



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

N° d'ordre :

N° de série :

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

THEME

Contribution à l'étude de l'effet probiotique des bactéries lactiques isolées à partir du lait camelin sur les troubles intestinaux chez les rats Wistar

Présenté par :

- ✓ BECHOUA Sara
- ✓ KOUIDRI Nesrine
- ✓ AHMIMID Zahia

Devant le jury composé de :

Président	DEROUICHE Samir	M.C. A	Univ. El-Oued
Examinatrice	ADAIKA Aicha	M.A. B	Univ. El-Oued
Promoteur	LAICHE Ammar Touhami	M.C. A	Univ. El-Oued

- Année universitaire 2021/2022 -

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿أَفَلَا يَنْظُرُونَ إِلَى الْإِبْلِ كَيْفَ خُلِقَتْ﴾ [الغاشية:17]

Remerciements

Avant de commencer nous remercions avant tout Allah tout puissant, de nous avoir donné le courage, la patience et la chance d'étudier et suivre de chemin de la science.

*Nous tenons en premier lieu à remercier notre encadreur **M. LAICHE A. T**, pour nous avoir fait confiance, sa disponibilité et pour avoir nous orienter avec justesse tout au long de notre cheminement, sa patience, ses encouragements et ses conseils. Nous soulignons particulièrement son sens de la pédagogie et son humanisme.*

*Nous exprimons nos vifs remerciements à **M. DEROUICHE Samir**, pour L'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury de ce mémoire.*

*Mes remerciements vont aussi à **Mme. ADAIKA Aicha**, pour avoir acceptée d'examiner ce modeste travail.*

*Très grande merci à **M. MECHIR.el. K**, et **Dr. HAMIDATOU.Mahie Eddine M. laborantin Walid**.*

Nos remerciements vont également à tous les membres des Laboratoires biochimiques.

Nos remerciements vont laboratoire d'analyse médicale et microbiologique d'Al-Mardjane

*Nos remerciements vont **M. DJABER Abdel. K**, **M. AMRIOUI. N**, **M. BAATOUT. A***

*Nous tenons également à remercier tous les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie de Université Echahid Hamma Lakhdar -EL OUED, spécialement les enseignants qui ont contribué à notre formation en **BIOCHIMIE**.*

Dédicace

Avant tous, Mes profonds remerciements vont à **ALLAH** Qui m'a aidé et donné le courage et La patience pour effectuer ce travail, qui est le couronnement de toutes les années d'étude, je dédie ce modeste travail.

A mon père **Moussa** qui je ne sais jamais comment exprimer mes sentiments pour son sacrifices et tendresses.

A ma mère **Djemmaa**, pour tes sacrifices, ton amour et ta patience énorme.

A celui qui est tout le temps proche de moi, celui qui prend ma main et touche mon cœur, à **Sirine** ma sœur mon bijou rare, Ma chère sœur **Soundous** qui me donner le courage.

A mes chers frères **Nour Eddine**, et **Oussama** je leur souhaite la réussite et le bonheur dans leur vie.

A mon fiancé **AYACHI Abdeljabbar** qui mon toujours encouragé pour réussir dans mes études.

A toutes ma famille **BECHOUA** et **MOUSSAOUI** et les personnes que j'aime.
A mon encadreur **Dr. Laïche AMMAR TOUHAMI** pour sa présence et des conseils et de son travail avec nous

A ma chère binôme **Nesrine** je leur souhaite la réussite et le bonheur dans sa vie.

A tous mes amis(es) sans exception chaque 'une par ses noms surtout,
AMRIOUI Nacereddine...

A tous mes collègues d'études surtout la promotion de **Biochimie Appliqué**
2022

A toutes les personnes qui de près ou de loin m'ont apporté leur aide A tous, du fond de mon cœur je vous dédie ce travail.



Sara

Dédicace



Je remercie, en premier lieu, ALLAH pour m'avoir donnée la force et la
Résolution pour réaliser ce travail.

Avant tout à mon père 'SALEM'

Qui m'apporte tout ce qui est impossible pour ma réussite sans vous je n'en serais pas arrivé,
là Puisse Dieu vous accorder santé et longévité.

Et à ma mère "SOUAD"

Votre affection m'a toujours été d'un grand soutien. Trouvez dans ce travail le fruit de vos
indéfectibles efforts et qu'il puisse récompenser votre patience. Puisse Dieu vous accorder
santé et longévité.

A ma chère sœur MARIA, mon exemplaire dans cette vie,

A ma petite copie OUISSAL

A tous mes frères YAZID, AYMEN, HICHAM, mon petit IYAD.

*A ma grand-mère AYCHA et ma chère HANA et DJABARJE a toutes mes tantes
et leurs enfants, et à ma 2^{ème} mere Salima,*

Un grand merci à notre encadrant

Dr. Ammar TOUHAMI LAICHE pour tous les efforts et l'aide qu'il nous a donnés.

A mon binôme

B. SARA pour cette expérience inoubliable avec vous.

A tous mes collègues d'études surtout la promotion de Biochimie

Appliqué 2022

*A toutes les personnes qui de près ou de loin m'ont apporté leur aide A
tous, du fond de mon cœur je vous dédie ce travail*



Nesrine



إهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

والصلاة والسلام على أشرف الخلق والمرسلين اما بعد

الحمد لله الذي وفقنا لتتمة هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية بمذكرتنا هذه ثمرة الجهد والنجاح بفضلته سبحان وتعالى التي

نتمنى ان تتال القبول والتوفيق مهدة الى:

روح المليون ونصف المليون شهيد

الى روح شهداء فلسطين الأبية

الى وتيني...السند الذي سعي وشقي لأنعم بالراحة والهناء الى الذي لم يبخل بشئ من أجل وصولي إلى طريق النجاح.. من علمني الارتقاء بحكمة وصبر في سلم الحياة.. من تقاسم معي كل خطوة في مسيرتي هذه كان الصديق والاب في نفس الوقت والدي **الحاج السعيد عمار بلحاج** اطال الله في عمره وامده بالصحة.

الى التي من أبصرت بها طريق الحياة. إلى ينبوع العطاء والحنان المتقاني مدى العمر. الى التي لم تدخر نفسا في تربيته والذتي اطال الله في عمرها وجزاها الله عني خير الجزاء.

الى ذرعي اليمين الى من حبههم يجري في عروقي وتكتمل فرحتي بفرحتهم وفقهم الله وسدد خطاهم ويسر دريهم اولاد أمي اخوتي الافاضل.. ناصر. الحاج. صدام.

الى اخواتي وازواجهن وكل أولادهن حفظهن الله واسعهن

الى اللاتي كانتا بمثابة الاخوات زوجات اخوتي بارك الله فيهن.

الى يراعم البيت احبتي الصغار ابناء اخوتي.. ايمان.. رحمة.. آنفال. عبد المؤمن.. محمد عبد الحكيم.. عمر اباد.

الى كل الاقارب وكل عائلة آل احميميد في كل التراب الوطني.

الى روح الجار الذي مزال حيا في قلبي الذي كان بمثابة الوالد **الحاج مسعود حامد** رحمه الله وبرد ثراه.

الى كل الاصدقاء والزلاء الافاضل شكرا لقد كنتم جزءاً طيباً من حياتي لي شرف عظيم بمعرفتكم.

الى الاستاذ المشرف الشيخ **عمار العايش التهامي** الذي رافقنا طيلة المشوار كل الشكر والتقدير.

الى كل من علموني حروفاً من ذهب الى من صاغوا لي علمهم حروفاً ومن فكرهم منارة تنير لنا مسيرة العلم في كل

الأطوار أساتذتي الكرام ولاسيما الاستاذ **بن جبو مختار**.. والاستاذ **الزين التجاني**.

الى اللاتي تقاسمت معهن هذا العمل المتواضع. سارة.. نسرين

الى كل من كان لهم أثر في حياتي إلى من نساهم قلبي واحبهم قلبي.

الى كل قسم بيولوجيا تخصص بيو كيمياء تطبيقية وجميع دفعة 2022



زهية

Résumé

Le but de notre étude est d'isoler et de sélectionner des souches des bactéries lactique à partir du lait de chamelle et possédant des propriétés probiotiques et d'évaluer leur potentiel en vivo.

Dans ce but, des échantillons de lait ont été prélevés à partir des chamelles dans la région, d'EL MEGHEIR (SETIL), ensuite, les bactéries ont été isolées et réidentifiées par des examens macroscopiques et microscopiques et des tests biochimiques. Ainsi, une sélection et évaluation in vitro et in vivo des souches probiotiques ont été réalisées

On a pu isoler et pré identifier trois types des souches lactiques, à savoir *Lactococcus lactis*, *Pediococcus acidilactici* et *Streptococcus thermophilus*. Les résultats relatifs à la sélection des souches probiotiques, confirme que la souche *Streptococcus thermophiles*, avait la meilleure.

L'étude in vivo nous a induire des maladies chez les rats au niveau du system digestif, dans ce travail, il a été rapporté que l'administration d'*Escherichia coli* et d'huile de ricin provoquait une maladie. L'observation microscopique de la coupe histologique de l'intestin ont montré une structure intestinale endommagée et certains symptômes de son irritation dont une diminution dans la hauteur des villosités et les présences d'autres complètement détruites, et après traitement avec *Streptococcus thermophilus*, l'observation microscopique de la coupe histologique de l'intestin a montré une disparition presque complète des symptômes mentionnés. Le dosage des paramètres biochimiques (Fns) est en concorde avec le résultat des coupes histologiques.

Mots clés : Lait de chamelle, Probiotique, Bactérie pathogène, Trouble gastrique

Abstract

The aim of our study is to isolate and select strains of lactic acid bacteria from camel milk and possessing probiotic properties and to evaluate their potential in vivo.

For this purpose, milk samples were taken from camels in the region of EL MEGHEIR (SETIL), then the bacteria were isolated and pre-identified by macroscopic and microscopic examinations and biochemical tests. Thus, a selection and evaluation in vitro and in vivo of the probiotic strains were carried out

It was possible to isolate and pre-identify three types of lactic strains, namely *Lactococcus lactis*, *Pediococcus acidilactici* and *Streptococcus thermophilus*. The results relating to the selection of probiotic strains, confirms that the strain *Streptococcus thermophilus*, had the best.

The in vitro study has induced diseases in rats in the digestive system, in this work, it was reported that the administration of *Escherichia coli* and castor oil caused disease. The microscopic observation of the histological section of the intestine showed a damaged intestinal structure and some symptoms of its irritation including a decrease in the height of the villi and the presence of others completely destroyed, and after treatment with *Streptococcus thermophilus*, the microscopic observation of the cut of the histological section of the intestine showed almost complete disappearance of the mentioned symptoms. The dosage of the biochemical parameters (Fns) is in agreement with the results of the histological sections.

Keywords: Camel milk, Probiotic, Pathogenic bacteria, Gastric disorder

ملخص

الهدف من دراستنا هو عزل واختيار سلالات بكتيريا حمض اللاكتيك من حليب الإبل والتي تمتلك خصائص بروبيوتيك وتقييم إمكاناتها في الجسم الحي.

لهذا الغرض، تم أخذ عينات الحليب من الإبل في منطقة المغير (اسطيل)، ثم تم عزل البكتيريا وتحديدها مسبقاً عن طريق الفحوصات الملاحظة العينية والمجهرية والاختبارات البيوكيميائية. وهكذا، تم إجراء اختيار وتقييم في المختبر وفي الجسم الحي لسلالات الكائنات الحية المجهرية.

كما تمكننا من عزل وتحديد ثلاثة أنواع من سلالات اللاكتيك، وهي *Lactococcus lactis* ، *Pediococcus acidilactici* و *Streptococcus thermophilus* النتائج المتعلقة باختيار سلالات الكائنات الحية المجهرية، تؤكد أن السلالة *Streptococcus thermophilus*، قدمت أفضل نتائج.

الدراسة في كائن الحي اعتمدت إحداث مرض في الفئران على مستوى جهازها الهضمي، وفي هذا العمل، اتضح أن تناول *Escherichia coli* وزيت الخروع تسبب في مرضها. أظهرت الملاحظة المجهرية للقسم النسيجي للأمعاء أنها ذات بنية معوية تالفة كما أظهرت بعض أعراض الالتهاب بما في ذلك انخفاض في طول الزغبات المعوية ووجود أخرى مدمرة تماماً، وبعد العلاج بمحلول يحتوي على *Streptococcus thermophilus* أظهرت النتائج قطع الجزء النسيجي للأمعاء اختفاء شبه كامل للأعراض المذكورة. أوضحت تحاليل الفحص الكامل لدم (Fns) أنها متوافقة مع نتائج المقاطع النسيجية.

الكلمات المفتاحية: حليب الإبل، بروبيوتيك، بكتيريا ممرضة، اضطرابات معدية.

Liste des figures

N°	Titre des figures	Page
01	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> au microscope électronique	14
02	<i>Bifidobacterium sp</i>	16
03	Arbre phylogénique bactéries lactiques	18
04	(A) : <i>Lactobacillus casei</i> , (B) : <i>Streptococcus thermophilus</i> , (C) : <i>Enterococcus faecalis</i> , (D) : <i>Lactococcus lactis</i>	23
05	Mécanismes d'action majeurs des probiotiques	25
06	Quelques effets bénéfiques des probiotiques sur la santé	26
07	Protocole d'isolement, de la purification et de la conservation des souches lactiques.	32
08	Schéma de la méthode de diffusion disques-gélose.	35
09	Schéma de la préparation de suspension bactérienne destinée pour l'infection des rats	37
10	Protocole de traitement des rats par la souche probiotique sélectionnée	37
11	Aspect macroscopique des colonies des souches isolées	41
12	Aspect microscopique après coloration de Gram des souches isolées.	42
13	Résultats de test API S10	45
14	Diamètres de zones d'inhibition obtenus par des souches bactéries lactique contre certaines bactéries pathogènes.	48
15	Observations macroscopiques des lot 2 et 3 après la dissection (après l'infection)	52
16	Observation microscopique de la coupe histologique de l'intestin grêle des rats du lot 1 (Taille d'image 2592×1944) (objectif ×10)	53
17	Observations microscopiques des coupes histologiques de l'intestin grêle des rats du lot 2. (A) : coupe montre la nécrose, une diminution de hauteur des villosités ; (B) : coupe montre la présence d'inflammation (groupement des globules blancs) (Taille d'image 2592×1944) (objectif ×10)	54
18	Observations microscopiques des coupes histologiques d'intestin grêle des rats du lot 2 (A) : coupe montre présence l'inflammation;(B): coupe montre la nécrose, une diminution de hauteur des villosités (Taille d'image 2592×1944) (objectif ×10)	55

19	Observations microscopiques des coupes histologiques d'intestin grêle des rats du lot 4 (A) : coupe montre une diminution d'inflammation ; (B) : coupe montre le retour partiel de la hauteur des villosités et l'absence de nécrose. (Taille d'image 2592×1944) (objectif ×10)	55
20	Observations microscopiques des histologique d'intestin grêle des rats du lot 5 (A): coupe montre la retour subtotale de la hauteur des villosités et l'absence de nécrose; (B): coupe montre une diminution significative d'inflammation(Taille d'image 2592×1944) (objectif ×10)	56
21	Dosage du paramètre hématologiques (FNS) des rats des lots expérimentaux.	58

Liste des tableaux

N°	Titre des tableaux	Page
01	Composition en sels minéraux (mg/l) du lait de chamelle avec le lait de vache	08
02	Tableau synthétique des différents effets thérapeutiques étudiés dans le cas du lait de chamelle.	11
03	Classification des grands groupes des bactéries lactiques.	17
04	Critères de sélection d'organismes probiotiques.	22
05	Caractéristiques de l'animal utilisé pour l'échantillonnage de lait cru.	29
06	Les souches pathogènes utilisées.	30
07	Observation macroscopique et microscopiques des isolats	42
08	Critères physiologiques et biochimiques des souches bactéries lactiques.	43
09	Effet du pH acide sur la viabilité des souche lactiques (log UFC/ml)	45
10	Effet des différentes concentrations en sel biliaires sur la viabilité des souche lactiques (log UFC/ml)	47
11	Antibiogramme des souches lactiques sélectionnées(mm).	49
12	Poids corporel des rats avant et après la réalisation du protocole expérimental	51

LISTE DES ABREVIATIONS

EDTA : Éthylène Diamine Tétra Acétique

LAB : Bactéries lactiques

PBS : Le tampon phosphate salin (phosphate-buffered saline)

UFC : Unités Formant Colonies

PH : Potentiel d'Hydrogène

EPS : Exo-polysaccharides

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

µg : microgramme

HCT : Hématocrite

RBC : les Red Blood Cell (globules rouges)

PLT : Les plaquettes de sang

WBC : white blood cell (globules Blancs)

ZOI : zone d'inhibition

mm : millimetre.

ml : millilitre.

C° : Degrés Celsiu

SOMMAIRE

Remerciement
Dédicaces
Résumé et mots-clés
Liste des figures
Liste des tableaux
Introduction

Première Partie Synthèse Bibliographique

Chapitre 01 Généralités sur le lait de chamelle

1. Généralités sur le lait de chamelle 6

2. Définition de lait de chamelle..... 6

3. Caractéristiques du lait de chamelle..... 6

3.1 Caractéristiques organoleptiques 6

3.2 Caractéristiques physico-chimiques : 6

3.3 Caractéristiques microbiologique :..... 6

4. Composition chimique : 7

4.1 Sels minéraux : 8

4.2. Matière grasse : 9

4.3 La teneur eau : 9

4.4. Vitamines : 9

4.5 Lactose :..... 9

4.6 Matière protéique : 10

5. Propriétés thérapeutiques et médicinales :..... 10

Chapitre 02 Les bactéries lactiques

1. Les bactéries lactiques	13
1.1. Historique des bactéries lactiques :.....	13
1.2. Définition et caractères généraux	13
1.3. Caractéristiques des principaux genres des bactéries lactiques	14
1.3.1 Le genre Lactobacillus :.....	14
1.3.2 Enterococcus	14
1.3.3 le genre lactococcus et streptococcus :	15
1.3.4 Bifidobacterium	15
1.4. Habitat :.....	16
1.5. Classification	16
1.6. Application des bactéries lactiques	18
1.6.1 Domaine alimentaire	18
1.6.2 Domaine médical	19

Chapitre 03 Propriétés probiotiques

1. Historique et développement du concept probiotique :	21
2. Définition :.....	21
3. Sources des probiotiques :	21
4. Critères de sélection des souches probiotiques :	22
5. Les microorganismes probiotiques :.....	22
6. Mécanismes d'action :.....	24
7. Effets des probiotiques sur la santé :	25

Deuxième partie Etude expérimentale

Chapitre 01 Matériel et Méthodes

1. Matériel	29
1.1. Matériel biologique	29

1.1.1. Lait de Chamelle	29
1.1.2. Les rats	29
1.1.3. Les micro-organismes	30
1.2. Matériels de laboratoires	30
1.3. Réactifs chimiques et solvants	30
1.4. Milieux de culture	31
2. Méthodes	31
2.1. Isolement et purification des isolats des bactéries lactiques	31
2.1.1. Isolement des souches.....	31
2.1.2. Purification des souches.....	31
2.1.3. Conservation des souches	31
2.2. Pré-identification des isolats	32
2.2.1. Étude morphologique.....	32
2.2.2. Caractérisation biochimique et physiologique.....	33
2.3. Sélection des souches probiotiques	34
2.3.1. Tolérances à l'acidité.....	34
2.3.2. Tolérance aux sels biliaires	34
2.3.3. Activité antibactérienne	34
2.3.4. Sensibilité aux antibiotiques	36
2.4. Évaluation in vivo des propriétés probiotiques	36
2.4.1 Induction des troubles intestinaux	36
2.4.2. Prélèvement du sang	38
2.4.3. Histologiques d'intestin.....	38
2.4.3.1 Etapes de la réalisation des coupes histologiques.....	38
3. Analyse statistique	39
Chapitre 02 Résultats et discussions	
1. Isolement et identification des bactérie lactiques	41

1.1. Pré-indentification des isoles	41
1.1.1. Examen macroscopique	41
1.1.2. Examen microscopique.....	41
1.2. Tests biochimiques et physiologiques :	43
2. Sélection des souches à propriété probiotique :	45
2.1. Résistance aux différents degrés du pH :.....	45
2.2. Résistance aux sels biliaires :	46
2.3. Activité antibactérienne :.....	47
2.4. Sensibilité aux antibiotiques.....	49
3. Etude de l'évaluation in vivo des propriétés probiotiques :	50
3.1. Poids corporel.....	50
3.2. Etude in vivo	51
3.2.1. Etude macroscopique	51
3.2.2. Étude microscopique.....	52
3.3. Etude de dosage du paramètre hématologiques (FNS)	57
Conclusion.....	60
Références bibliographiques	63
Annexes.....	76

Introduction

Introduction

Le lait de chamelle est un aliment de notre vie quotidienne, sa place est irremplaçable ; grâce à leur richesse en nutriments tel que les glucides, les protéines, les lipides, les minéraux et les vitamines. Il est connu pour ses effets positifs sur la santé et de nombreuses études se concentrent sur sa caractérisation. Ainsi, ces études conduisent à l'utilisation croissante du lait de chamelle pour des raisons thérapeutiques (**SILANIKOVE *et al.*, 2016**).

