmacie. Thèse de doctorat, Université Mohamed V de Rabat, Maroc, p3.
- Farah A. 2020. Les probiotiques et leur place dans la pratique officinale : Enquête auprès des pharmaciens officinaux : Pharmacie. Thèse de doctorat, Université Mohamed V de Rabat, Maroc, p 62.

- Food and Agricultural Organization of the United Nations and World Health Organization. 2002. Joint FAO/WHO working group report on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food. Food and Agricultural Organization of the United Nations [online].
- Gilliland S. E. 2001: Probiotics and probiotics. Appl. Dairy Microbiology. 2nd ed. Dekker 10:327-343.
- Gupta P., Andrew H., Kirschner B. S., and Guandalini S. 2000. Is *Lactobacillus GG* Helpful in Children with Crohn's Disease? Results of a Preliminary, Open-Label Study. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition 31(4):453–457.
- Hammi I. 2016. Isolement et caractérisation de bactériocines produites par des souches de bactéries lactiques isolées à partir de produits fermentés marocains et de différentes variétés de fromages français : Chimie analytique. Thèse de doctorat, Université de Strasbourg, France, p 2.
- Hill C., Guarner F., Reid G., Gibson G. R., Merenstein D. J., Pot B., Morelli L., Canani R. B., Flint H. J., Salminen S., Calder P. C., and Sanders M. E. 2014. Expert consensus document: The international scientific association for probiotics and prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology 11:506–514.
- Holzappel W. H and Wood B. J. 1995 .The Genera of Lactic Acid Bacteria, Springer-Verlag, 1st ed, 398 p.
- Huang C.-H., Li S. W., Huang L., and Watanabe K. 2018. Identification and Classification for the *Lactobacillus casei* Group. Frontiers in Microbiology 9.
- Huang J. S., Bousvaros A., Lee J. W., Diaz A., and Davidson E. J. 2002. Efficacy of probiotic use in acute diarrhea in children. Digestive Diseases and Sciences 47:2625–2634.
- Jones M. L., Tomaro-Duchesnea C., Martoni C. J., et Prakash S. 2013. Cholesterol lowering with bile salt hydrolase-active probiotic bacteria, mechanism of action, clinical evidence and future direction for heart health applications. Expert Opinion on Biological Therapy 13(5) :631–642.
- Kharchi M & Lemchouchi F . 2021. Contribution à l'évaluation du potentiel probiotique de *Lactobacillus* isolées à partir de lait de chamelle: Microbiologie appliquée .Mémoire de magister, Université de Biskra, Algérie.

- Kechaou N, 2012. Identification de nouvelles souches probiotiques à propriétés immuno-modulatrices et anti-oxydantes : Microbiologie. Thèse de doctorat, Université Paris Sud, France, p 37.
- Laffarghe C. 2015. Intérêt des probiotiques dans la prévention de pathologies et conseils en officine: Pharmacie. Thèse de doctorat, Université Toulouse III Paul Sabatier, France, p66.
- Lahtinen S., Salminen S., von Wright A., and Ouwehand A.C. 2012. Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects, Fourth Edition (4th ed.). CRC Press.
- LeB., et Yang S.H. 2018. Efficacy of *Lactobacillus plantarum* in prevention of inflammatory bowel disease. Toxicology Reports 5:314-317.
- Mahmoudi M., Khomeiri M., Saeidi M., Kashaninejad M., and Davoodi H. 2019. Study of Potential Probiotic Properties of Lactic Acid Bacteria Isolated from Raw and Traditional Fermented Camel Milk. Journal of Agricultural Science and Technology 21(5) :1161-1172.
- Mami A et Kihal M. 2019. Activité anti-bactérienne de *lacto bacillus plantarum*: Le bio-contrôle des bactéries d'altération alimentaire par les bactéries lactiques du genre *lacto bacillus*. Vol .96, Biologie. Éditions universitaires européennes, pp .12-13.
- Menad, N. 2017. Effet antlagoniste des bactéries lactiques isolées à partir du lait de vache -à- vis de *Salmonella* sp. Thèse de doctorat . Mostaganem: Faculté des sciences de la nature et la vie .
- Metlef S. 2008. Effet antagoniste de *Lactococcus lactis*, souches extrémophiles locales, sur des espèces de la flore intestinale résidente : Sciences Alimentaires. Mémoire de magister, Université Hassiba Ben Bouali Chlef, Algérie, p3.
- Milliot-Stoclin R. 2015 .Les probiotiques : Veni Vidi Vici : Pharmacie. Thèse de doctorat, Université de Lille 2, France, p37.
- Nissen L., Sgorbati B., Biavati B., and Belibasakis G. N. 2014. *Lactobacillus salivarius* and *L.gasseri* down-regulate *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*