Le lait et les produits laitiers contiennent de nombreux nutriments essentiels et sont caractérisés par une microflore lactique riche et diversifiée. Les LAB sont parmi les bactéries les plus utilisées dans les fermentations alimentaires grâce à la production d'une large gamme de métabolites (**MOKOENA, 2017 ; RUIZ RODRIGUEZ *et al.*, 2019**).

Les bactéries lactiques se trouvent en abondance dans les laits fermentés. Ces bactéries sont utilisées depuis longtemps dans l'industrie alimentaire et qui permettent par leur métabolisme, d'augmenter la qualité nutritionnelle, par organoleptique et la durée de conservation des aliments (**BOUGUERRA, 2021**).

En raison de leurs bienfaits pour la santé, certaines LAB sont largement utilisées comme probiotiques comme *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* et *Streptococcus*. En cas d'administration de ces bactéries probiotiques vivantes en quantité suffisante, elles améliorent la santé humaine ou animale (**AMROUCHE, 2005**).

Les probiotiques sont disponibles dans les aliments fermentés tels que le yaourt, ou comme compléments nutritionnels qui contiennent des bactéries vivantes pour la constitution du microbiote intestinal (**MOKOENA, 2017**). Les effets bénéfiques des probiotiques sur la santé de l'hôte sont, en théorie nombreux, mais les preuves scientifiques confirmant ces allégations nécessitent des investigations supplémentaires (**VILLEGER, 2014**).

Plusieurs études cliniques ont déjà démontré l'efficacité de certains probiotiques dans le traitement de maladies systémiques et infectieuses (**HAMMOUM *et al.*, 2015**). Certaines souches de bactéries lactiques paraissent particulièrement intéressantes, par leur pouvoir direct d'inhibition d'une infection par une bactérie pathogène (**MERMOURI, 2018**).

Pour prouver l'efficacité d'une souche ou d'un produit probiotique, des tests doivent être effectués en utilisant des systèmes de plus en plus complexes, allant des études *in vitro* aux études *in vivo* sur les animaux et sur l'homme (**BOUGUERRA, 2021**).

Partant de ces données, l'idée originale de notre travail repose sur la réalisation des faces complémentaires suivantes : l'isolement et purification des bactéries lactiques, à partir du lait camelin, ayant des propriétés probiotiques et l'investigation de cette propriété in vivo.

Notre manuscrit est conçu dans la première partie synthèse bibliographique détaillée autour de trois chapitres, le premier présente les généralités sur le lait de chamelle et ses propriétés et ingrédients et le deuxième chapitre présente le groupe des bactéries lactiques, l'histoire, la définition, leurs propriétés, classification, métabolisme, et application dans différents domaines. Le Troisième comprend d l'histoire et le développement des concepts : probiotique ; les principaux types de bactéries lactiques à potentiel probiotique ; propriétés et critères de sélection des souches probiotiques ; leurs mécanismes d'action, et enfin leurs effets bénéfiques et domaines d'application.

La deuxième partie sera sacrées aux matériels et méthodes utilisées, ainsi, aux principaux résultats obtenus et leurs discussions. Nous terminons le document par la conclusion et les perspectives.

Première partie

Synthèse Bibliographique

Chapitre 01

Généralités sur le lait de chamelle

1. Généralités sur le lait de chamelle

Le lait de chamelle frais ou fermenté a été reconnu depuis longtemps à offrir un traitement potentiel pour une série des maladies telles que l'hydropisie, la jaunisse, la tuberculose, l'asthme et la leishmaniose ou kala-azar (**SHALASH, 1984 ; BENEDDINE *et al.*, 2015**).

2. Définition de lait de chamelle

Le lait est défini en produit de sécrétions des glandes mammaires, des mammifères comme la vache et la brebis, destinés à l'alimentation de jeune animal naissant. Le lait de chamelle est composé en moyenne de 11,7% de solides totaux, 3,5% de protéines, 4,5% de matières grasses, 0,8% de cendre, 4,4% de lactose, 0,13% d'acidité et a un pH de 6,5 (**KEBIR, 2018**).

3. Caractéristiques du lait de chamelle

3.1 Caractéristiques organoleptiques

Le lait de chamelle est un liquide d'une couleur blanc mat, en raison de la structure et de la composition de sa matière grasse, pauvre en β -carotène. Il a un goût sucré ou salé, selon le type de fourrage ingéré et la disponibilité en eau, l'ingestion de fourrages comme la luzerne, lui donne un goût sucré, alors que l'ingestion de certaines plantes halophytes comme Atriplex, Salosa et Acacia rend salé (**Naceur, 2017**).

3.2 Caractéristiques physico-chimiques :

Le pH du lait de chamelle varie de 6.5 à 6.7 avec une densité qui varie de 1.025 à 1.032 à 20°C (**EL-AGAMY, 2006 ; LALEYE *et al.*, 2008**). A la même température, la viscosité du lait de chamelle est de 1.78 Pa. S avec une conductivité électrique de 34 à 58×10^{-4} mhos (**EL-AGAMY, 2006**).

3.3 Caractéristiques microbiologique :

De point de vue microbiologique, la charge moyenne en bactéries dans le lait de chamelle est égale à 5×10^3 germes/ml sous ces conditions rigoureuses de collecte (**AL MOHIZEA, 1994**).

On répartit les microorganismes du lait, selon leur importance, en deux grandes classes : flore indigène ou originelle et flore contaminant. Cette dernière est subdivisée en deux sous classe : la flore d'altération et la flore pathogène (**VIGNOLA, 2002**).

➤ Flore originale

Le lait contient peu de Microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 10³UFC /ml). Il s'agit essentiellement des germes saprophytes de pis et des canaux galactophores : microcoques, streptocoques lactiques, lactobacilles. Des germes pathogènes et dangereux du point de vue sanitaire peuvent être présents lorsque le lait est issu d'un animal malade (Streptocoque pyogène, corynébactéries pyogènes, des staphylocoques) qui sont des agents des mammites et peut s'agir aussi de germes d'infection générale Salmonella, Brucella, et exceptionnellement *listeria monocytogene*, *mycobactérie*, *Bacillus anthracis* et quelque virus (GUIRAUD, 2003).

➤ Flore de contamination

Le lait peut se contaminer de la récolte jusqu'à la consommation par des apports microbiens divers qui peuvent réduire la durée de conservation des produits (exemples : Coliformes et Clostridium, et d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire, telle que *Staphylococcus aureus*) (VIGNOLA, 2002).

• Flore d'altération

La flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence ou de texture et réduira la vie de tablette du produit laitier. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont *Pseudomonas sp.*, *Proteus sp.*, les coliformes soit principalement les genres *Escherichia* et *Enterobacter*, les sporulées telle que *Bacillus sp.* et *Clostridium sp.* et certaines levures et moisissures (VIGNOLA, 2002).

• Flore pathogène

La présence de microorganismes pathogène dans le lait peut avoir trois sources : l'animal, l'environnement et l'homme. Les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont : *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* et *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yarcinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei* et certaines moisissures (VIGNOLA, 2002).

4. Composition chimique :

La composition du lait est caractérisée par une grande complexité dans la nature et la forme de ses composants ; ceux-ci sont particulièrement adaptés aux

besoins nutritionnels et aux possibilités digestives du jeune animal qui y trouve tous les éléments nécessaires à sa croissance (HAMIDI, 2015).

Les principales composantes du lait de chamelle sont relativement proches de celle de lait de vache (eau, lactose, vitamine C, et protéines) (MEDJOUR, 2014).

4.1 Sels minéraux :

Les principaux constituants minéraux du lait camelin sont le calcium, le phosphore, le sodium, le potassium, le magnésium et le fer. Cependant en cas d'intoxication, des éléments traces tels que le plomb, le nickel ou le chrome peuvent être retrouvés dans le lait. La composition en minéraux du lait de chamelle est plus diversifiée que celle de lait de vache. Si les taux en macro-éléments (Na, K, Ca, Mg...) sont pratiquement similaires dans les deux laits, cela n'est pas le cas des oligo-éléments où les teneurs en Fe, Cu, Mn, Pb et I, y sont particulièrement élevées dans le lait d'origine cameline (SOUID, 2011).

Tableau 01 : Composition en sels minéraux (mg/l) du lait de chamelle avec le lait de vache (SIBOUKEUR, 2007).

Origine de lait	Fe	Ca	K	Na	Référence
Le lait de chamelle	2,6	1060	1560	690	Yagil et Etzion, (1980a)
	2,64	1078	1586	702	Sawaya et al, (1984)
	0,4	1310	450	270	Gnan et Shereha, (1986)
	--	1160	620	360	Hassan et al, (1987)
	2,8	300	725	431	Elamin et Wilcox, (1992)
	3,4	1462	2110	902	Bengoumi et al, (1994)
	2,34	1180	1464	688	Mehaia et al, (1995)
	1,3	1182	1704	581	Gorban et Izzeldin, (1997)
	--	1230	1720	660	Attia et al, (2000)
Le lait de vache	*0,20-0,50	°1000-1500	°1200-1800	°350- 1000	(°) et (*)

N.B: (--) : non déterminé ; (°) ; (*) : sont soulignées les valeurs extrêmes.

4.2. Matière grasse :

Le lait de chamelle est en moyenne plus faible en matière grasse que le lait de vache. Cependant, les globules gras du lait de chamelle sont de très petite tailles (1,2 à 4,2 μ de diamètre) et restent donc en suspension même après 24 heures de repos, contrairement au lait de vache dans lequel ces globules constituent une couche grasse en surface au bout de quelques heures, Par ailleurs, la matière grasse du lait de chamelle apparait liée aux protéines, tous ces explique la difficulté à baratter le lait de chamelle pour en extraire le beurre. Comparée au lait de vache, la matière grasse du lait de chamelle contient moins d'acides gras à courtes chaines. Cependant sa teneur en acide gras volatils et en acides gras non saturés est importante (**SIBOUKEUR, 2007**).

4.3 La teneur eau :

La teneur en eau varie en fonction de sa disponibilité dans l'alimentation. Pendant la période de sécheresse, elle atteint sa valeur maximale. D'une manière générale, elle est présente dans le lait en quantité suffisante pour couvrir les besoins du chamelon. En cas de restriction des chamelles en eau alimentaire, le lait se traduit par une dilution (86%), dans un régime déficient, elle s'élève à 91%. Il semble que c'est un mécanisme d'adaptation au manque d'eau permettant de protéger le chamelon de la soif (**SIBOUKEUR, 2011**).

4.4. Vitamines :

Le lait de chamelle est riche en vitamines notamment, la vitamine C, où ce dernier a un rôle très important dans la lutte contre les infections. Par ailleurs, il a un autre rôle biologique comme antioxydant et il avait une action sur la réponse immunitaire (**KONUSPAYEVA et al., 2004**).

4.5 Lactose :

Le lactose est l'hydrate de carbone le plus important dans le lait. Sa teneur dans le lait camelin varie de 3,4 à 5,6%, avec des taux moyens légèrement supérieurs à ceux rencontrés dans le lait de vache (**CHIBBAH, 2011**).

4.6 Matière protéique :

a. Lactoferrine :

La Lactoferrine (LF) est une glycoprotéine contenant deux sites capables chacun de fixer un ion ferrique (Fe^{3+}). Cette capacité à capter le fer explique en partie son rôle dans le contrôle de la croissance de certaines bactéries pathogènes, telles que *Escherichia coli*. Le lait des camélidés est caractérisé par une forte teneur en Lactoferrine, qui possède une activité antimicrobienne, antivirale, anticancéreuse, anti-inflammatoire et analgésique pourraient être une des raisons des propriétés thérapeutiques du lait de chamelle (KONUSPAYEVA *et al.*, 2004).

b. Lysozyme :

Le lysozyme est une protéine naturellement présente dans le lait des mammifères, il représente un facteur antimicrobien puissant. Le lysozyme contient une chaîne polypeptidique de 129 acides aminés, avec un poids moléculaire d'environ 14 kDa (KONUSPAYEVA *et al.*, 2004).

c. Immunoglobulines :

Les IgG jouent un rôle dans le système immunitaire chez les nouveau-nés. Le taux des immunoglobulines est très élevé dans le colostrum chez tous les mammifères (KONUSPAYEVA *et al.*, 2004).

d. Caséine :

En effet, comparé au lait bovin, les caséines du lait de dromadaire montrent une faible teneur en κ caséine et une proportion plus importante en β caséine. Il représente 75 à 79 pourcents de la matière protéique contre le lait de vache qui représente 77 à 82 pourcents (CHAOUI-KHEROUATOU et ATTIA, 2008).

5. Propriétés thérapeutiques et médicinales :

Le lait de chamelle est apprécié traditionnellement pour ses propriétés anti-infectieuse, anti-cancéreuse, anti-diabétique et plus généralement comme reconstituant chez les malades convalescents. Ces propriétés relèvent cependant le plus souvent d'observations empiriques dont les fondements scientifiques mériteraient d'être précisés. Ces observations, bien

qu'empiriques, peuvent être reliées à la composition du lait de chamelle. Certains des composants tant sur le plan quantitatif que qualitatif. Pourraient être associés à ces propriétés particulièrement les facteurs antibactériens, l'insuline et la vitamine C. A cela s'ajoutent les propriétés probiotiques des bactéries lactiques présentes dans les produits fermentés camelins (CHETHOUNA, 2011).

Tableau 02 : Tableau synthétique des différents effets thérapeutiques étudiés dans le cas du lait de chamelle (SNOUSSI, 2011).

Aspect étudié	Effet observé et interprétations	Auteur
Diabètes	Hypoglycémie (teneur élevée d'insuline dans le lait	(ZAGORSKY <i>et al.</i> , 1998 ; AGRAWAL <i>et al.</i> , 2003 ; WERNERY <i>et al.</i> , 2006).
Complications de diabètes	Diminution du stress oxydatif et prévention des néphro-pathologies (teneurs élevées en antioxydants) Vitamine C.	(AGRAWAL <i>et al.</i> , 2009 ; AL SAID EL-SHARBINI <i>et al.</i> , 2010 ; AMALHASSAN <i>et BAYOUMI</i> , 2010).
Allergie au lait	Effet hypoallergique (absence de la β -Lg présence d'une caséine α S différents de la caséine bovine).	(SHABO <i>et al.</i> , 2005)
Infection	Effet anti-infectieux (activité antimicrobienne et anti virale).	(MAL <i>et al.</i> , 2006 ; MONA <i>et al.</i> , 2010)
Tumeur	Effet antitumoral (contrôle des processus tumoraux par stimulation de la défense immunitaire).	(MAGJEED <i>et al.</i> , 2005 QUTTASALWA <i>et KURDI LINA</i> 2005)
Toxicité aux métaux lourds	Effet protecteur contre la toxicité à l'aluminium et au cadmium.	(AL-HASHEM <i>et al.</i> , 2009)

Chapitre 02

Les bactéries lactiques

1. Les bactéries lactiques

1.1. Historique des bactéries lactiques :

Les bactéries lactiques sont de très anciens micro-organismes dont les ancêtres ont pu voir le jour il y a trois milliards d'années (avant les Cyanobactéries). Elles ont été utilisées pour la fermentation des aliments depuis plus de 4000 ans, sans pour autant comprendre la base scientifique de leur utilisation, mais tout en essayant de produire des aliments de meilleure conservation et de meilleure qualité (**BOUDERSA et al., 2017**)

Il faudra attendre Pasteur et ses travaux sur la fermentation en 1857 pour établir un lien entre la fermentation lactique et les bactéries. La première culture bactérienne pure sera d'ailleurs une culture de *Lactococcus lactis* obtenue et décrite par Joseph Lister en 1873 cité par Penaud, (2006). Metchnikoff isole en 1904 le « bacille bulgare » (*Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*) présent dans le yaourt. Les bactéries lactiques jouent un rôle essentiel dans la fermentation et la biopréservation des aliments. Elles ont, également, toujours montré des effets bénéfiques sur l'équilibre de la flore intestinale et la santé du bien-être en général (**MECHAI,2009**)

1.2. Définition et caractères généraux

Les bactéries lactiques sont des cellules vivantes, procaryotes, Gram-positives, hétérotrophes et chimio-organotrophes. Elles sont le plus souvent immobiles, non sporulées, oxydase négative, anaérobies facultatives, micros aérophiles, Ces bactéries peuvent avoir des formes de bâtonnet ou de coque (**SAVADOGO et TRAORE, 2011**).

Les bactéries lactiques ont en commun la capacité de fermenter les sucres en acide lactique. Certaines sont dites homofermentaires car elles produisent très majoritairement de l'acide lactique alors que d'autres sont dites hétérofermentaires et produisent de l'acide lactique en même temps que d'autres composés (acétate et éthanol En général) (**DROUAULT et CORTIER, 2001**).

Les bactéries lactiques colonisent de nombreux produits alimentaires comme les produits laitiers, la viande, les végétaux et les céréales et font partie de la flore intestinale et vaginale humaine ou animale (**DORTU et THONART, 2009**). Elles contribuent à la texture, à la saveur des aliments et à la production de composés aromatiques (**TAILLIEZ, 2001**).

Mais aussi contribuent à l'amélioration de la durée de vie des aliments et la sécurité en produisant plusieurs métabolites antibactériens (**BELGACEM et al., 2008**). Les membres des

LAB sont des organismes non pathogènes et considérés comme « GRAS » (REDDY *et al.*, 2008 ; PAPADIMITRIOU *et al.*, 2016).

Depuis des milliers d'années, diverses espèces des LAB sont utilisées pour la production du lait fermenté dans de nombreux pays. Aujourd'hui, elles sont devenues importantes sur le plan industriel et utilisées pour la production d'une large gamme d'aliments fermentés tels que le yaourt, le fromage et le beurre. Les LAB interviennent également dans de nombreux procédés de transformation et de conservation des aliments (REDDY *et al.*, 2008 ; EVIVIE *et al.*, 2017).

1.3. Caractéristiques des principaux genres des bactéries lactiques

1.3.1 Le genre *Lactobacillus* :

Lactobacillus est le genre principal de la famille des *Lactobacillaceae*, il contient de nombreuses espèces qui sont des agents de fermentation lactique intervenant dans de nombreuses industries ou qui sont rencontrées comme contaminants. Il s'agit de bacilles longs et fins (parfois incurvés) souvent groupés en chaînes (figure 1), immobiles, asporulés, catalase négative, se développent à un optimum de température situé entre 30 et 40°C. Les lactobacilles ont des exigences nutritionnelles très complexes en acides aminés, en vitamines, en acides gras, en nucléotides, en glucides et en minéraux (MENAD,2018).



Figure 01 : *Lactobacillus bulgaricus* au microscope électronique (MENAD,2018)

1.3.2 Enterococcus

Les entérocoques sont des coques ovoïdes à Gram positif se présentant isolées, en paires, en chaînes courtes ou elles peuvent être disposées en groupes en particulier si la morphologie des cellules est étudiée à partir des cultures cultivées sur un support solide. Les cellules sont souvent allongées dans la direction de la chaîne. Les entérocoques peuvent jouer un rôle bénéfique dans la maturation et le développement de l'arôme de certains produits alimentaires traditionnellement fermentés tels que les fromages et la charcuterie. Elles sont

également utilisées comme probiotiques humains, pour traiter les maladies diarrhéiques causées par des pathogènes d'origine alimentaire (SVEC et FRANZ, 2014).

1.3.3 le genre *Lactococcus* et *Streptococcus* :

Le genre *Lactococcus* (streptocoque du groupe N) représente les streptocoques dits « Lactiques » car ils sont associés à de nombreuses fermentations alimentaires et ne possèdent aucun caractère pathogène (BOUDERSA *et al.*, 2017)

Le genre *Streptococcus* est toujours vaste et sa classification est très mouvementée. Ce genre est généralement divisé en trois groupes : pyogène (la plupart des espèces sont pathogènes et hémolytiques), oral (tel que *St. Salivarius* et *St. bovis*) et les autres streptocoques qui sont rencontrés dans les aliments tel que l'espèce *Streptococcus thermophilus* qui se différencie par son habitat (produit laitiers) et son caractère non pathogène. Ces genres partagent les caractères suivants : anaérobies facultatifs, chimioorganotrophes, homofermentaire, catalase négative, leur température de croissance est située entre 25 et 45°C (BOUDERSA *et al.*, 2017)

1.3.4 *Bifidobacterium*

Les bifidobactéries sont des bacilles à gram positif, non mobiles, ne produisent pas du gaz et ne forme pas de spores. Elles sont des anaérobies mais quelques espèces tolérant l'O₂ dans la présence ou non du CO₂. Ces dernières sont dépourvues de la catalase, le contenu en G +C est de 61% (MATTARELLI et BIAVATI, 2014).

Les bifidobactéries sont également considérées comme des bactéries lactiques, en raison de leurs propriétés physiologiques et biochimiques semblables et du fait qu'elles partagent certaines niches écologiques communes aux bactéries lactiques tel que le tractus gastro-intestinal (KLEIN *et al.*, 1999). En effet, elles ont généralement un pH optimal de croissance autour de 6.5 à 7 et une température de croissance comprise entre 37°C et 41°C. Elles ont la forme irrégulière d'un V ou une morphologie bifide en forme de Y (Figure 02). Elles sont hétérofermentaires et dégradent les hexoses en produisant de l'acide lactique et acétique (GOMEZ et MALCATA, 1999 ; LEAHY *et al.*, 2005).

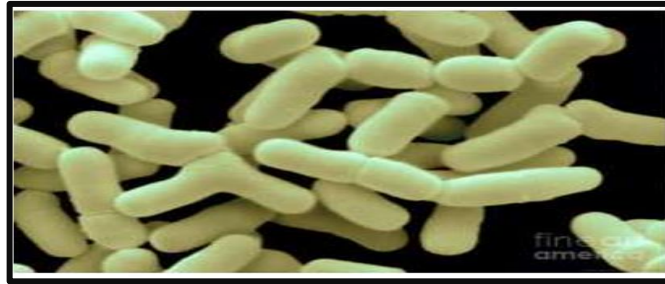


Figure 02 : *Bifidobacterium sp* (AIBECHÉ *et al.*, 2020))

1.4. Habitat :

Les bactéries lactiques sont des microorganismes ubiquitaires susceptibles d'être retrouvés dans tous types d'habitat. Les LAB sont généralement associées à des matières premières végétales et animales et aux produits alimentaires fermentés correspondants, y compris les produits laitiers, viande, légumes et céréales, où la fermentation peut avoir lieu (**Belyagoubi, 2014**).

Elles se développent avec la levure dans le vin, la bière et le pain (**MENAD, 2018**) Elles sont présentes à l'état libre dans l'environnement ou vivent en association avec un hôte, tel que l'Homme ou l'animal (**BELYAGOUBI, 2014**) Certaines espèces sont également présentes dans les voies respiratoires, intestinales et génitales des humains et des animaux (**BOUGUERRA, 2021**).

1.5. Classification

La première classification des bactéries lactiques a été établie en 1919 par Orla-Jensen. Elle est basée sur les caractéristiques observables telles que les propriétés morphologiques, biochimiques et physiologiques. Les marqueurs chimiotaxonomiques, comme la composition des acides gras et les constituants de la membrane cellulaire, ont été également utilisés pour la classification (**BELYAGOUBI, 2014**)

Tableau 03 : Classification des grands groupes des bactéries lactiques (CARR *et al.*, 2002)

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

La classification des bactéries lactiques en différents genres est largement basée sur la morphologie, le mode de fermentation de glucose, la croissance à différentes températures, la configuration de l'acide lactique produit et la tolérance aux fortes concentrations en sel et aux acides ou bases (AXELSSON, 2004).

D'autres caractéristiques phénotypique et biochimique sont utilisées pour identifier les espèces des LAB, il s'agit de : la gamme des carbohydrates fermentés, l'hydrolyse de l'arginine, la production d'acétone (test de Voges-Proskauer), la tolérance aux sels biliaires, le type d'hémolyse, la production de polysaccharides extracellulaires, les besoins en facteurs de croissance, la présence de certaines enzymes (par exemple, β -galactosidase et β -glucuronidase), les caractéristiques de croissance dans le lait et le typage sérologique (BOUGUERRA, 2021).

En se basant sur l'hybridation ADN-ADN et le séquençage du gène de l'ARNr 16S, la classification des bactéries lactiques a pu être affinée. Elle a permis de regrouper des espèces (Le regroupement des espèces proches de *Lactobacillus* pour la création du genre *Carnobacterium*) et d'en séparer d'autres (La séparation du genre *Streptococcus* en : *Streptococcus sensu stricto*, *Lactococcus* et *Enterococcus*) en créant de nouveaux genres. (MERMOURI, 2018)

La détermination de courtes séquences d'ARNr 16s est aujourd'hui utilisée comme un moyen simple pour la détermination des espèces des isolats des bactéries lactiques (KHALISANNI, 2011)

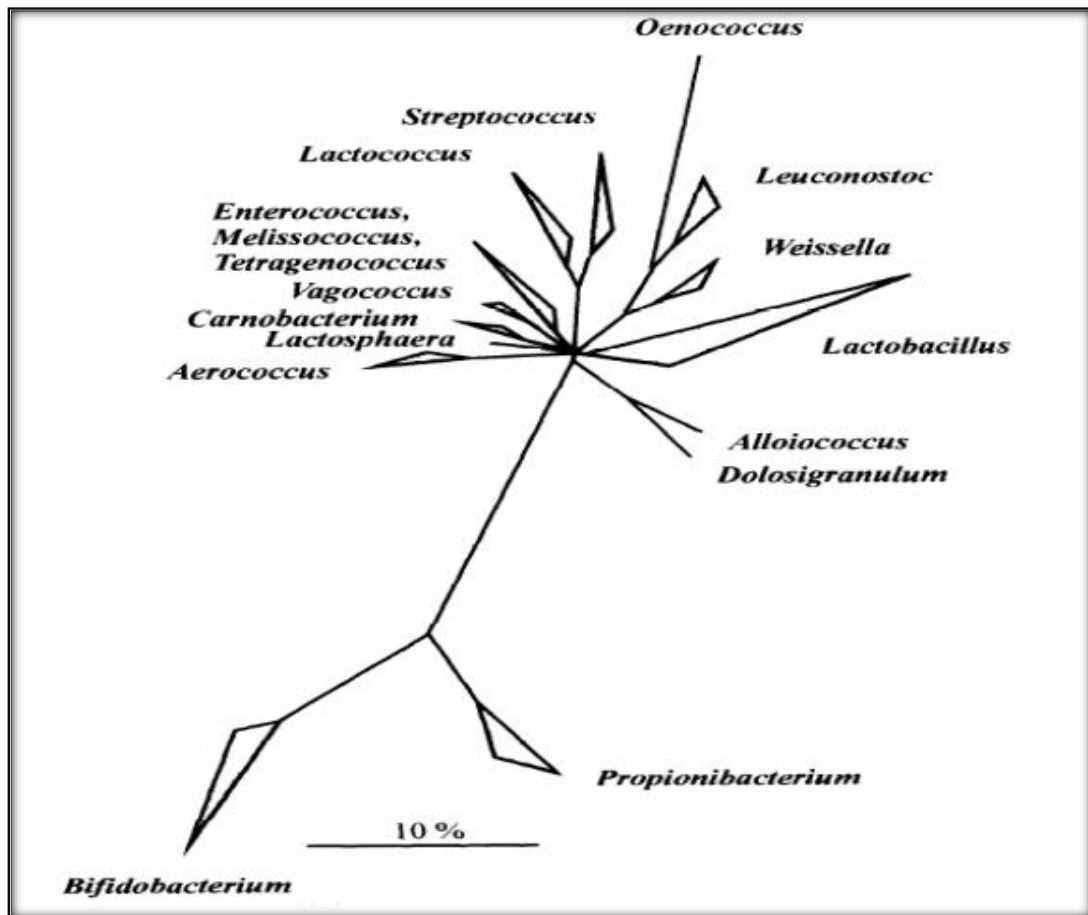


Figure 03 : Arbre phylogénique bactéries lactiques (HOLZAPFEL *et al.*, 2001).

1.6. Application des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques ont été utilisées par l'humanité depuis des siècles en raison de leurs propriétés technologiques et de leur capacité à améliorer les propriétés organoleptiques des aliments, elles jouent un rôle crucial dans l'alimentation et les applications cliniques (HAYEK et IBRAHIM, 2013).

1.6.1 Domaine alimentaire

Jusqu'à présent, les cultures lactiques sont les plus largement employées comme starters dans les diverses fermentations alimentaires, comme les produits laitiers, boissons, légumes, haricots, viandes, poissons, etc. (CHEN et HANG, 2019). Les bactéries lactiques appartiennent à un groupe de bactéries qui possèdent le "statut GRAS" ce qui autorise officiellement leur usage dans les applications alimentaires. Ces microorganismes permettent

la conversion d'une grande variété de matières premières, conduisant ainsi à de nombreux produits : les saucissons, les laits fermentés, les fromages, les olives fermentés et certains vins. Parmi ces applications, l'industrie laitière est, sans doute, le plus grand utilisateur de ferments lactiques commerciaux (**HASSAINE, 2013**)

Les LAB influencent également les propriétés sensorielles d'un produit, y compris le développement du goût. Les composés aromatiques sont formés par divers processus, tels que la conversion du lactose et du citrate (glycolyse et le métabolisme du pyruvate), des lipides (lipolyse) et des protéines (protéolyse) (**GIRAFFA, 2014**).

Les LAB convertissent le lactose principalement en acide lactique, jouant un rôle fonctionnel important dans la fermentation de nombreux produits, notamment ceux laitiers avec une texture désirable et un corps caractéristique. Elles contribuent également à la conservation des aliments fermentés en abaissant le pH à un tel niveau que de nombreux autres microorganismes d'altération ne peuvent pas se développer (**COLLINS *et al.*, 2019**).

1.6.2 Domaine médical

Les bactéries lactiques interviennent dans le contrôle des infections intestinales comme la prévention des diarrhées par l'introduction d'une nouvelle flore intestinale qui agit sur les entérobactéries responsables de ces désordres intestinaux. Elles sont aussi connues pour la production des agents antimicrobiens évitant ainsi l'usage des antibiotiques. Les bactéries lactiques colonisent l'intestin de la plupart des animaux, jouant un effet sur leur système immunitaire, souvent, en tant que probiotique pour améliorer certaines fonctions biologiques de leur hôte (**MERMOURI, 2018**).

Chapitre 03

Propriétés probiotiques

1. Historique et développement du concept probiotique :

L'histoire des probiotiques remonte à des centaines d'années avec la consommation des aliments fermentés, leurs bienfaits pour la santé ont été connus depuis longtemps, Hippocrate et autres scientifiques ont rapporté que le lait fermenté pourrait guérir certains troubles du système digestif (BELHAMRA, 2017)

Le concept des probiotique provient d'un chercheur et Prix Nobel Russe, Elie Metchnikoff (1907) qui avait pour théorie que la longévité des paysans bulgares était directement liée à leur consommation de laits fermentés. Ainsi, Metchnikoff en (1907) avait proposé l'ingestion de bactéries vivantes, particulièrement des bactéries lactiques, pour réduire les désordres intestinaux et améliorer l'hygiène digestive, et donc augmenter l'espérance de vie (RAHLI, 2015).

Le concept "probiotique" fut introduit en 1965 par Lilly et Stillwell ; par contraste avec les antibiotiques (ARORA *et al.*, 2012).

2. Définition :

Le terme probiotique dérive des deux mots grecs "pros" et "bio" qui signifient littéralement "pour la vie" contrairement au terme antibiotique signifiant "contre la vie". Selon la définition actuellement adoptée par la FAO et l'OMS ; « les probiotiques sont des microorganismes vivants administrés en quantités adéquates et qui sont bénéfiques pour la santé de l'hôte » (FIJAN, 2014).

3. Sources des probiotiques :

La source conventionnelle de probiotiques à usage humain, recommandée par la FAO/WHO, est le TGI. De nombreuses souches probiotiques ont été isolées de l'intestin humain, telles que : *Lb. Salivarius sub sp. Salicinius* et *Lb. Acidophilus*, ainsi qu'à partir des matières fécales humaines, telles que *B. longum* et *Lb. Acidophilus*, et moins fréquemment l'estomac humain, comme : *Lb. Fermentum*, *Lb. Gasseri*, *Lb. Vaginalis*, *Lb. Reuteri* et *Lb. Salivarius* (ZIELINSKA et KOLOZYN-KRAJEWSKA, 2018).

Les probiotiques peuvent également provenir des sources non conventionnelles, comme le TGI d'un animal, le lait maternel humain, l'air ou le sol et les aliments (fermentés et non fermentés). Ces derniers constituent la source la plus courante (YADAV et SHUKLA, 2017).

Les principaux vecteurs alimentaires des probiotiques sont les yaourts et les laits fermentés. Ils fournissent un pH de l'environnement dans lequel la bactérie probiotique doit survivre. Cependant, de nombreuses études montrent que les souches probiotiques sont trouvées également dans les substrats fermentés non laitiers comme : les céréales, les légumineuses, les choux, les légumes, etc. (ANANDHARAJ *et al.*, 2014).

4. Critères de sélection des souches probiotiques :

Afin qu'un microorganisme puisse être reconnu en tant que potentiel probiotique, il lui faut répondre à certains critères, Tout d'abord, il doit être non pathogène et être reconnu comme sécuritaire. Il doit avoir la capacité de survivre et de croître dans les conditions physiologiques du tube digestif, ainsi qu'avoir une bonne tolérance au pH acide rencontré au niveau de l'estomac et sels biliaires rencontrés au niveau du duodénum (DUNNE *et al.*, 2001). L'adhérence aux cellules épithéliales de l'intestin est souvent citée comme un critère de sélection (GUARNER *et al.*, 1998).

Tableau 04 : Critères de sélection d'organismes probiotiques (MARKOWIAK et ŚLIZEWSKA,2017).

Critères de sécurité	Critères fonctionnels	Critères technologiques
-Identification de la souche. -Innocuité. -Origine.	-Survie au cours du transit digestif. -Adhésion aux cellules intestinales et/ou au mucus. -Colonisation. -Aptitude à produire des effets bénéfiques sur la santé. -Activité antimicrobienne.	-Résistance aux Bactériophages. -Stabilité au cours des Procédés de production et dans le produit fini. -Facilité de culture. -Absence de propriétés Organoleptiques indésirable

5. Les microorganismes probiotiques :

Les bactéries lactiques incluent les genres *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* et *Pediococcus*. Ce sont des bactéries à Gram positif, généralement immobiles, asporulées, anaérobies ou micro-aérophiles. Le pourcentage en bases guanine et cytosine (% GC) de leur ADN montre une hétérogénéité des

espèces constituant ces genres. Selon leur morphologie, les bactéries lactiques peuvent être divisées en trois catégories : les lactobacilles, les coques et les bifidobactéries. (CLAESSON *et al.*, 2007 ; CORRIEU et LUQUET, 2008).

Les lactobacilles font partie du phylum des Firmicutes, de la classe des Bacilli, de l'ordre des *Lactobacillales* et de la famille des *Lactobacillaceae*. Ces bactéries ont une forme de bâtonnets qui sont souvent groupés en chaînettes (LEVEAU et BOUIX, 1993).

Seuls les *Streptococcus*, les *Enterococcus* et éventuellement les *Lactococcus* sont utilisés comme probiotiques. Ces trois genres appartiennent au phylum des Firmicutes, à la classe des Bacilli, à l'ordre des *Lactobacillales* et à la famille des *Streptococcaceae*. L'espèce *Streptococcus thermophilus* {figure 01 (B)}, largement présente dans le lait et les produits laitiers comme agent d'acidification, possède le statut GRAS (Generally Recognized As Safe) et est utilisée dans certains produits probiotiques. Les espèces *Enterococcus faecalis* {figure 01 (C)} et *Enterococcus faecium*, anciennement désignées « streptocoques fécaux », sont toutes les deux utilisées comme probiotiques. Les espèces du genre *Lactococcus* ne possèdent aucun caractère pathogène. Elles sont largement présentes dans le lait et les produits laitiers, mais les produits végétaux constituent leur réservoir principal. Seule l'espèce *Lactococcus lactis* {figure (D)} est utilisée pour ses effets probiotiques (GUIRAUD, 2003 ; CORRIEU et LUQUET, 2008).