exotoxins expression. *Annals of Microbiology*64:611-617.

- Ourtirane R. 2013. Etude de quelques aptitudes probiotiques de *Lacto bacillus paracasei sub sp paracasei* BMK 2005 : Microbiologie Alimentaire et Santé. Mémoire de magister, Université Abderrahmane Mira Bejaia, Algérie, p11.
- Ouwehand A. C., Forssten S., Hibberd A. A., Lyra A., et Stahl B. 2016. Probiotic approach to prevent antibiotic resistance. *Annals of Medicine*48:246–255.
- Rahli F. 2015. Valorisation du lait de chamelle par l'exploitation des potentialités technologiques des bactéries lactiques isolées localement: Contrôle microbiologique et hygiène alimentaire. Thèse de doctorat (LMD), Université D'Oran-1, Algérie, p.35-38.
- Rizk H-A. 2009. Etude du potentiel probiotique et technologique des lactobacilles isolés du lait cru de chamelle : Microbiologie appliquée. Mémoire de magister, Université d'Oran, Algérie, p 30-33.
- Rofes, C. 2014. Intérêts du microbiote intestinal et probiotiques: Pharmacie. Thèse de doctorat, Université Toulouse III-Paul Sabatier, France, p 44.
- Romeo M. G., Romeo D. M., Trovato L., Oliveri S., Palermo F., Cota F., and Betta P. 2011. Role of probiotics in the prevention of the enteric colonization by *Candida* in preterm newborns: Incidence of late-onset sepsis and neurological outcome. *Journal of Perinatology*31 :63–69.
- Routier A. 2019. Mécanismes d'action des probiotiques dans des modèles parodontaux in vitro : revue de littérature : Chirurgie dentaire. Thèse de doctorat, université de Lille, France, pp.37-51.
- Saidi Y. 2020. Biodiversité de la microflore lactique du lait cru de dromadaire et évaluation de ses caractères technologiques: Microbiologie appliquée, Contrôle microbiologique et hygiène alimentaire. Thèse de doctorat, Université Oran 1 Ahmed Ben Bella, Algérie, p22.
- Salminen S., von Wright A., Morelli L., Marteau P., Brassart D., de Vos W. M., Fordén R., Saxelin M., Collins K., Mogensen G., Birkeland S., et Mattila-Sandholm T. 1998. Demonstration of safety of probiotics- A review. *International Journal of Food Microbiology*, volume44, 93–106.
- Senouci D .E. 2018. Biodiversité des bactéries lactiques dans les produits

laitiers et leurs propriétés technologiques (cas du lait de dromadaire) : Microbiologie Appliquée, Contrôle microbiologique et hygiène alimentaire. Thèse de doctorat 3eme cycle, Université Oran1 Ahmed Ben Bella, Algérie, pp.19-27.

- Shah N.P. 2007. Functional cultures and health benefits. *International Dairy Journal*, 17(11), 1262–1277.
- Tahlaïti H. 2019. Etude des propriétés technologiques et inhibitrices de bactéries lactiques isolées à partir de blé fermenté: Microbiologie. Thèse de doctorat, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, Algérie, pp.16-17.
- Trugnan G. 2003. Mécanisme d'action des probiotiques dans les défenses anti-rotavirus. *Intes.Homeo*: 1-5
- 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: Biotechnologie, microbiologie. Thèse de doctorat, Université de Montpellier 2, France, pp .2-42-48.
- Umar Meleh H., Choo S., Mohd Desa M.N., Chew S.Y., Rangasamy P., Hassan H., et Than
- L.T.L. 2020 . Isolation and safety characterisation of lactobacilli strains with anti microbial Properties as potential probiotics for human use. *LWT* :109796.
- Zehri W & Khoubzi S . 2019. Etude du potentiel probiotique de lactobacillus isolées du lait de chamelle : Microbiologie appliqué .Mémoire de magister, Université de Biskra, Algérie, p 15-16