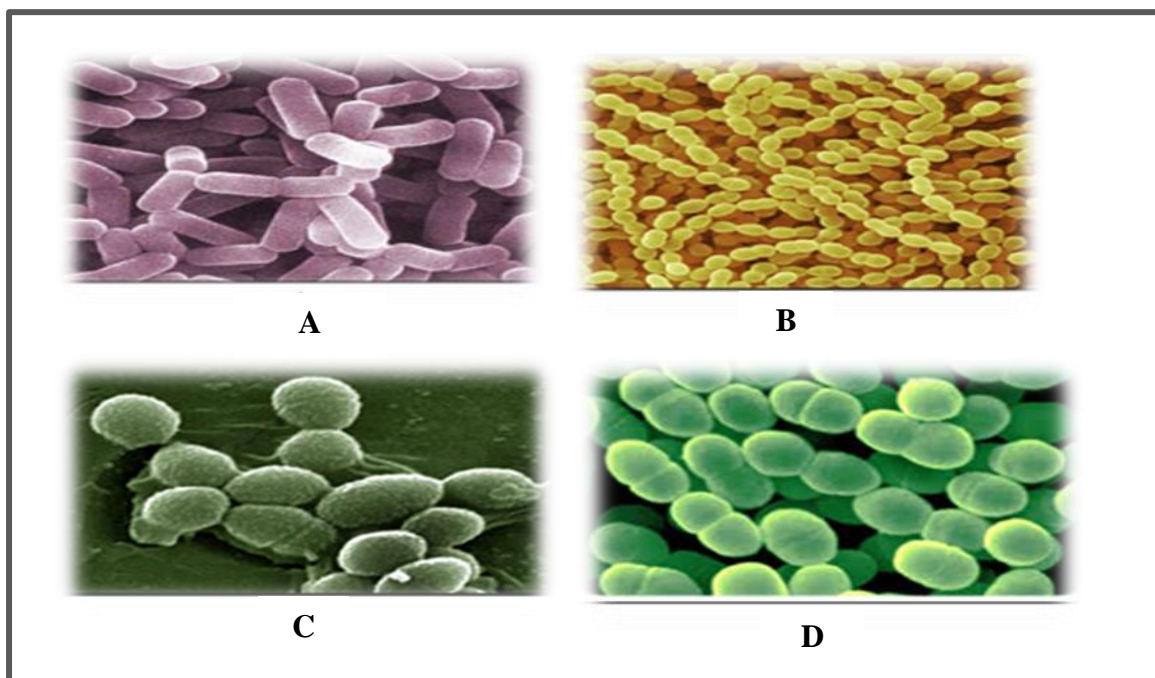


Figure 04 : (A) : *Lactobacillus casei*, (B) : *Streptococcus thermophilus*, (C) : *Enterococcus faecalis*, (D) : *Lactococcus lactis* (CORRIEU et LUQUET, 2008).

Les levures font partis de la famille des champignons unicellulaires, utilisés dans l'industrie alimentaire pour la production de boissons alcoolisées mais aussi pour la fabrication boulangère (STEENSELS *et al.*, 2014). Les levures utilisées comme probiotiques sont des souches de *Saccharomyces cerevisiae* et en particulier une souche bien déterminée dénommée *Saccharomyces boulardii* (ROFLE, 2000 ; DALMASSO *et al.*, 2006).

6. Mécanismes d'action :

Les probiotiques exercent de nombreux et divers effets sur l'hôte dont les principaux Mécanismes d'action incluent : augmentation de l'adhésion à la muqueuse intestinale et inhibition concomitante de l'adhésion des pathogènes, exclusion compétitive des microorganismes pathogènes, production des substances antimicrobiennes, amélioration de la barrière épithéliale et modulation du système immunitaire (BERMUDEZ-BRITO *et al.*, 2012). La colonisation du TGI par les probiotiques implique, en premier lieu, leur adhérence à des récepteurs cellulaires in situ permettant la compétition pour les sites d'adhésion et les nutriments accessibles aux bactéries pathogènes (PINTADO *et al.*, 2014).

Pendant leur colonisation et au cours de leur croissance et de leur métabolisme, les probiotiques libèrent des substances antimicrobiennes, notamment les bactériocines et les acides organiques (lactique et acétique). Ces acides créent un environnement défavorable pour la multiplication des microorganismes pathogènes suite à une diminution du pH local. Certaines substances antimicrobiennes produites par les probiotiques ont une large activité contre les champignons, les bactéries pathogènes et les virus, empêchant ainsi leur établissement dans le TGI. Les probiotiques améliorent aussi la barrière épithéliale, un mécanisme de défense majeur utilisé pour maintenir l'intégrité épithéliale et protéger l'organisme de l'environnement. Toutefois, les mécanismes par lesquels les probiotiques renforcent la barrière intestinale ne sont pas bien élucidés (BERMUDEZ-BRITO *et al.*, 2012).

En outre, par activation immunologique, les probiotiques peuvent également favoriser l'inhibition de l'agent pathogène par induction de la production des cytokines ou augmentation de la sécrétion d'IGA in situ (PINTADO *et al.*, 2014 ; YADAV et SHUKLA, 2017).

L'autre mécanisme d'action pertinent associé aux probiotiques comprend leur capacité à moduler le système immunitaire. Il implique l'activation des cellules du tissu lymphoïde associé à l'intestin, présent dans la lamina propria et la sous-muqueuse (PINTADO *et al.*, 2014). En effet, l'interaction des probiotiques avec différentes cellules du système

immunitaire [entérocytes, cellules dendritiques (CD), Th1, Th2 et T cellules régulatrices] dans l'intestin, module la réponse immunitaire vers une action pro ou anti-inflammatoire (ROSSON *et al.*, 2020). Certains probiotiques possèdent des propriétés antiallergiques après induction des cytokines immunosuppressives IL-10 et TGF- β ou réduction de la prolifération des cellules T (PAPADIMITRIOU *et al.*, 2015).

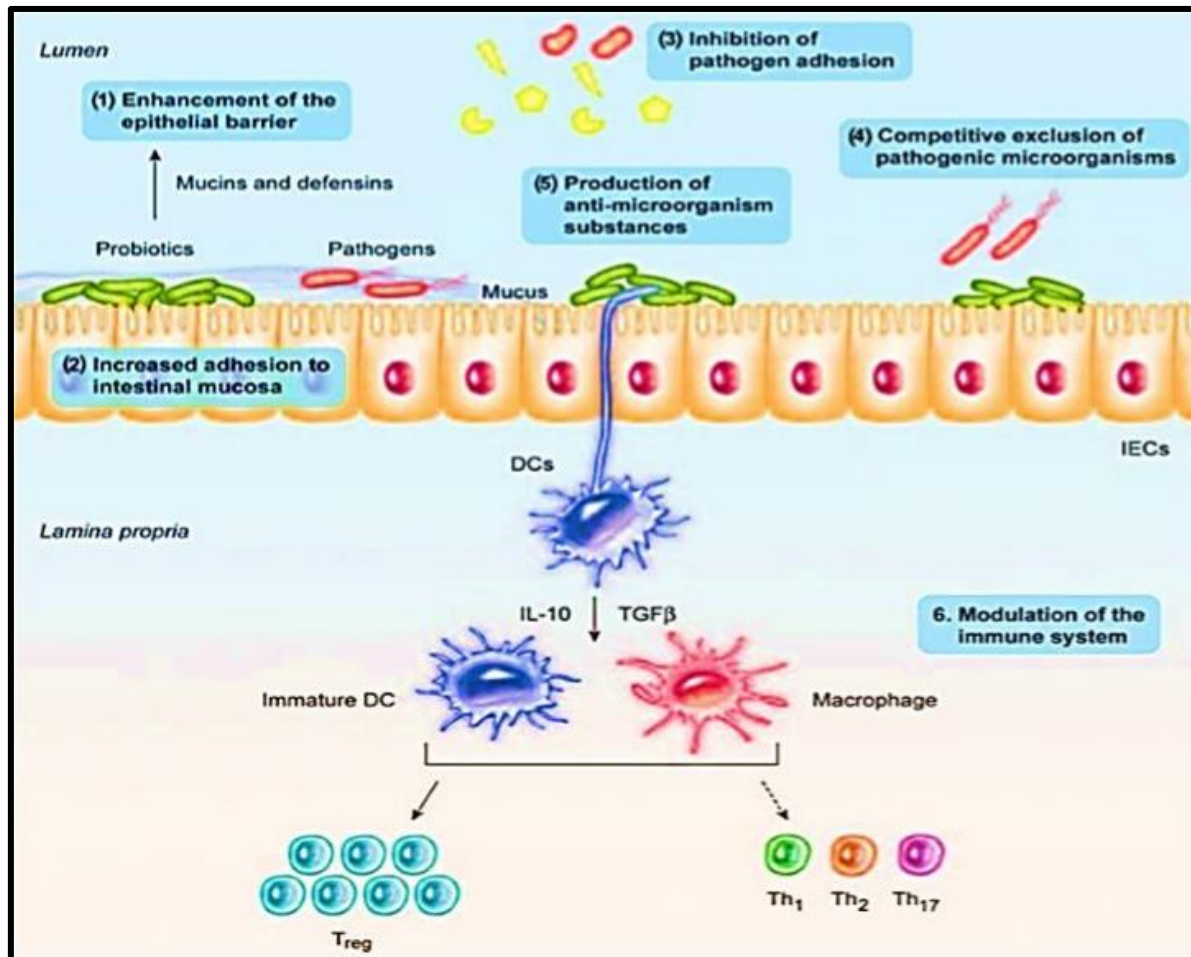


Figure 05 : Mécanismes d'action majeurs des probiotiques (BERMUDEZ-BRITO *et al.*, 2012).

7. Effets des probiotiques sur la santé :

Plusieurs avantages pour la santé sont attribués à l'ingestion des probiotiques dont certains ont été prouvés scientifiquement et d'autres nécessitent encore des études plus approfondies chez l'homme. Les principaux avantages associés à la consommation des probiotiques sont les suivants (GRANATO *et al.*, 2010 ; YADAV et SHUKLA, 2017).

- ✚ Les activités antimicrobiennes et antimutagènes,
- ✚ Les propriétés anticancérigènes et antihypertensives,
- ✚ Améliorer l'état nutritionnel de l'individu et le système immunitaire,
- ✚ Augmenter la disponibilité des vitamines, des minéraux et des oligo-éléments pour

L'organisme,

- ✚ Diminuer les symptômes de l'intolérance au lactose,
- ✚ Prévention et traitement de la diarrhée due à une infection, de la diarrhée du voyageur, de la diarrhée virale aiguë chez l'enfant, de la diarrhée associée à un surdosage d'antibiotiques et de la diarrhée due à une exposition à l'irradiation
- ✚ Augmentation de la motilité du gros intestin qui aide à soulager la constipation,
- ✚ Atténuation des symptômes intestinaux et du syndrome de Crohn,
- ✚ Réduction des symptômes d'allergies alimentaires et du taux de cholestérol LDL.

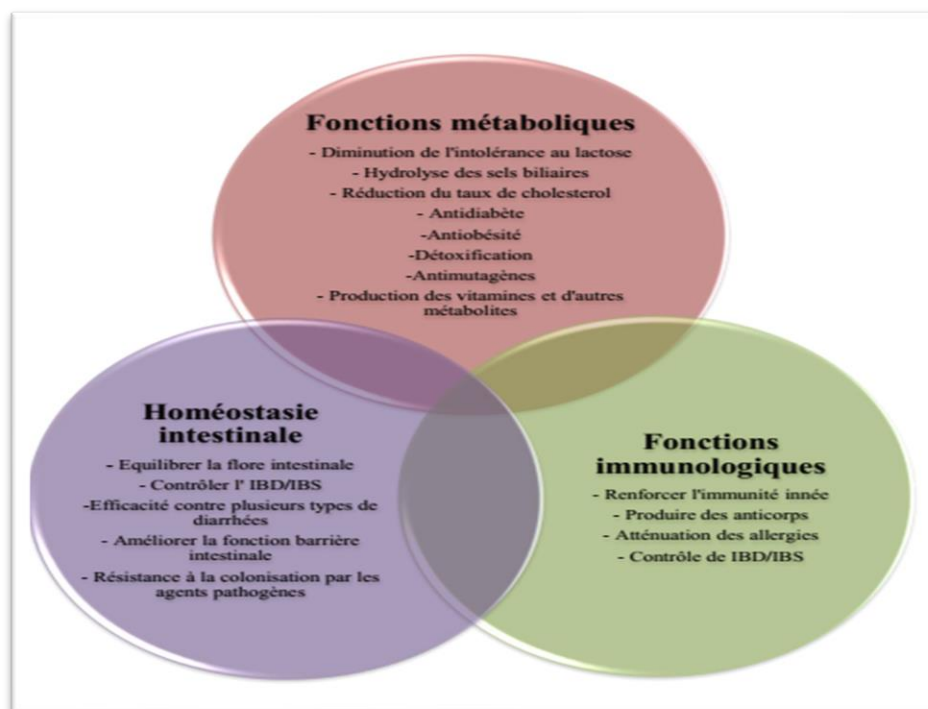


Figure 06 : Quelques effets bénéfiques des probiotiques sur la santé (BAJAJ *et al.*, 2015).

Deuxième partie

Etude expérimentale

Chapitre 01

Matériel et Méthodes

L'objectif de cette étude est d'isoler et de sélectionner des souches lactiques, à partir du lait camelin, possédant des propriétés probiotiques et d'évaluer cette aptitude in vivo.

1. Matériel

1.1. Matériel biologique

1.1.1. Lait de Chamelle

Des échantillons de lait cru ont été prélevés à partir d'une femelle en bonne santé âgée d'environ trois ou quatre ans, dans région de la wilaya d'El MEGHEIR (SETIL) au cours du mois de 20 Février 2022. La traite de Chamelle se fait au soir dans des conditions aseptiques. Un échantillon a été prélevé après lavage à l'eau savonneuse, rinçage à l'eau de Javel et séchage de la mamelle, les 2 premiers jets sont éliminés et le lait est recueilli dans des flacons stériles de 180 ml apportés le jour même au laboratoire pour éviter toute contamination.

Tableau 05 : Caractéristiques de l'animal utilisé pour l'échantillonnage de lait cru.

Sexe	Région	Population	Couleur	Mode de vie
Chamelle	El MEGHEIR (SETIL)	Sahraoui	Brun	Semi-Intensif

1.1.2. Les rats

Les 25 rats utilisés dans cette expérimentation ont été approvisionnés à partir de l'institut Pasteur à Alger, ils sont des rats Wistar blanc mâles adultes, leurs poids corporel moyen est de 250 à ± 25 g (au début de l'expérimentation).

L'élevage des animaux a été réalisé dans 5 cages plastique qui sont tapissées d'une litière constituée de copeaux de bois et recouvertes des grilles en acier inoxydable ; chaque cage regroupe 5 rattes, Durant la période de cette expérimentation, les rats sont maintenus à une température 30 C° et une photopériode naturelle, nourris par un régime standard bien équilibré et boivent de l'eau potable à volonté. Ils ont été traités conformément au principe énonces dans le manuel sur le soin et l'utilisation des animaux d'expérimentation.

1.1.3. Les micro-organismes

Les souches pathogènes utilisées dans la détection de l'activité antibactérienne proviennent du laboratoire d'analyse médicale et microbiologique d'Al-Mardjane.

Tableau 06 : Les souches pathogènes utilisées.

Souche	Gram	Référence
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	ATCC 44300
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	ATCC 9027
<i>Escherichia coli</i>	-	ATCC 25922

1.2. Matériels de laboratoires

Notre étude a nécessité l'utilisation des appareils, de la verrerie et d'autres matériels dont ils sont cités au-dessous :

- ❖ Balance électronique ;
- ❖ Etuve (Memmert et LABTECH LTB -060M) ;
- ❖ Autoclave ;
- ❖ Centrifugeuse ;
- ❖ Hotte
- ❖ Microscope optique
- ❖ Pipettes Pasteur ;
- ❖ PH mètre
- ❖ Réfrigérateur ;
- ❖ Seringue de 5 et 10 ml ;
- ❖ Micropipettes ;
- ❖ Boîtes de Pétri ;
- ❖ Bec Bunsen ;
- ❖ Ecouvillon stérile.

1.3. Réactifs chimiques et solvants

Les produits chimiques et réactifs utilisés au cours de cette étude sont les suivants :

- **Colorants** : Crystal Violet, Lugol, l'alcool et la fuschine ;
- **Tampons** : tampon phosphate -solution saline (à Ph 7,2), Hcl, NaCl, NaOH ;

1.4. Milieux de culture

- Gélose M17, Gélose nutritive, bouillon M17, gélose Mueller-Hinton

Notre travail de recherche a été réalisé au sein du laboratoire pédagogique de faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Echahid Hamma Lakhdar d'EL-Oued.

2. Méthodes

2.1. Isolement et purification des isolats des bactéries lactiques

2.1.1. Isolement des souches

Les bactéries lactiques (LAB) ont été sélectivement isolées par culture sur plusieurs milieux selon la méthode décrite par la Fédération Internationale du Lait en 1996. Avant de rechercher différentes bactéries, une série de dilutions décimales doit être préparée à partir de chaque échantillon selon la méthode décrite par ISO 6887-6 (2013).

Après homogénéisation des échantillons de lait, 1 ml de la solution mère a été ajouté à 9 ml d'eau physiologique (NaCl à 0,9%), une série de dilutions décimales a été préparées (10^{-1} à 10^{-3}) et retenues pour être ensuite inoculées avec des stries à la surface de la gélose M17. Ces dilutions permettent d'obtenir des colonies suffisamment séparées. L'incubation a lieu à 30° C / 72h pour les *Pédiocoques* et les *Lactocoques* et à 45° C/72h pour les *Streptocoques lactiques* (BADIS *et al.*, 2005).

2.1.2. Purification des souches

Afin de purifier les souches, des sous-cultures successives sont réalisées sur gélose M17. Après l'incubation, des colonies de différents aspects morphologiques (taille, couleur, surface, profondeur, etc.) sont successivement réensemencées sur milieu gélosé M17 par la méthode des stries afin d'assurer la pureté des cultures jusqu'à l'obtention de colonies bien distinctes et homogènes ayant le même aspect, la même couleur, la même taille et la même forme (GUIRAUD et ROSEC, 2004).

2.1.3. Conservation des souches

Pour la conservation à court terme, la souche pure est effectuée sur un milieu solide incliné. Après croissance à la température optimale, les cultures sont maintenues à 4° C et Les repiquages des cultures se fait tous les trois semaines (SAIDI *et al.*, 2002). Est effectué par

sous-culture. Pour une conservation à long terme, les souches sont conservées à -20°C (BENYOUCEF, 2019).