# **Annexes**



# Annexes

## ➤ Références des articles inclus dans la partie expérimentale

Abbas M and Mahasneh A. 2015. Functional Characteristics of Lactobacillus Strains Isolated

from Camel's Milk. *British Journal of Medicine and Medical Research* 7(1):25–39.

Abushelaibi A., Al-Mahadin S., El-Tarabily K., Shah N. P., and Ayyash M. 2017. Characterization of potential probiotic lactic acid bacteria isolated from camel milk. *LWT Food Science and Technology* 79:316–325.

Al-Tawaha R., and Meng C. 2018. Potential benefits of Lactobacillus plantarum as probiotic and its advantages in human health and industrial applications: a review. *Advances in Environmental Biology* 12(1):16-27.

Amara S., Zadi-Karam H., and Karam N. E. 2019. Selection of Lactobacillus strains newly isolated from Algerian camel and mare fermented milk for their in vitro probiotic and lipolytic potentials. *African Journal of Biotechnology* 18(30):882-894.

Ammor M. S., and 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.

Bakari D., Tatsadjieu N. L., Mbawala A., Mbofung C. M. 2011. Assessment of physiological properties of some lactic acid bacteria isolated from the intestine of chickens use as probiotics and antimicrobial agents against enteropathogenic bacteria. *Innovative Romanian Food Biotechnology* 8: 33-40.

Bengoa A. A., Zavala L., Carasi P., Trejo S. A., Bronsoms S., de los Ángeles Serradell M., and Abraham A. G. 2018. Simulated gastrointestinal conditions increase adhesion ability of Lactobacillus paracasei strains isolated from kefir to Caco-2 cells and mucin. *Food Research International* 103 :462-467.

Bouguerra A .2012.Caractérisation des bactéries lactiques du lait de chamelle : Microbiologie, Thèse de magister, Université FERHATE Abbas –Setif, Algérie, p 70.

Bove P., Russo P., Capozzi V., Gallone A., Spano G., and Fiocco D. 2013. Lactobacillus plantarum passage through an oro-gastro-intestinal tract simulator: carrier matrix effect and Annexes transcriptional analysis of genes associated to stress and probiosis. *Microbiological Research* 168(6):351-359.

Cotter P. D., and Hill C. 2003. Surviving the Acid Test: Responses of Gram-Positive Bacteria to Low pH. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 67(3): 429–453.

Cotter P.D., Hill C. 2003. Surviving the acid test: response of Gram-Positive bacteria to low pH. *Microbiolgy and Molecular Biology Reviews* 67: 429-453.

Dalié D. K. D., Deschamps A. M. and Richard-Forget, F. 2010. LAB – Potential for Control of Mould Growth and Mycotoxins: A Review. *Food Control* 21: 370-380.

Danielsen M., and Wind A. 2003. Susceptibility of *Lactobacillus* spp. to antimicrobial agents. *International Journal of Food Microbiology* 82(1):1–11.

Dworkin M., Falkow S., Rosenberg E., Schleifer K. H., Stackebrandt E. 2006. The prokaryotes “third edition”: A handbook on the Biology of bacteria: Firmicutes, Cyanobacteria. Springer, Singapore. Florez A. B., and Mayo B. 2018. Genome analysis of *Lactobacillus plantarum* LL441 and genetic characterisation of the locus for the lantibiotic plantaricin C. *Frontiers in microbiology*, 9(1), 1 -11.

Gagnon M., Zihler Berner A., Chervet N., Chassard C., and Lacroix C. 2013. Comparison of the Caco-2, HT-29 and the mucus-secreting HT29-MTX intestinal cell models to investigate *Salmonella* adhesion and invasion. *Journal of Microbiological Methods* 94(3): 274–279.