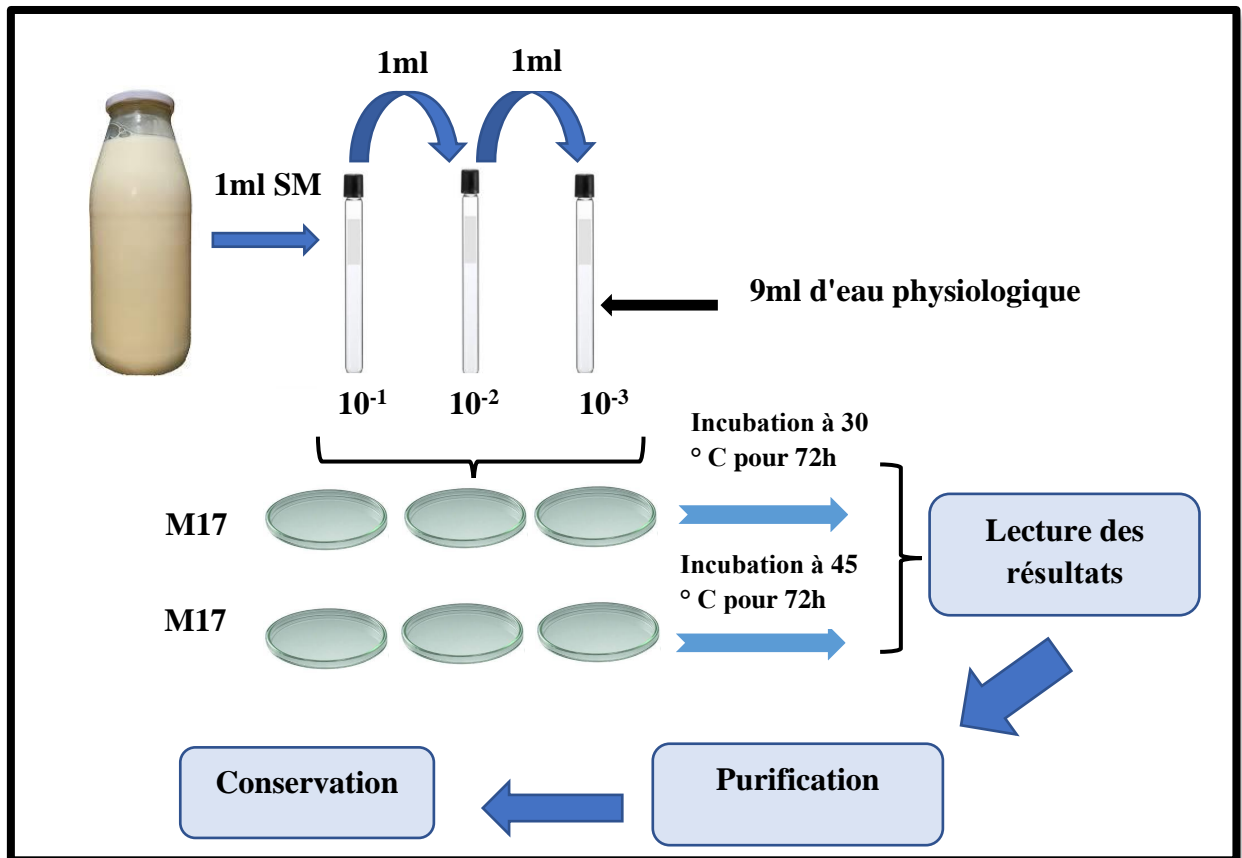


Figure 07 : Protocole d'isolement, de la purification et de la conservation des souches lactiques.

2.2. Pré-identification des isolats

Les isolats de LAB ont été identifiés en fonction de leurs caractéristiques morphologiques, physiologiques et biochimiques sur la base du manuel de Bergey (NAIR et SURENDRAN, 2005).

2.2.1. Étude morphologique

Cette étude est basée sur l'observation macroscopique et microscopique.

a. Examen macroscopique

Ce test permet de mettre en évidence la morphologie des colonies obtenues sur des milieux solides, à partir de l'observation à l'œil nu pour déterminer l'aspect, la taille, la forme et la couleur des colonies (BENYOUCEF, 2019).

b. Examen microscopique

A l'aide d'une loupe binoculaire, on détermine les caractères culturels des colonies bactériennes bien isolées. La forme des bactéries, leur type de Gram ainsi que leur arrangement cellulaire ont été déterminés après la coloration de Gram et seulement les bactéries à Gram positif sont sélectionnées (BENYOUCEF, 2019).

2.2.2. Caractérisation biochimique et physiologique

a. Test de catalase

La catalase est une enzyme qui a la propriété de décomposer le peroxyde d'hydrogène avec libération d'oxygène (BOURGEOIS *et al.*, 1980). La production de la catalase par tous les isolats lactiques a été détectée par l'ajout de l'eau oxygénée à 10 V. la colonie suspecte est diluée dans une goutte de peroxyde d'hydrogène sur une lame stérile. L'évolution des bulles de gaz indique la présence de catalase (TABAK, 2007).

b. Croissance à différentes températures

Ce test est très important car il permet de distinguer les bactéries lactiques mésophiles des bactéries lactiques thermophiles (BOULLOUF, 2016). Après inoculation du bouillon M17 par les cultures pures, les tubes sont incubés à 10° C pendant 5 à 7 jours, et à 40° C et 45° C pendant 24 à 48 h pour toutes les cultures (BADIS *et al.*, 2005).

c. Croissance à différentes concentrations d'NaCl

La croissance en présence de différentes concentrations de chlorure de sodium (NaCl) fournit des informations précieuses pour l'identification. Les cultures à tester ont été inoculées sur des bouillons hypersalins à 2% 4% et 6% de NaCl pour toutes les souches. Après incubation à 30° C pendant 24 à 72 heures, la croissance de ces bactéries se manifeste par une nébulosité du milieu (GUIRAUD et GALZY, 1980 ; BADIS *et al.*, 2005).

d. Galerie API 10 S

Nous avons utilisé ce test pour le reste des critères de détermination de la souche lactique. La galerie API 10 S comporte 10 micro-tubes contenant des substrats déshydratés. Les micro-tubes sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les tests. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs. La lecture de ces réactions se fait à l'aide du tableau de lecture et l'identification est obtenue en consultant la liste des profils d'identification (MEHTAR et AFSHA, 1983)

2.3. Sélection des souches probiotiques

2.3.1. Tolérances à l'acidité

La résistance au pH 3 est souvent utilisée dans les dosages in vitro pour déterminer la résistance au pH de l'estomac. Comme les aliments restent pendant 3h, cette limite de temps a été prise en compte (**PRASAD *et al.*, 1998**). A cet effet, des cultures actives (incubées pendant 16-18 h dans un bouillon M17) ont été utilisées. Les cellules ont été récoltées par centrifugation pendant 10 min à 2500 rpm. Les culots ont été lavés deux fois dans un tampon phosphate salin (PBS à pH 7,2). Ensuite, les culots cellulaires ont été remis en suspension dans du BPS stérile (0,5 ml) dont le pH a été ajusté avec du Hcl 1N à 3 et incubés à 37°C (**HOSSEINI *et al.*, 2009**).

Les micro-organismes viables ont été dénombrés après exposition à l'état acide pendant 0,3 h d'incubation à 37°C. Ce processus est répété trois fois. Les comptages de LAB ont été exprimés en log unités formant colonies par millilitre (log UFC/ml) (**BENYOUCEF, 2019**).

2.3.2. Tolérance aux sels biliaires

Pour exercer leurs effets bénéfiques dans le TGI, les LAB doivent résister à la toxicité des sels biliaires qui a été testée en suivant les étapes du protocole décrit par **RUIZ *et al.* (2016)**. La concentration de bile gastro-intestinale est d'environ 0,3% et le temps de séjour des aliments dans l'intestin grêle est suggéré à 4 h (**CHARLES et SAMEDY, 2019**).

À cette fin, pour estimer la tolérance biliaire, le sel biliaire a été utilisé pour effectuer les tests de sels biliaires à différents pourcentages. Les culots cellulaires ont été récoltés par centrifugation, sont lavés deux fois et resuspendus dans le tampon phosphate salin (PBS à pH 8) additionné de 0,3%, 0,5% et 1% de sels biliaires et incubés à 37°C (**HOSSEINI *et al.*, 2009**). Les micro-organismes viables ont été dénombrés après incubation à 0,4h à 37°C pendant 48h. Ce processus est répété trois fois. Les comptages de LAB ont été exprimés en (log UFC/ml) (**BENYOUCEF, 2019**).

2.3.3. Activité antibactérienne

L'activité antibactérienne des souches lactiques vis-à-vis des souches pathogènes sélectionnées a été déterminée à l'aide de la méthode de diffusion sur disque d'agar. Un volume de gélose de milieu Mueller-Hinton est versé dans des boîtes de Pétri stériles. Après

solidification du milieu, les boîtes de pétri stériles sont ensemencées sur toute la surface par la suspension de la souche pathogène à l'aide d'un écouvillon stérile, puis les disques de papier Wattman sont remplis de 60 à 80 μl de surnageant filtré et neutralisé, obtenu après centrifugation à 4000 rpm pendant 15 min d'une culture de la souche lactique appropriée (LABIOUI, 2005).

Après séchage, les disques sont ensuite déposés sur le milieu de culture ; la diffusion des agents antimicrobiens dans le milieu gélosé est améliorée par incubation des boîtes à 37° C pendant 24 h. Après incubation, les plaques ont été observées pour une zone d'inhibition (ZOI) autour des disques (ACHEMCHEM and ABRINI, 2005).

Le diamètre de la zone d'inhibition a été mesuré par des étriers en millimètres et une zone claire de 1 mm ou plus a été considérée comme une inhibition positive. La mesure du diamètre d'inhibition Zi est effectuée selon la formule suivante (TABAK, 2007).

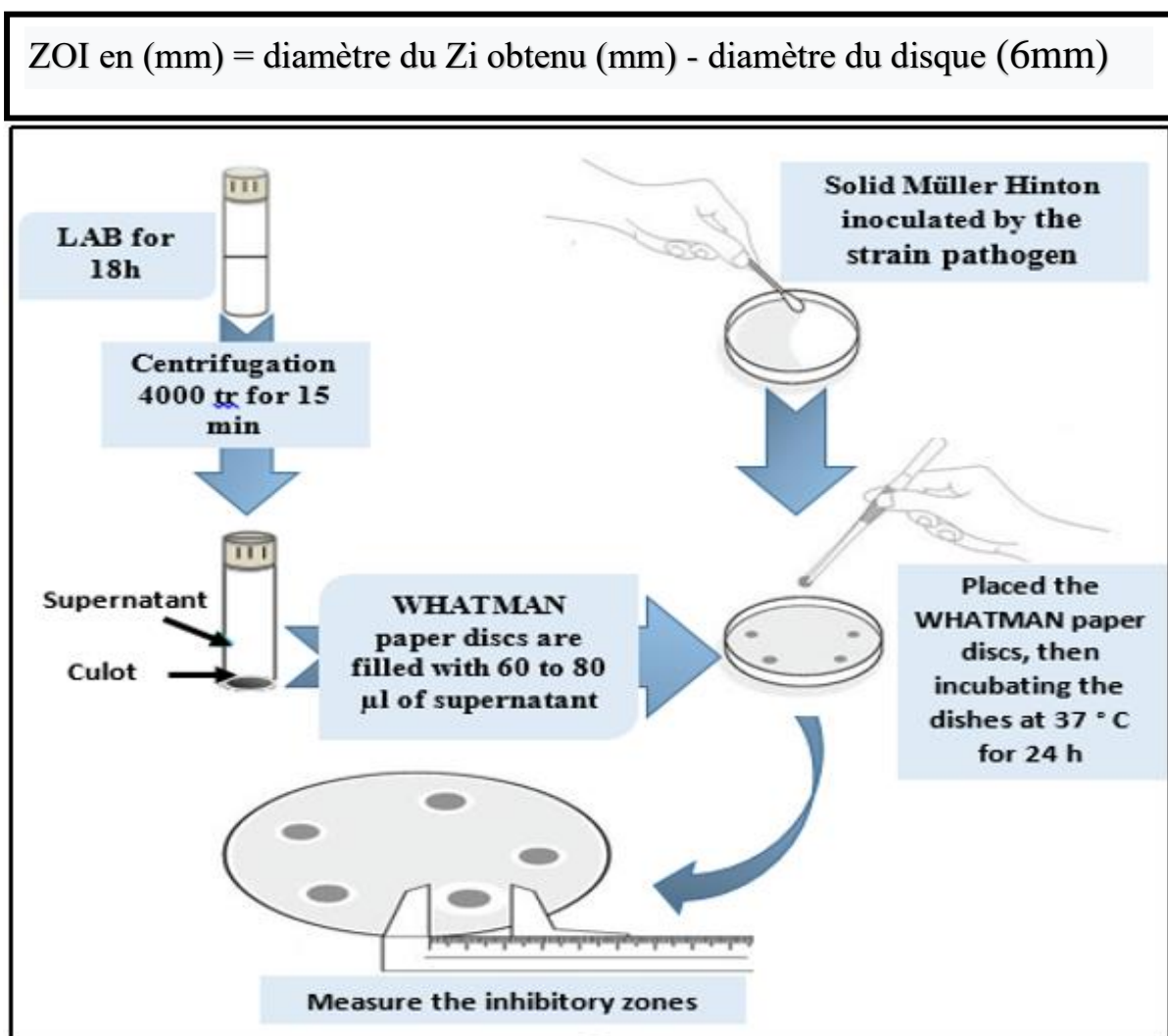


Figure 08 : Schéma de la méthode de diffusion disques-gélose. (Salhi et Souaker, 2020)

2.3.4. Sensibilité aux antibiotiques

La sensibilité aux antimicrobiens de chaque LAB a été déterminée en utilisant la méthode de diffusion sur disque décrite par **ZHANG *et al.*, (2016)** contre certains antibiotiques, notamment la gentamicine (10µg / ml), ofloxacin (5µg / ml), érythromycine (15µg / ml), amoxicilline (25µg / ml). Pénicilline (10 µg/ml). Vancomycine (30 µg / ml).et aztreonam (10µg / ml).

Ainsi, un volume de 100 µl de cultures à croissance active a été tamponné uniformément sur la surface des plaques de gélose nutritive avec un écouvillon stérile. Après séchage, les disques antibiotiques ont été placés sur la surface de gélose solide, et les plaques ont été laissées de côté pendant 30 min à 4 ° C pour la diffusion des antibiotiques et incubées à 37 ° C pendant 24 à 48 h. Les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés à l'aide d'étriers (**VLKOVA *et al.*, 2006**) ; la zone d'inhibition (diamètre en mm) pour chaque antibiotique a été mesurée et exprimée en sensible, S (≥ 21 mm) ; intermédiaire, I (16– 20 mm) et résistance, R (≤ 15 mm) (**GUESH *et al.*, 2019**).

2.4. Évaluation in vivo des propriétés probiotiques

2.4.1 Induction des troubles intestinaux

Dans la phase d'adaptation de 15 jours, les rats ont été répartis au hasard dans le 1^{ier} groupe est témoin et les quatre groupes modèles atteints des troubles au niveau de tube digestif. Tous les rats ont reçu un régime alimentaire normal au cours d'adaptation. Après cette phase, le régime alimentaire des quatre groupes cibles a été modifié en les jeûnant pendant 16 heures chaque jour avant le gavage intragastrique pendant une semaine.

❖ Protocole d'infection

Les rats ont été répartis en 5 groupes de 5 rats chacun, il s'agit de :

- a. **Lot 01** : témoin en bonne santé non infectés et non traités ;
- b. **Lot 02** : infection bactérienne de l'intestin par E. Coli ;
- c. **Lot 03** : : trouble intestinal induit par huile de ricin ;
- d. **Lot 04** : traitement des rats, indiquée à la maladie d'origine bactérienne, par une dose de 0.5mL d'une bactérie lactique probiotique diluée dans un 5ml d'eau physiologique chaque jour, pendant une semaine.

- e. **Lot 05** : traitement des rats, indiquée à la maladie d'origine biochimique, par une dose de 0.5mL d'une bactérie lactique probiotique diluée dans une quantité d'eau physiologique (5ml) chaque jour, pendant une semaine.

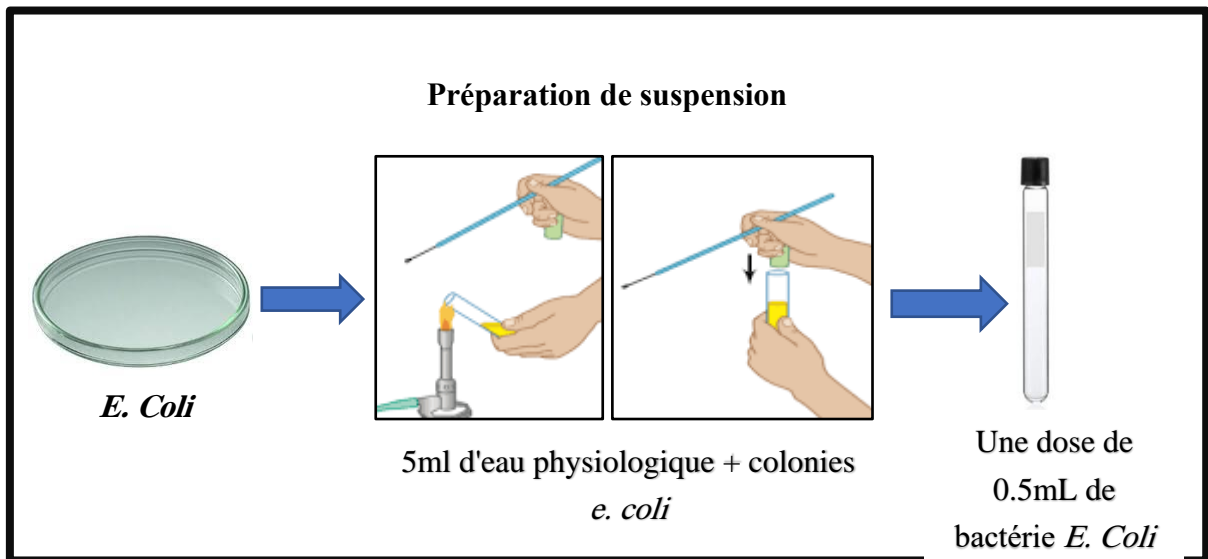


Figure 09 : Schéma de la préparation de suspension bactérienne destinée pour l'infection des rats

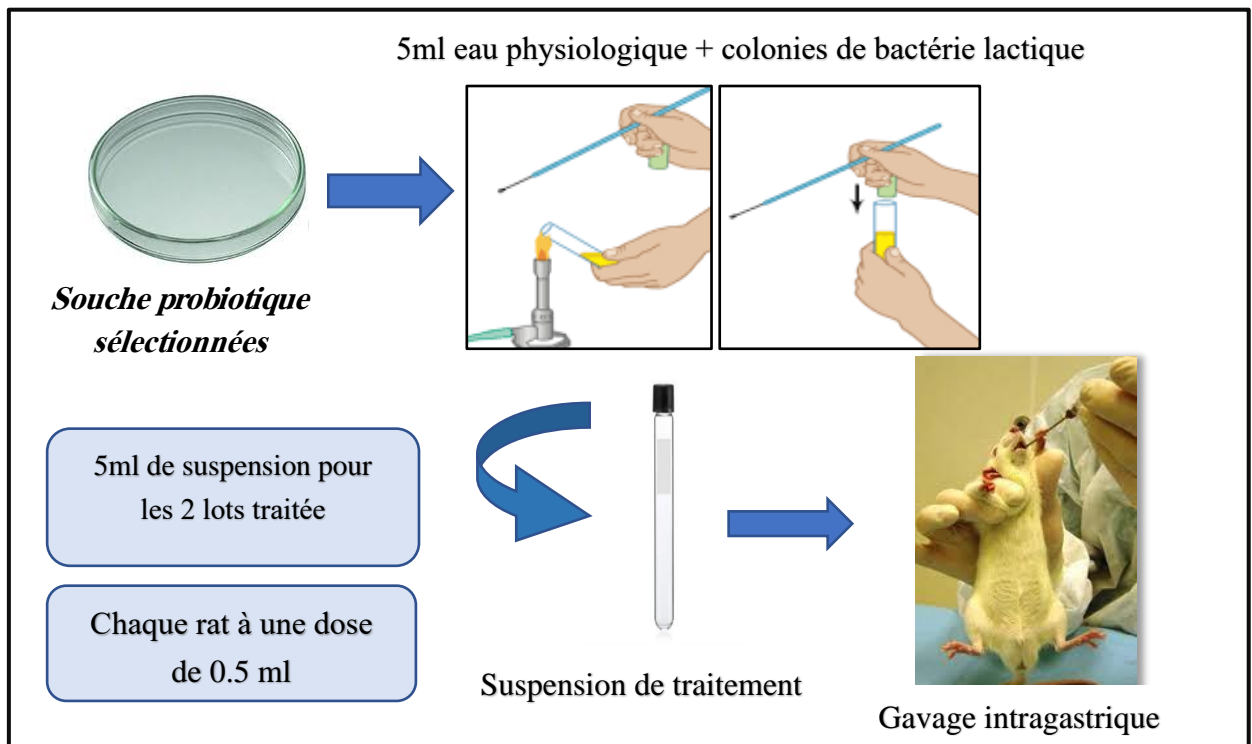


Figure 10 : Protocole de traitement des rats par la souche probiotique sélectionnée

A la fin de l'expérimentation, des prélèvements de sang ont été réalisés et des tissus intestinaux ont été prélevés pour subir des analyses médicales et des coupes histologiques pour l'observation microscopique.

2.4.2. Prélèvement du sang

Le prélèvement sanguin se fait au moment de sacrifice des rats (les rats ont été mis à jeun 24h avant d'être sacrifiés), le sang prélevé pour chaque rat est récolté dans des tubes EDTA (Ces tubes remplis de sang, ont été transportés dans une glacière au laboratoire). Le sang est ensuite utilisé pour le dosage de paramètre hématologique (FNS). Nous avons effectué des analyses hématologique (FNS) Au niveau du laboratoire d'analyses médicales de l'hôpital d'urgence médicales du 8 mai.

2.4.3. Etude histologiques d'intestin

La réalisation des coupes histologiques des intestins des rats a été effectué dans le laboratoire de la faculté et avec l'aide du laboratoire d'anatomie pathologique de l'hôpital BIN OMAR JILANI d'El-Oued. Le prélèvement d'organe (l'intestin) a été réalisée à la fin de sacrifice des rats après lavage de l'organe par l'eau physiologies (NaCl 0.9, %), puis conservés dans un milieu approprié (Formal 10 %).

2.4.3.1 Etapes de la réalisation des coupes histologiques

a. Prélèvement

Le prélèvement doit se faire aussi délicatement que possible afin de ne pas dégrader l'organisation tissulaire. Une fois obtenu, ce prélèvement doit immédiatement être immergé dans un grand volume de liquide fixateur.

b. Fixation et conservation

La fixation a pour buts la conservation des structures et le durcissement tissus. Elle doit se faire immédiatement après le prélèvement, par immersion du matériel dans un grand volume de liquide fixateur. Le liquide fixateur le plus utilisé sont le formol (**GERARD, 2012**).

c. Déshydratation

Le but de cette étape est d'éliminer l'eau intracellulaire, pour pouvoir réaliser une coupe fine par la suite sans perdre la structure cellulaire initiale au moment de la rupture de la membrane plasmique (sortie d'eau brutale) Ceci par passage du prélèvement dans de bain d'alcool de concentration croissante (d'éthanol dilué 70% pendant 17h. Cette étape prépare l'inclusion, vu que la paraffine est hydrophobe (**NACIRI, 2013**).

d. Inclusion

Elle a pour but de permettre la réalisation de coupes fines (d'une épaisseur de 2 à 5 μm) et régulières. Le milieu d'inclusion utilisé est la paraffine (résine blanche opaque). L'inclusion est réalisée au niveau d'un automate de paraffine fondue. Après 4 heures d'inclusion, la paraffine liquide est coulée dans un petit moule en métal « Barres de Leuckart ». Après refroidissement on se trouve alors en présence d'un bloc de paraffine dur, à l'intérieur duquel la pièce prélevée (NACIRI, 2013).

e. Confection des coupes histologiques

Le passage du bloc de paraffine dans un microtome permet de réaliser des sections de 2 à 5 μm disposées en séries régulières sous forme d'un ruban. Après cette étape Les coupes doivent être déparaffinée à l'aide de lamelle dans un Bain-marie à une température de 45° C (GERARD, 2012).

f. Coloration

Le but de la coloration est d'accentuer les contrastes afin de différencier les différents constituants tissulaires. La coloration se base sur des réactions chimiques connues entre des colorants et des composants des tissus intestinaux (GERARD, 2012).

g. Montage & Observation microscopique

Les coupes colorées sont montées entre lame et lamelle avec une résine synthétique 'Baume de Canada' dont l'indice de réfraction est proche de celui du verre. On obtient, ainsi, une préparation histologique, Prête à être observée au microscope optique. (BENBOURDI, 2016).

3. Analyse statistique

Pour l'interprétation statistique des résultats, nous utilisons le logiciel Excel qui nous aide à faire les tests. Les moyennes et les écarts-types pour chaque mesure réalisée.

Chapitre 02

Résultats et discussion

1. Isolement et identification des bactérie lactiques

Nous avons pris des échantillons aléatoires de colonies isolées, qui ont des aspects phénotypiques différents, et issus du lait de chamelle, nous avons obtenu 4 souches.

1.1. Pré-indentification des isoles

La morphologie des bactéries lactique est un critère important pour leur identification qui passe par les trois aspects suivants :

1.1.1. Examen macroscopique

L'observation macroscopique des colonies des 04 souches lactiques obtenues et cultivées sur la Gélose M17 et incubé à 30°C pendant 24h, les résultats sont illustrés dans la figure 11 et le tableau 07.

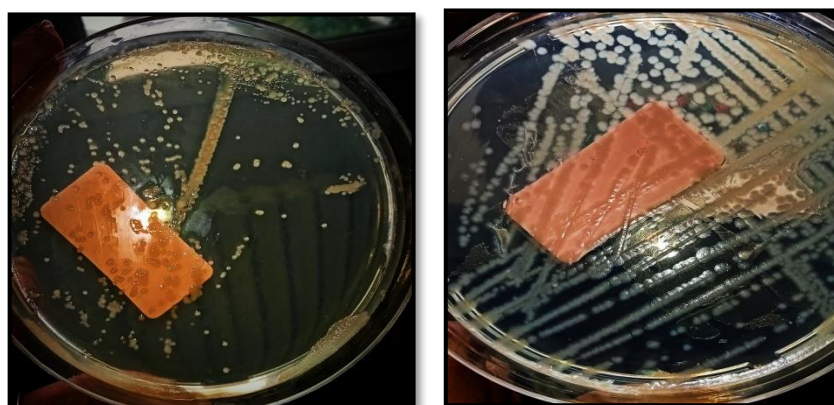


Figure 11 : Aspect macroscopique des colonies des souches isolées (Photo originale, 2022).

1.1.2. Examen microscopique

L'examen microscopique des 04 souches lactiques isolées, a révélé qu'elles étaient positives à la coloration de Gram, avec des formes dominantes Coque. Les résultats sont illustrés dans la figure 12 et le tableau 07.

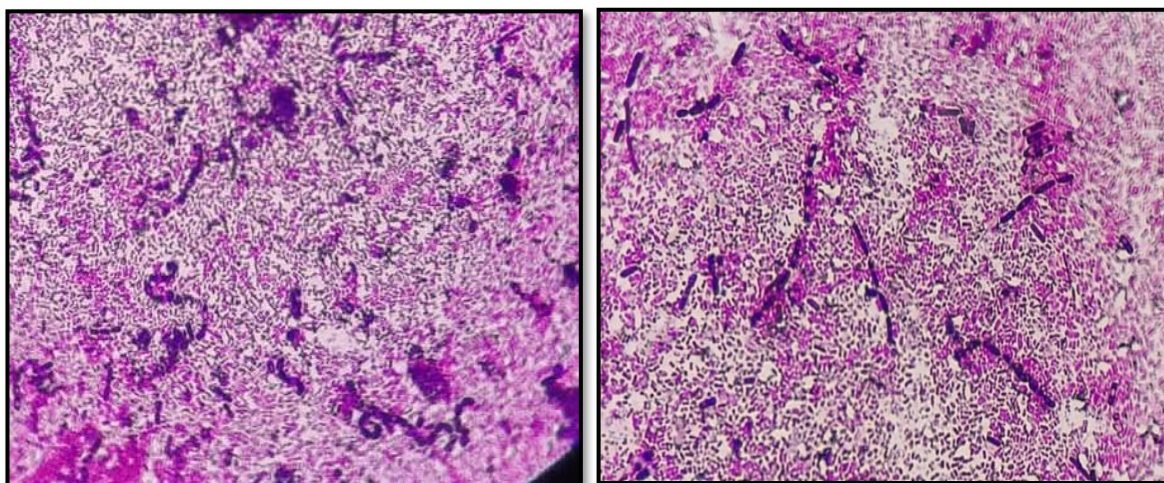


Figure 12 : Aspect microscopique après coloration de Gram des souches isolées (Photo originale, 2022).

Tableau 07 : Observation macroscopique et microscopiques des isolats

Code	Macromorphologie (Aspect des colonies)	Micromorphologie (Formes des bactéries)	Coloration De Gram	Mode d'assemblage
S ₁	- Blanchâtre et crème - Arrondies - très petites	Coque	+	Chaînettes
S ₂	- Blanchâtre - Arrondies - petites	Coque	+	Isolés ou en diplocoque
S ₃	- Blanchâtre - Arrondies - petites	Coque	+	Diplocoque et tétra
S ₄	- Blanchâtre et crème - Arrondies ou Lenticulaires - Tailles variables	Bacille	+	Bacillaire

Les colonies des 04 souches lactiques sont d'apparence très variable, après les séries de purification, les colonies des souches présentent les caractéristiques suivantes :

- ✓ Arrondies et lenticulaires,
- ✓ Blanchâtres et crèmes,
- ✓ De contour régulier et diamètre variable,

- ✓ Les colonies en général ils apparaissent sous forme de point ou de lignes fines.

L'observation microscopique après la coloration de gram effectuée sur les souches isolée, montre les caractéristiques suivantes :

- ✓ Les isolats sont à Gram positif,
- ✓ De forme coccus ou Bacillus,
- ✓ Regroupement des cellules en Chaînettes ou isolés ou en diplocoque et tétrades.

Nos résultats étaient similaires et cohérent avec ceux obtenus par **SALHI et al., (2020)** en termes d'observation macroscopique et microscopique.

1.2. Tests biochimiques et physiologiques :

Les critères biochimique et physiologique sont basés sur des tests biochimiques (test de catalase et Api) et physiologiques (test de tolérance de NaCl, température) et qui permettent de mieux répertorier nos souches vers les genres appropriés. Les résultats relatifs au test biochimiques et physiologiques sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 08 : Critères physiologiques et biochimiques des souches bactéries lactiques.

		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
Température	10 °C	+	+	+	+
	40 °C	+	+	+	+
NACL	2 %	+	+	+	+
	4 %	+	+	+	+
	6%	+	+	+	+
Test catalase		+	+	-	-
ONPG		Jaune (+)	Jaune (+)	Jaune (+)	Jaune (+)
GLU		Jaune (+)	Jaune (+)	Jaune (+)	Jaune (+)
ARA		Jaune (+)	Jaune (+)	Jaune (+)	Jaune (+)
<u>LDC</u>		Jaune (-)	Orang (+)	Orang (+)	Rouge (+)
<u>ODC</u>		Jaune (-)	Rouge (+)	Rouge (+)	Rouge (+)
CIT		Jaune (-)	Bleu (+)	Bleu verre (+)	Bleu verre (+)
<u>H₂S</u>		Incolore (-)	Noir (+)	Noir (+)	Noir (+)
<u>URE</u>		Jaune (-)	Rouge (+)	Rouge (+)	Rouge (+)
TDA		Jaune (-)	Marron (+)	Marron (+)	Marron (+)

✚ Croissance à différentes Températures :

La température est un facteur limitant la croissance des microorganismes, les résultats de la croissance des souches bactéries lactiques à des différentes températures d'incubation présentent une similitude de croissance de différent souche à la température d'incubation de 10 °C, on remarque une augmentation significative de la croissance pour la plupart des souches en température 40 °C.

Donc, cela indique que la bactérie lactique sont capables de se reproduire a des températures élevées, cela est confirmé par l'étude de **SALHI et al.,2020** selon laquelle certains souches croissent en 10 °C et d'autres ont une meilleure croissance 40 °C.

✚ Croissance à différentes concentrations de NaCl :

Nous avons observé qu'avec une tolérance au NaCl, une bonne croissance était observée en concentration de 2% dans la plupart des souches, et croissance normale en 4%, et peu de croissance en 6% par rapport au 2 % et 4 %, nos résultats indiquent que les bactéries ont une tolérance au sérum physiologique, cela est conforme avec l'étude de **HADJ et al., (2013)**.

✚ Test catalase :

Le test de catalase a révélé une réaction négative (absent de bulles de gaz) dans les souches S₃ et S₄, alors il est dénué de catalase, cela indique qu'il est d'un bactérie *streptococcus* parce que cette bactérie ne produit pas l'enzyme catalase.

De même, ce nos résultats montrent une réaction positive (présence des bulles de gaz) dans les souches S₁ et S₂, Cela indique que l'apparition de bulles est due à la production bactérienne de l'enzyme catalase, qui agit pour se débarrasser de la toxicité du H₂O₂ en rompant la liaison en eau et en oxygène.

✚ Test de API 10 s (analytical profile index)

Ce sont les résultats que nous avons obtenus par les galeries Api 10S ayant pour objectif de déterminer le genre et l'espèce de notre groupe, les résultats de ces tests sont résumés dans le tableau et de cette figure.

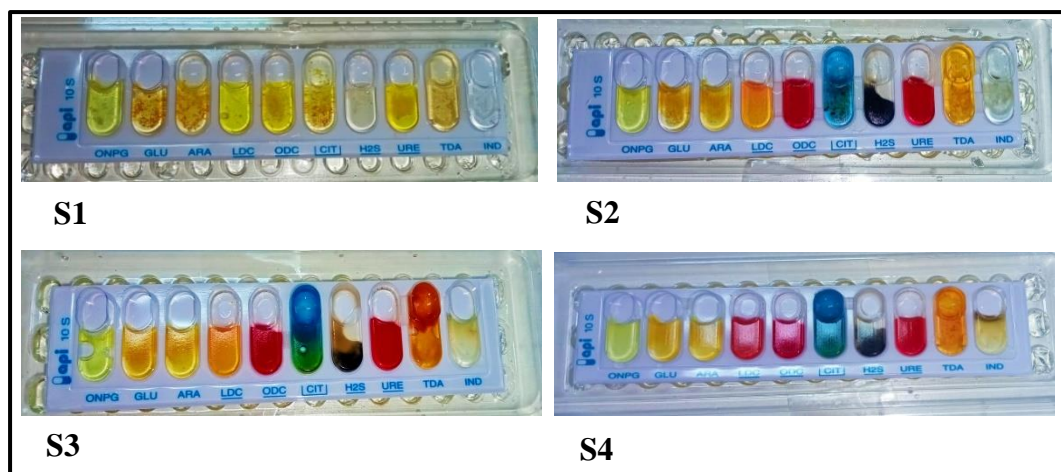


Figure 13 : Résultats de test API S10 (Photo originale, 2022).

En se basant sur les critères morphologiques, microscopiques et biochimiques ; nos isolats peuvent probablement se répertorier vers les souches suivantes :

- ❖ S₁: *Lactococcus lactis*.
- ❖ S₂: *Pediococcus acidilactici*.
- ❖ S₃: *Streptococcus thermophilus*.
- ❖ S₄: *Streptococcus thermophilus*

2. Sélection des souches à propriété probiotique :

2.1. Résistance aux différents degrés du pH :

L'étude d'analyse de la résistance à l'acide a été réalisée dans des conditions acides similaires à celles de l'estomac en exposant nos souches à différent pH : 02, 03 et 04 pendant 3 heures. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 09 :

Tableau 09 : Effet du pH acide sur la viabilité des souche lactiques (log UFC/ml)

	Ph=02		Ph = 03		Ph = 04	
	0h	3h	0h	3h	0h	3h
S ₁	8.16±0.06	8.38±0.05	8.46±0.02	8.17±0.14	9.97±0.03	10.89±0.07
S ₂	9.60±0.03	6.00±0.92 ^a	9.31±0.1	7.92±0.16	9.15±0.4	8.42±0.1
S ₃	8.54±0.08	8.70±0.09	8.32±0.04	8.77±0.9	8.68±0.01	8.97±0.14
S ₄	8.47±0.17	8.47±0.02	9.15±0.22	9.73±0.08	8.85±0.02	9.97±0.03

Valeur moyennes (n=3) ± écart-type (SD). a : différence hautement significative (p <0.01).

Il y a eu peu d'étude sur l'activité probiotique, puisqu'on la généralement suppose que les lactocoques ne survivant pas lors du passage à travers l'appareil digestif, cela est dû au pH faible de l'estomac, cependant plusieurs travaux récents ont suggéré que les lactocoques

puissent survivre pour atteindre l'appareil gastro-intestinal humain ou animal (**KIMOTO-NIRA et al.,2009**).

Grace aux résultats que nous avons obtenus, toutes les souches ont montrés une forte résistance à l'acidité (pH 2, pH 3 et pH 4) après 03 heures d'incubation, ces résultats sont en accord avec les résultats de (**BOUGEURA, 2021**).

Nos résultats confirment que les bactéries lactique sont capables de sur vivre et de résister à des concentrations acides mortelles, ceci est cohérent avec les travaux de (**MATHA et al.; 2008**). Lors de l'exposition à pH 3, la souche S₂ a enregistré le nombre le plus des cellules viables à 0h, suivi par ordre décroissant par les souches S₄, S₁ S₃, après 3h nous avons enregistré une diminution notable du nombre des cellules de la souche S₂, comme pour le reste des souches, il y a eu une légère diminution. Il semble que le pH 3 n'a pas d'effet sur la viabilité de la plupart des souches lactiques testées sont considérées comme acido-tolérantes. **MULLER et al., (2009)** ; **AZAT et al., (2016)** ont considérés comme le pH 4 est optimal pour une bonne viabilité des cellules bactériennes.