Garcha S. and Sharma N. 2013. Use of Combination of Bacteriocins from *Lactobacillus plantarum* MTCC 1407 and *Bacillus coagulans* MTCC 492. *Afr. J. Microbiol. Res* 47: 5338-5342.

Guo C.F., Zhang L.W., Han X., Yi H.X., Li J.Y., Tuo Y.F., Zhang Y.C., Du M., Shan Y.J., Yang L. 2012. Screening for cholesterol-lowering probiotic based on deoxycholic acid removal pathway and studying its functional mechanisms in vitro. *Anaerobe* 18 :516–522.

Izquierdo A, E. 2009. Les protéines bactériennes en tant que biomarqueurs de l'activité probiotique : Chimie analytique. Thèse de doctorat, Université de Strasbourg, France.

Annexes Kimoto-Nira H., Mizumachi K., Nomura M., Kobayashi M., Suzuki I., Tsuji N.M., Kurisaki J.I., Ohmomo S. 2007. *Lactococcus* spp. as potential probiotic lactic acid bacteria. *Jap. Agricult. Res. Quart* 41: 181–189.

Leite A.M.O., Miguel M.A.L., Peixoto R.S., Ruas-Madiedo P., Paschoalin V.M.F., Delgado S. 2015. Probiotic potential of selected lactic acid bacteria strains isolated from Brazilian kefir grains. *J. Dairy Sci* 98:3622–3632.

Lim S.M., Im D.S. 2008. Screening and characterization of probiotic lactic acid bacteria isolated from Korean fermented foods. *J. Microbiol. Biotechnol* 19:178–186.

Mahmoudi I., Moussa O. B., Khaldi T. E. M., Kebouchi M., Soligot C., Le Roux Y., and Hassouna M. 2016. Functional in vitro screening of *Lactobacillus* strains isolated from Tunisian camel raw milk toward their selection as probiotic. *Small Ruminant Research*, 137, 91–98.

Maragkoudakis P.A., Zoumpopoulou G., Miaris C., Kalantzopoulos G., Pot B., Tsakalidou E. 2006. Probiotic potential of *Lactobacillus* strains isolated from dairy products. *Inter. Dairy J* 16:189–199.

Meira S.M.M., Helfer V.E., Velho R.V., Lopes F.C., Brandelli A. 2012. Probiotic

- potential of *Lactobacillus* spp. isolated from Brazilian regional ovine cheese. *J. Dairy Res* 79:119–127.
- Monteagudo-Mera A., Rodriguez-Aparicio L., Rua J., Martinez-Blanco H., Navasa Nicolas Garcia-Armestob M.R., Ferrero M.A . 2012. In vitro evaluation of physiological probiotic properties of different lactic acid bacteria strains of dairy and human origin. *J. Funct. Foods* 4:531–541.
- Otero M.C., Ocana V.S., Macias E.N.M. 2004. Bacterial surface characteristics applied to selection of probiotic microorganisms. *Meth. Molec. Biol* 268:435–440.
- Palaniyandi S. A., Damodharan K., Suh J. W., and Yang S. H. 2017. In vitro characterization of *Lactobacillus plantarum* strains with inhibitory activity on enteropathogens for use as potential animal probiotics. *Indian journal of microbiology* 57(2): 201-210.
- Salminen S., Wright A. V., Ouwehand A. 2004. Lactic acid bacteria microbiological and functional Aspects. Marcel Dekker, Inc., U.S.A. Annexes Savadogo A., Ouattara C.A.T., Savadogo P.W., Ouattara A.S., Barro N., Traore A.S. 2004. Microorganisms involved in Fulani traditional fermented milk in Burkina Faso. *Pak. J. Nutr* 3:134–139.
- Sharma A., Lavania M., Singh R., and Lal B. 2021. Identification and probiotic potential of lactic acid bacteria from camel milk. *Saudi Journal of Biological Sciences* 28(3):1622-1632.
- Shukla R., Iliev I., Goyal A. 2014. *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B-1149 as probiotic and its dextran with anticancer properties. *Journal of BioScience and Biotechnology* 3(1):79- 87.
- Todorov S.D., Botes M., Guigas C., Schillinger U., Wiid I., Wachsmann M.B., Holzappel W.H., Dicks L.M. 2008. Boza, a natural source of probiotic lactic acid bacteria. *J. Appl. Microbiol* 104: 465–477.
- Tuomola E.M., Salminen S.J. 1998. Adhesion of some probiotic and dairy *Lactobacillus* strains to Caco-2 cell cultures. *Inter. J. Food Microbiol* 41: 45–51.
- Vijayakumar, M., Ilavenil, S., Kim, D. H., Arasu, M. V., Priya, K., Choi, K. C. 2015. In Vitro Assessment of the Probiotic Potential of *Lactobacillus plantarum* KCC-24 Isolated from Italian Rye-Grass (*Lolium multiflorum*) Forage. *Anaerobe* 32: 90-97.
- Wang Y., Wu Y., Wang Y., Xu H., Mei X., Yu D., and Li W. 2017. Antioxidant properties of probiotic bacteria. *Nutrients* 9(5):521- 525.
- Xu J., Bae E., Zhang Q., Annis D.S., Erickson H.P., Mosher D.F. 2009. Display of cell surface sites for fibronectin assembly is modulated by cell adherence to (1) F3 and C-terminal modules of fibronectin. *PLoS One* 4: 4113.
- Zeng X.Q., Pan D.D., Zhou P.D. 2010. Functional characteristics of *Lactobacillus fermentum* F1. *Cur. Microbiol* 62:27–31.
- Zheng J and Ramirez V. D. 2000. Inhibition of mitochondrial proton F<sub>0</sub>F<sub>1</sub> -ATPase/ATP