2.2. Résistance aux sels biliaires :

Les sels biliaires sont l'une des barrières à franchir par les bactéries probiotiques pour gagner leur site d'action. Les résultats de test de la résistance aux sels biliaires sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Effet des différentes concentrations en sel biliaires sur la viabilité des souche lactiques (log UFC/ml)

	0.3%		0.9%		1.5%	
	0h	3h	0h	3h	0h	3h
S ₁	0.95	0.80	1.07	0.20	1.22	1.04
S ₂	1.06	1.22	1.20	0.80	1.26	1.10
S ₃	1.29	1.23	0.10	0.99	0.50	0.70
S ₄	0.58	1.31	1.25	1.10	1.12	1.24

Il est admis que pour que la majorité des probiotiques puissent avoir des rôles bénéfiques sur la santé humaine, il faut qu'ils gardent une certaine viabilité lors de la transition intestinale. De ce fait, les probiotiques doivent pouvoir passer sans dommage. Irréversibles la barrière acide de l'estomac, puis, l'effet inhibiteur éventuel des sels biliaries. Ainsi, la capacité de survie des probiotiques dans l'hôte après leur ingestion, dépend de leur résistance intrinsèque, des facteurs de l'hôte et du véhicule par lequel ils ont été ingérés, Le flux biliaire assure un rôle physiologique très important puisque facilitant la digestion des composés lipophiles provenant de l'alimentation. C'est également un agent antimicrobien influençant l'établissement du micro biote intestinal. La tolérance à la bile est un critère déterminant de sélection des bactéries probiotique, permettant ainsi la survie pendant le passage à travers le tractus gastro-intestinal et la colonisation de l'environnement intestinale (**MARTEAU et SHAMAHON, 2003**).

Selon nos résultats mentionnés dans le tableau, il s'avère que toutes les souches ont une tolérance aux sels biliaries, aussi bien dans 0.3% , 0.9% et 1.5%, la souche S₁ est la plus affectée par l'augmentation de la concentration des sels biliaries, et la plupart ont montré une amélioration du taux de survie des sels biliaries à 1.5 % , en comparant nos résultats avec l'étude de **NORIEGEA et al., (2004)**, qui a confirmé par ses études que plusieurs souches de bactéries lactiques ont été adaptées de façon stable aux sels biliaries, à travers une adaptation progressive après une croissance dans des extraits de sels biliaries en concentration croissante, nos résultats sont cohérents avec cela, comme nous l'avons observé lors de l'augmentation de concentration des sels biliaries d'autre part , le taux de croissance des bactéries a augmenté dans la plupart des souches.

2.3. Activité antibactérienne :

L'activité antimicrobienne est une propriété très importante dans la sélection des probiotiques, permettant ainsi la conservation des aliments et la prévention des infections gastro-intestinales (**CHAMPOMIER-VERGES et al., 2010 ; AZAT et al., 2016**). La mesure de zones d'inhibition de nos souches vis-à-vis des bactéries indicatrices par la méthode de diffusion sur disque de gélose a été mise en évidence dans la figure suivante :

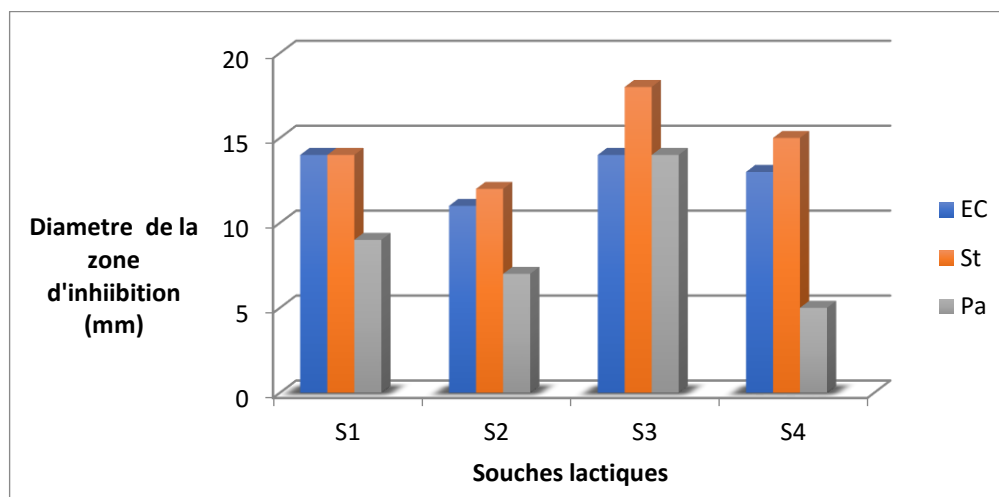


Figure 14 : Diamètres de zones d'inhibition obtenus par des souches bactéries lactique contre certaines bactéries pathogènes.

EC : *Escherichia coli* ; *St* : *Staphylococcus aureus* ; *Pa* : *Pseudomonas*.

Les résultats montrent que la plupart des isolats possèdent une activité antibactérienne contre les bactéries indicatrices. La meilleure inhibition a été obtenue contre *Staphylococcus aureus* avec une moyenne de 18, tandis que les bactéries lactiques ont faiblement inhibées *Pseudomonas* avec une moyenne de 5mm. En outre, nos souches ont *E. coli*, cela correspond à **DAVATI et al. (2015)** qui ont déterminé que la plupart des souches lactiques isolées du lait de chamelle peuvent inhiber *E. coli* et *Staphylococcus aureus*.

Les propriétés inhibitrices des LAB sont principalement attribuées à la production d'acides organiques, en particulier les acides lactique et acétique, responsables de la diminution du pH, Ils affectent aussi l'intégrité de la membrane cellulaire compromettant la viabilité des cellules et conduisant dans de nombreux cas à leur lyse. Les LAB exercent également un effet bio protecteur ou inhibiteur contre d'autres microorganismes en raison de la compétition pour les nutriments, ou en produisant une variété de substances antimicrobiennes entre autres, le peroxyde d'hydrogène, l'éthanol, l'acide formique, l'acétone, le d'acétyle et les bactériocines (**OLIVEIRA et al., 2008 ; CHAMPOMIER-VERGES et al., 2010, MORANDI et al., 2013**).

L'inhibition de certaines bactéries pathogènes peut aussi être associée aux Exopolysaccharides sécrétés par les souches productrices (**DENKOVA et al., 2017**), en plus est capable d'inhiber les bactéries pathogènes aérobies en produisant du CO₂ qui crée un environnement anaérobie. L'accumulation du dioxyde de carbone dans la bicouche lipidique

peut nuire à sa perméabilité et inhiber les enzymes de décarboxylation (OUWEHAND et VESTERLUND, 2004).

2.4. Sensibilité aux antibiotiques

La résistance aux antibiotiques est considérée comme une condition préalable à la sélection d'une souche probiotique. La sensibilité des souches lactiques à une gamme d'antibiotiques a été évaluée par la méthode de diffusion en disques. La résistance ou non d'une souche a été déterminée par la mesure des zones d'inhibition autour des disques (CHARTERIS *et al.*, 1998).

Les tests de sensibilité aux antimicrobiens peuvent être effectués à l'aide de différentes méthodes phénotypiques. Dans notre étude, les souches lactiques sélectionnées ont été testées en utilisant la méthode de diffusion sur gélose standardisée. Pour cela, 08 antibiotiques ont été utilisés. Les résultats des résistances et de sensibilités aux différents antibiotiques utilisés dans cette étude sont présentés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Antibiogramme des souches lactiques sélectionnées(mm).

Antibiotique	Dose µg	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
Amoxicilline	10	R	R	R	S
Erythromycine	30	R	R	R	R
Vancomycines	30	S	S	I	S
Gentamicine	10	S	R	S	I
Oxacilline	1	R	R	R	R
Pénicilline G	10	R	R	R	R
Ofloxacin	5	S	S	S	S
Erythromycine	15	I	R	I	I

R : résistance S : sensible I : intermédiaire

Le tableau montre que certaines souches présentent une résistance partielle (sensitive intermédiaire) à certains antibiotiques comme la Erythromycine ; alors que la plupart de LAB sont sensibles à la plupart des antibiotiques, à l'exception de l'antibiotique Pénicilline G, Oxacilline, Erythromycine qui ont été résistes par toutes les souches et l'antibiotique Ofloxacin qui affecte à toutes les souches. Il est à signaler que cette résistance et sensibilité trouvées dans notre étude, peuvent être liées à la concentration de chaque antibiotique.

Plusieurs études ont montré la résistance naturelle d'une gamme importante de bactéries lactique aux antibiotiques (**BOTES et al.,2008**). D'après les résultats obtenus, la plupart des souches lactiques testées sont résistantes à la plupart des antibiotiques et très résistante à l'Oxacilline, des résultats similaires ont été obtenus par **MORANDI et al. (2013)**, ou l'on obtient grâce à son étude que les bactéries lactiques sont très résistantes aux Oxacilline.

L'utilisation de différents souche lactique en tant que probiotique doit faire l'objet de travaux extrêmement attentif et sur une gamme très large qui touche toutes les familles d'antibiotiques, de même l'autorité Européenne de sécurité alimentaire, suggère que les probiotiques ne doivent pas avoir une résistance acquise aux antibiotique (**ZAGO et al.,2001**).

Grace aux résultats des toutes les analyses que nous avons obtenues, nous avons été amenés à choisir la meilleure souche *Streptococcus thermophilus* possédant des propriétés probiotiques, à appliquer dans l'étude in vivo.

3. Etude de l'évaluation in vivo des propriétés probiotiques :

L'étude in vivo a été appliquée sur les rats Wistar pour évaluer l'efficacité de propriété probiotique de notre souche lactique choisie, ainsi que cette étude est plus précise que l'étude in vitro après la réalisation des paramètres hématologiques et les coupes histologiques.

3.1. Poids corporel

Le poids moyen des 25 rats utilisées, au début à la fin de l'expérience variait comme le montre le tableau suivant

Tableau 12 : Poids corporel des rats avant et après la réalisation du protocole expérimental

Lots	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5
Poids corporel (Avant)	246 ± 24	226 ± 30.5	220 ± 24	226 ± 34.5	237 ± 60
Poids corporel (Après)	250 ± 23.7	215 ± 21	209±24.5	220 ± 31	233 ± 60

NB : Le poids moyen des rats est calculé avant le changement de régime alimentaire (élimination de l'eau et alimentation pendant 16 heures).

Tous les rats sont nourris par des granules et l'eau, pendant les 03 semaines avec un régime alimentaire régulier. La nourriture est renouvelée tous les jours, et la boisson chaque 2/3 jours, pour cela les résultats montrent que le poids des 25 rats restées stable dans cette période.

Après la période d'infection, tous les rats soumis à une période de jeûne pendant 16 h chaque jour avant le gavage, sauf le groupe témoin (lot 1) est reçu la nourriture et l'eau régulièrement, c'est pour ça le poids des rats est diminué par rapport à leurs poids avant le régime.

3.2. Etude in vivo

Les résultats observés in vitro suscité une étude in vivo réalisée sur des rats. A la fin de l'expérimentation, des prélèvements de sang, et de tissus du tube digestif (intestin) ont été prélevés pour subir des examens hématologiques (analyse sanguine) et des coupes histologiques.

3.2.1. Etude macroscopique

a. Au cours de la période d'infection

Nous avons remarqué l'émergence de plusieurs facteurs, dont le plus important : insuffisance pondérale et la diarrhée (état indiquant que l'intestin est irrité).

b. Après la dissection

✚ Lot 1 (Témoin)

L'observation macroscopique n'a révélé aucun changement de couleur, ou de forme d'intestins. Avec 0.3 à 0.5 cm de diamètre (d'intestin grêle), et un aspect intestinal normal.

✚ Lot 2 et 3 (Infectés)

Les intestins grêles (GI) étaient de couleur sombre brun, avec une modification de forme observée à l'œil nu, accompagné par une odeur mauvaise pendant la dissection de ces rats, du même diamètre que le témoin.



Figure15 : Observations macroscopiques des lot 2 et 3 après la dissection (après l'infection) (Photo originale, 2022).

🚩 Lot 4 et 5 (Traitées)

L'apparence (forme et couleur) étaient plus saine que celles observée dans les rats de lots 2 et 3 et après la dissection. Ces observations ont révélé que non seulement l'infection réussie à diminuer, mais aussi que l'intestin ont retrouvé leur aspect normal après l'infection.

Les résultats de l'étude macroscopique ont montré que les rats de lot 2 et 3 qui n'ont pas reçu aucun traitement, montrant des signes d'infections remarquables accompagnée par une diarrhée par rapport aux rats témoins, probablement en raison de contamination par *e. coli* et/ou l'huile de ricin.

Ces symptômes ont été disparus (lot 4 et 5), après l'administration de solution de traitement chez les rats ont reçu un traitement par la souche probiotique *Streptococcus thermophilus*.

Dans cette étude nous avons utilisé des bactéries lactiques qui à posséder des effets probiotiques, cette dernière a évalué in vivo. L'observation macroscopique confirme provisoirement l'effet protecteur de notre souche *Streptococcus thermophilus*.

3.2.2. Étude microscopique

Les coupes histologiques des organes (intestins grêles) ont été observé par un microscope avec caméra, (OPTIKA ITALY) (objectif ×10).

a. Lot 1 (Témoin)

L'observation microscopique de la coupe histologique de l'intestin chez le groupe témoin montre une structure saine accompagné par une paroi intestinale sain composé de la muqueuse (épithélium, lamina propria, musculaire muqueuse), la sous-muqueuse, la musculuse et la sous-séreuse, avec des villosités à l'état saine et normale aussi une absence totale d'inflammation et aucun lésions tissulaire / cellulaire, avec une absence de nécrose, donc la coupe histologique montre un aspect tissulaire plus ou moins régulier.

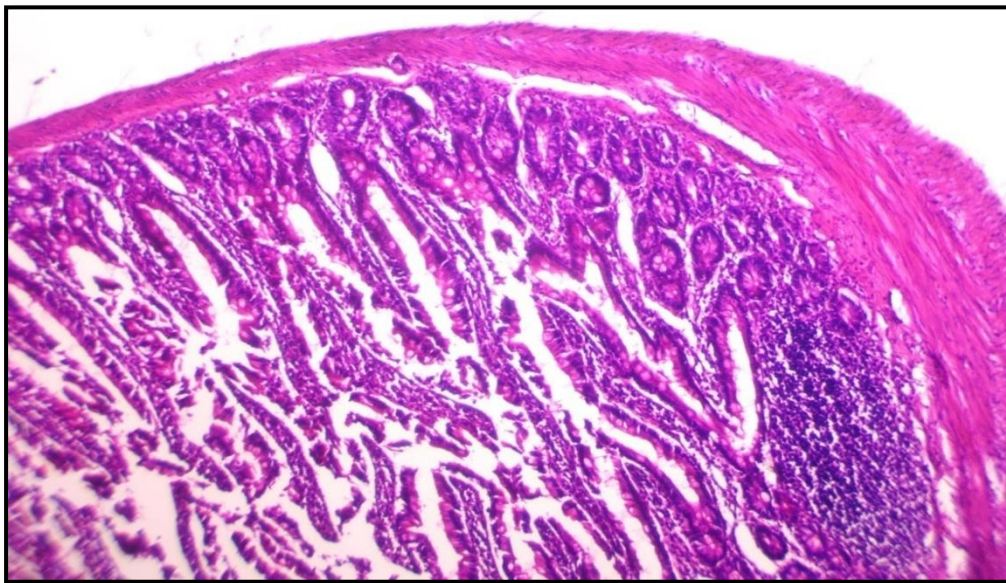
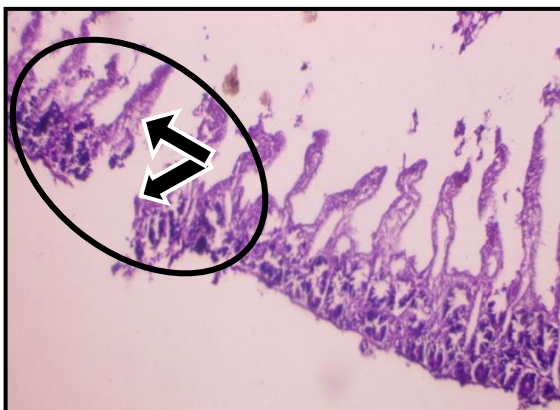
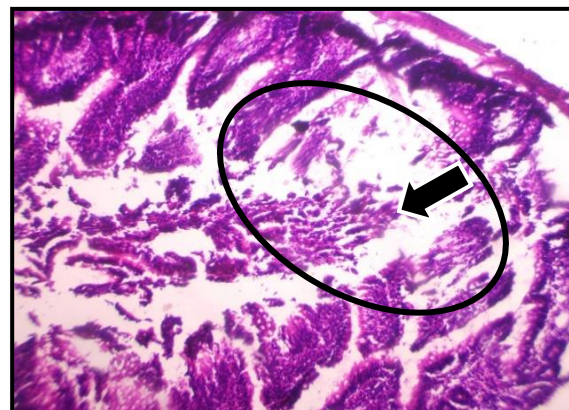


Figure 16 : Observation microscopique de la coupe histologique de l'intestin grêle des rats du lot 1(Taille d'image 2592×1944) (objectif ×10) (Photo originale, 2022).

b. Lot 2 (Infectée par *E. Coli*) L'observation microscopique de la coupe histologique de l'intestin des rats du lot 2 montre une structure intestinale endommagée et quelques symptômes d'irritations y compris diminution de hauteur des villosités et présence d'autre complètement détruites, une inflammation (regroupement des globules blancs), certaines villosités sont d'aspects nécrosées, En plus de la disparition presque totale des cellules muqueuses.



A



B

Figure 17 : Observations microscopiques des coupes histologiques de l'intestin grêle des rats du lot 2. (A) : coupe montre la nécrose, une diminution de hauteur des villosités ; (B) : coupe montre la présence d'inflammation (groupement des globules blancs) (Taille d'image 2592×1944) (objectif ×10) (Photo originale, 2022).

c. Lot 3 (Infectée par l'huile de ricin)

En ce qui concerne les rats qui ont reçu l'huile de ricin, après la dissection, l'observation microscopique des coupes histologiques a révélé une structure détruite des cellules intestinales plus la présence des signes d'infection plus grave que le groupe 2 représenté par une inflammation a causé le regroupement des cellules lymphocytaires, diminution de hauteur des villosités, et certaines villosités sont d'aspect nécrosées, plus la présence des lésions cellulaires, on observe que la lamina propria a été complètement détruite, ces observations ont été révélées que ces rats souffrent de diarrhée. Donc la coupe histologique montre un aspect tissulaire endommagé (les mêmes résultats ont été trouvés par rapport au lot 2), et l'intestin grêle était plus affecté. Où la cellule perd sa forme structurale.