synthase by polyphenolic phytochemicals. *British Journal of Pharmacology* 130(5):1115–1123.

Zhou J.S., Gopal P.K., Hill H.S.2001. Potential probiotic lactic acid bacteria *Lactobacillus rhamnosus* (HN001), *Lactobacillus acidophilus* (HN017) and *Bifidobacterium lactis* (HN019) do not degrade gastric mucin in vitro. *Inter. J. Food Microbiol* 63:81–90.

Annexes Zoumpopoulou G., Foligne B., Christodoulou K., Grangette C., Pot B., Tsakalido E. 2008. *Lactobacillus fermentum* ACA-DC 179 displays probiotic potential in vitro and protects against trinitrobenzene sulfonic acid (TNBS)-induced colitis and *Salmonella* infection in murine models. *Int. J. Food Microbiol* 121:18–26

## Liste des articles utilisés dans la partie matériel et méthodes (seulement)

### Les mémoires théoriques (analyse des articles)

Numéro	Article
1	Lamia Mermouri <sup>1*</sup> , Malika A. Dahmani <sup>1</sup> , Aicha Bouhafsoun <sup>1</sup> , Thierry Berges <sup>2</sup> , Mourad Kacem <sup>1,3</sup> and Meriem Kaid-Harche <sup>1</sup> (2017) In vitro Screening for Probiotic Potential of <i>Lactobacillus</i> Strains Isolated from Algerian Fermented Products
2	Saideh Saljooghi <sup>1</sup> , Ladan Mansouri-Najand <sup>2*</sup> , Hadi Ebrahimnejad <sup>2</sup> , Farideh Doostan <sup>3</sup> , Nasrin Askari <sup>4</sup> ( 2017 ) Microbiological, biochemical and organoleptic properties of fermented-Probiotic drink produced from camel milk
3	A Mami, A Kheloufi <sup>1</sup> , M Djelilate <sup>2</sup> , M Kihal and LM Mansouri <sup>1</sup> (2019) Probiotic properties of <i>Lactobacillus plantarum</i> isolated from Raw Goat Milk in the Northwestern Region of Algeria
4	Mami Anasa*, Kerfouf Ahmedb and Kihal Mebroukc (2014) Study of the Antimicrobial and Probiotic Effect of <i>Lactobacillus Plantarum</i> Isolated from Raw Goat's Milk from the Region of Western Algeria
5	Muna M. Abbas <sup>1</sup> and Adel M. Mahasneh <sup>2*</sup> (2015) Functional Characteristics of <i>Lactobacillus</i> Strains Isolated from Camel's Milk
6	Eman Hamed <sup>1</sup> and Aisha Elattar <sup>2*</sup> (2013) Identification and Some Probiotic Potential of Lactic Acid Bacteria Isolated From Egyptian Camels Milk
7	Anjali Sharma a , Meeta Lavania a, Raghvendar Singh b, Banwari Lal a (2020) Identification and probiotic potential of lactic acid bacteria from camel milk
8	Sabrina Amara <sup>1,2*</sup> , Halima Zadi-Karam <sup>1</sup> and Nour-Eddine Karam <sup>1</sup> (2019) Selection of <i>Lactobacillus</i> strains newly isolated from Algerian camel and mare fermented milk for their in vitro probiotic and lipolytic potentials

لتقييم الخواص الحيوية لنبات العصيات اللبنية أجريت هذه الدراسة لعزل وتحديد سلالات بكتيريا حمض اللاكتيك من حليب الإبل. تم التعرف على بكتيريا حمض اللاكتيك المختارة على أنها *Lactobacillus lactis* و *Enterococcus lactis* و *Lactobacillus plantarum*. تم تقييم إمكانات البروبيوتيك من خلال تحمل ملح الصفراء ونشاط مضادات الميكروبات والمقاومة ضد المضادات الحيوية تم الكشف عن نشاط مضاد للميكروبات ضد البكتيريا المسببة للأمراض واسعة النطاق. كانت السلالات البكتيرية التي تم تحديدها شديدة الحساسية للكلورامفينيكول والفانكوميسين والتتراسيكلين. دراسات التصاق في المختبر مع أظهر المختبر بخلايا Caco-2 نشاط التصاق قوي مع مقاومة للماء (99% E.). *L. plantarum* و *lactis* غير سام وغير ضار وآمن للاستخدام الصناعي. في ضوء هذه النتائج يمكن استنتاج أن حليب الإبل يمكن أن يكون مصدرًا ممتازًا لـ LAB مع إمكانات عالية من البروبيوتيك.

### Résumé

Pour évaluer les propriétés probiotiques des lactopacillus cette étude a été réalisée à conduire à l'isolement et la identification des souches de bactérie lactique à partir de lait de chamelle  
Les bactéries lactiques sélectionnées étaient identifiées comme *Lactobacillus lactis*, *Enterococcus lactis* et *Lactobacillus plantarum*  
Le potentiel probiotique a été évalué par tolérance aux sels biliaires, activité antimicrobiennes et la résistance contre les antibiotiques  
Une activité antimicrobienne contre à large éventuelle de bactérie pathogène a été détecté les souches bactériennes identifiées été hautement sensible au chloramphénicol, à la vancomycine et à la tétracycline.  
Des études d'adhérence in vitro avec des cellules Caco-2 ont démontré une forte activité d'adhésion avec une hydrophobicité (99%). E.  
*lactis* et *L. plantarum* s'est avéré non toxique, non virulent et sans danger pour une application industrielle.  
En lumière de ces résultats on peut conclure que le lait de chamelle pourrait être une excellente source de LAB à haut potentiel probiotique.

### Abstract

To evaluate the probiotic properties of lactopacillus this study was carried out to conduct the isolation and identification of lactic acid bacteria strains from camel milk  
The selected lactic acid bacteria were identified as *Lactobacillus lactis*, *Enterococcus lactis* and *Lactobacillus plantarum*  
The probiotic potential was evaluated by bile salt tolerance, antimicrobial activity and resistance against antibiotics  
An antimicrobial activity against possible broad pathogenic bacteria was detected. The bacterial strains identified were highly sensitive to chloramphenicol, vancomycin and tetracycline.  
In vitro adhesion studies with  
in vitro with Caco-2 cells showed a strong adhesion activity with hydrophobicity (99%). E.  
*lactis* and *L. plantarum* were found to be non-toxic, non-virulent and safe for industrial application.  
In the light of these results it can be concluded that camel milk could be an excellent source of LAB with high probiotic potential.