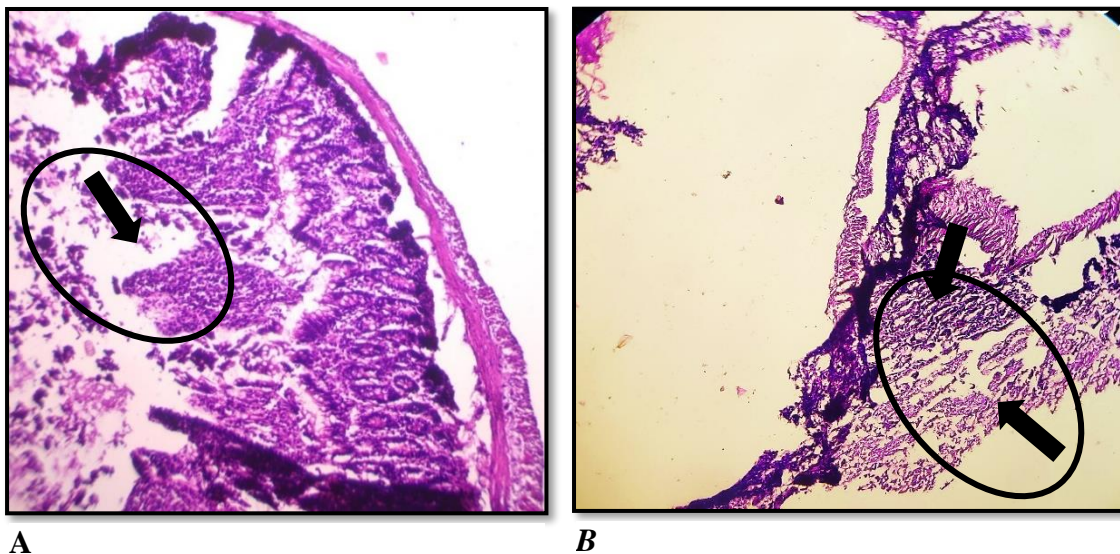
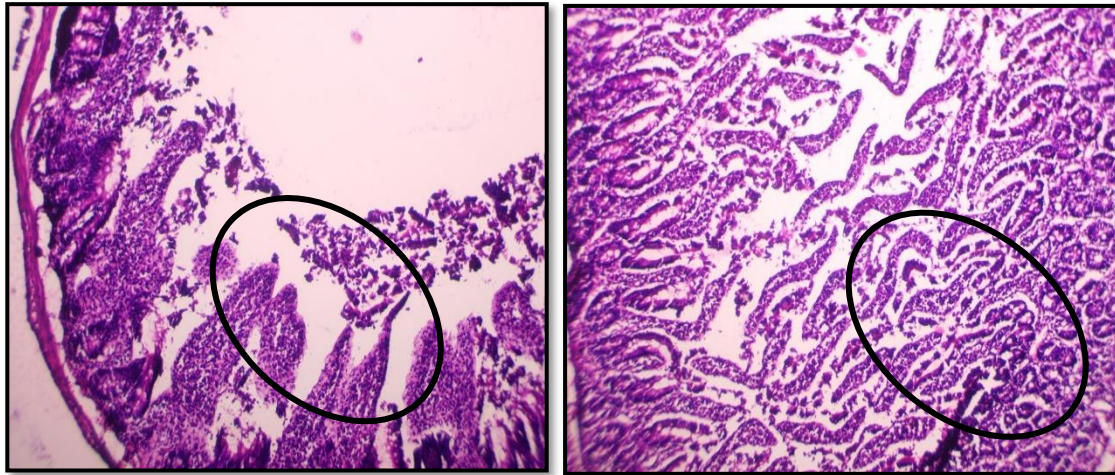


Figure 18: Observations microscopiques des coupes histologiques d'intestin grêle des rats du lot 2 (A) : coupe montre présence l'inflammation;(B): coupe montre la nécrose, une diminution de hauteur des villosités (Taille d'image 2592×1944) (objectif ×10) (Photo originale, 2022).

d. Lot 4 (Infectée par *e.coli* et traitée par *Streptococcus thermophilus*)

Chez les rats dans le lot 4 et après la dissection, les signes d'infection étaient moins graves, les observations microscopiques des coupes histologiques d'intestin grêle des rats du lot 4 montrent une structure intestinale moins affectée et la muqueuse semble moins touchée, avec

une diminution de taux d'inflammation par rapport les villosités dans lot 2 ce groupe présent un retour partiel de la hauteur des villosités accompagné par l'absence de nécrose. Nous résumons l'observation selon laquelle l'intestin a répondu au traitement car il a presque restauré sa structure cellulaire.



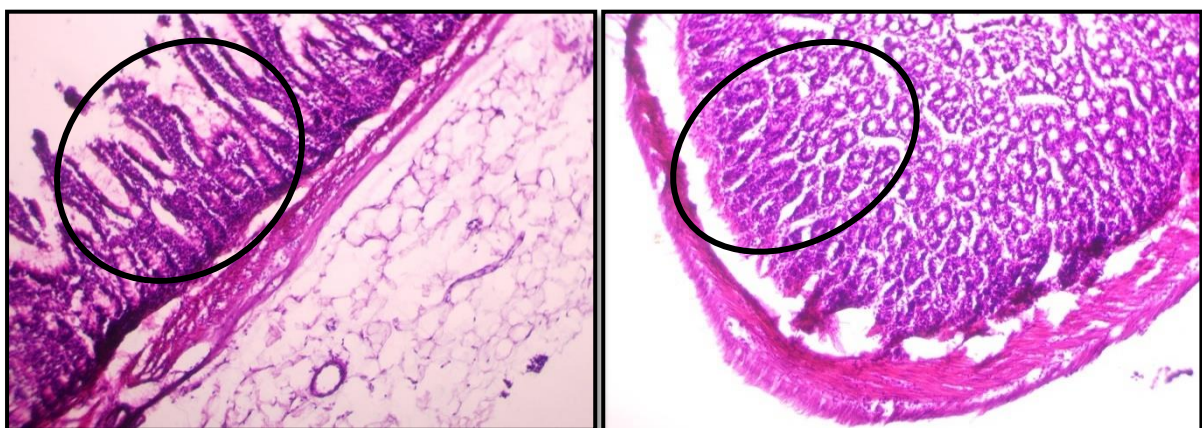
A

B

Figure 19 : Observations microscopiques des coupes histologiques d'intestin grêle des rats du lot 4 (A) : coupe montre une diminution d'inflammation; (B) : coupe montre la retour partielle de la hauteur des villosités et l'absence de nécrose. (Taille d'image 2592×1944) (objectif ×10) (Photo originale, 2022).

b. Lot 5 (Infectée par l'huile de ricin et traitée par *Streptococcus thermophilus*)

les observations microscopiques des coupes histologiques d'intestin grêle des rats qui ont reçu le traitement après l'infection, montre que la réponse au traitement plus efficace que le lot 4, où les signes d'infections disparu complètement et révéla le retour presque totale de hauteur des villosité, et la disparition de tous les symptômes qui ont été observés dans le lot 3, où nous avons noté une diminution de la sévérité de l'inflammation et l'absence de cellules nécrotiques, aussi ont trouvé la structure de paroi intestinal sain avec leur composant, danc l'étude microscopique montre que la coupe histologique de l'intestin est saine et a une structure normale par rapport à celle qui a été endommagée.



A

B

Figure 20 : Observations microscopiques des histologique d'intestin grêle des rats du lot 5 (A): coupe montre la retour subtotale de la hauteur des villosités et l'absence de nécrose; (B): coupe montre une diminution significative d'inflammation(Taille d'image 2592×1944) (objectif ×10) (Photo originale, 2022).

L'étude a été appliquée in vivo à l'effet des bactéries lactiques, qui ont la propriété des probiotiques sélectionnés dans l'étude in vitro sur la résistance des bactéries pathogènes et maintiennent la santé et la structure de l'intestin des rats. Au cours de période d'infection, tous rats (sauf ceux du lot 1) ont reçu une dose journalière des agents pathogènes (E. Coli / l'huile de ricin) pendant une semaine, les résultats obtenus révèlent un effet néfaste et un endommagent des intestins accompagnés par modification structurale des comportements intestinales, ces résultats avant la période de traitement.

Les résultats obtenus après la période de traitement des rats confirment la preuve de l'effet bénéfique et/ou de protection exercée par *streptococcus thermophilus* contre l'infection ou la contamination par quelques soient l'origine d'infection (bactérienne/ biochimique), grâce à l'observation macroscopique et microscopique, nous avons observé l'effet de la souche testé, qui a montré des résultats positifs dans le traitement des dommages causés au cours de l'expérimentation.

MANJARREZ-HERNANDEZ et al., (2000) ont montré que E.coli entéropathogène (ECEP) pourrait induire des lésions (fixation /effacement) dans l'épithélium intestinal. Cependant après l'infection (7 jours et après la dissection), on a observé la disparition presque totale des villosités et la destruction des comportements intestinaux (lot 2), avec un changement de couleur accompagné par une mauvaise odeur (observations macroscopiques).

GUERGOUR, (2011) dans son étude de "toxicité de l'huile de *Ricinus communis* sur les animaux de laboratoire " a mentionné les signes d'intoxication par l'huile de ricin et selon la voie d'administration la voie orale elle est plus toxique par rapport d'autres voies, les signes sont non spécifiques (anurie; diarrhée ; hémorragies gastriques...), c'est ce que nous avons observé après que le 3^{ème} lot a reçu une injection orale (gavage intragastrique) d'huile de ricin.

La restauration intestinale de sa structure dans les rats du lot 4 et 5 ayant reçu la souche *streptococcus thermophilus*, ceci nous mène à la conclusion que la présence de *streptococcus thermophilus* dans les intestins pour une période donnée facilite la régénération des tissus intestinaux.

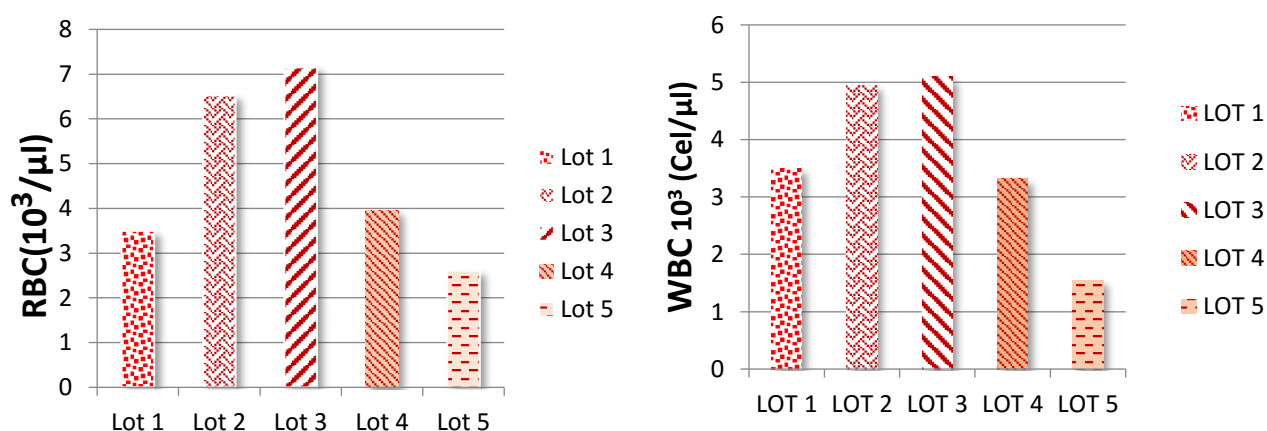
L'étude in vitro et in vivo montrent que la prise de probiotiques réduit la colonisation du tractus digestif par bactéries pathogènes et stimule l'immunité spécifique réponse de défense de l'hôte en activant les lymphocytes, la stimulation de l'activité anti - tumorale et de réduire l'infections (AMROUCHE, 2005).

De nombreuses infections à *E. coli* survenant hors du tube digestif apparaissent chez des personnes affaiblies, *E. coli* peut être responsable d'infections hors de l'intestin si celui-ci présente des déchirures ou des lésions, par exemple en raison d'une blessure ou d'un trouble, comme la maladie inflammatoire chronique de l'intestin. Les bactéries peuvent alors quitter l'intestin et se répandre sur les structures avoisinantes qui sont sans défense contre elles ou elles peuvent entrer dans la circulation sanguine. (Bush *et al.*, 1989).

E. coli est un entéropathogène (LAMPS, 2007). Il possède des facteurs de virulence lui permettant de s'attacher aux cellules intestinales et de libérer des toxines, connues sous le nom de vérotoxines ou toxines de type Shiga en raison de leur ressemblance avec les toxines élaborées par *Shigella dysenteriae*. Les vérotoxines jouent un rôle important dans l'apparition des symptômes gastrointestinaux mais l'étape cruciale dans la pathogenèse d'*E. coli* est l'attachement aux cellules de l'hôte (LEBLANC, 2003). Suite à l'infection, des hémorragies, de l'œdème et une infiltration de neutrophiles situés au niveau de la lamina propria peuvent se produire au niveau des cellules intestinales (NATARO et KAPER, 1998).

3.3. Etude de dosage du paramètre hématologiques (FNS)

Cette analyse permet de connaître le nombre des globules rouges (hématies) ainsi que celui des globules blancs, HGB, plaquette, hémocrite. Elle permet de diagnostiquer une inflammation, une infection, une anémie. Nos résultats ont illustré dans la figure suivante



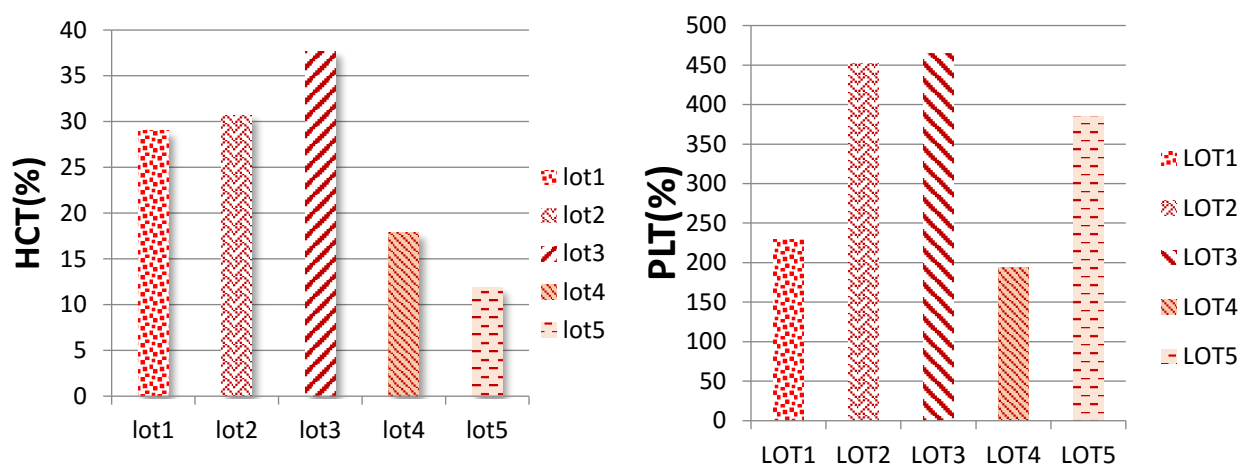


Figure 21 : Moyenne de dosage du paramètre hématologiques (FNS) des rats des lots expérimentaux.

A partir de nos résultats, il a été observé que les lots cibles (infecté) lots 2 et 3 ont une augmentation de taux des globules rouge (6.53 et $7.15 \cdot 10^3$ cel/ μ l) par rapport aux autres lots (2.61 à $3.5 \cdot 10^3$ cel/ μ l). Ceci présente un symptôme d'une infection dans le corps, quelle qu'en soit la cause (soit une infection bactérienne ou présence d'une inflammation). De même, il s'avère que le troisième lot a une augmentation de taux des hématocrites (37.65 %), ce qui correspond à la concentration des globules rouges dans le sang.

A partir de la figure 21, il a été observé que les deux lots infectés ont enregistré les valeurs les plus élevées par rapport aux autres lots à propos du nombre des plaquettes, c'est du probablement à une réaction à une infection, ou une maladie inflammatoire. Il a été observé aussi que les deux lots infectés (lots 2 et 3) montrent les plus élevée valeurs en globules blancs (4.95 et $5.1 \cdot 10^3$ cel/ μ l) par rapport aux autres lots (1.5 à $3.5 \cdot 10^3$ cel/ μ l), cette augmentation est souvent due à la réponse d'organisme pour combattre une infection. Un nombre élevé de globules blancs peut indiquer que le système immunitaire fonctionne bien pour tuer les agents pathogènes.

Par rapport au groupe témoin, on peut dire que l'analyse de FNS a confirmé le diagnostic d'infection chez les rats qui causée par les deux méthodes (infection par l'huile de ricin ; par *E. coli*). Ceci peut être également en raison d'une atrophie des villosités intestinales résultant de lésions cellulaires.

Les valeurs de paramètres de RBC, HCT, PLT et WBC chez lots 2 et 3 présentent des valeurs plus élevées par rapport le groupe témoin. L'augmentation du taux de RBC dans le

corps C'est un symptôme d'une infection. L'intérêt de cette analyse est de déceler d'éventuelles maladies, notamment hématologiques, infectieuses, inflammatoire. (Lot 2 et 3)

Le pourcentage élevé d'analyse HCT indique la présence d'une infection bactérienne dans le corps, et plus l'analyse est élevée, plus l'infection sera grave (lot 3). Cette analyse permet de découvrir si la maladie est causée par une infection bactérienne. Une augmentation du taux de plaquettes (PLT) signifie la présence des maladies infectieuses, des maladies inflammatoires, une hémorragie massive (lot 2 et 3).

La cause la plus fréquente de l'augmentation du nombre de globules blancs (WBC) est la réponse normale de l'organisme à une infection (lot 2 et 3).

L'étude in vitro et in vivo montrent que la souche sélectionnée de notre étude *streptococcus thermophilus* a un effet bénéfique dans la régénération et la protection d'intestin, Ceci est confirmé par les résultats de l'analyse sanguine (FNS) des groupes traités (lot 4 et 5).

Conclusion

Conclusion

Les probiotiques sont des microorganismes très bénignes utilisés en tant que suppléments nutritionnelle et médicamenteux qui exercent des effets bénéfiques à la santé humaine et animal. Certaines souches de probiotiques ayant fait leur preuve sur le long terme à la fois de leur innocuité et de leur efficacité.

A partir de la région d'EIMEGHEIR (setil), un échantillon du lait de chamelle a été prélevé sous des conditions rigoureuses dont l'objectif est d'isoler et de sélectionner des souches lactiques ayant des propriétés probiotiques, après réalisation des tests d'identifications et d'isolement des souches lactiques et évalué leurs propriétés (effets) in vitro, suivie d'une étude in vivo. Cette approche a effectué par les étapes suivantes :

L'isolement des souches des bactéries lactiques, la purification, l'identification morphologique des souches isolées par le test usuel : test de Gram, nous avons réalisé plusieurs tests de caractérisation biochimique et physiologique de ces souches par le test de catalase, test de galerie Api10 s et la résistance aux différents concentration d'NaCl, de température. La sélection des souches probiotiques a été effectué par les tests suivants, la tolérance à l'acidité, aux sels biliaires, et la résistance à certains nombres d'antibiotiques, nous avons étudiés aussi leurs activités antibactériennes, en fin nos évaluée cette aptitude in vivo.

Les 04 souches isolées ont été caractérisées par leur forme de Coque/bacille, gram positif, catalase négative. Ces 04 isolats sont retenus et ont subi des tests physiologiques et biochimiques pour l'identification de l'espèce. Les espèces révélées sont : *Lactococcus lactis*, *Pediococcus acidilactici.*, *Streptococcus thermophilus*.

Notre étude s'est ensuite développée autour de ces souches isolées du lait de chamelle en examinant certaines propriétés probiotiques, après la réalisation des différents tests pour déterminer la souche la plus performante, les résultats qui ont obtenus dans les tests de sélections (activités antibactériennes contre *E. coli*, *pseudomonas* et *S. aureus*, tolérance à l'acidité, tolérance à 0,3 % de sels biliaires, la résistance aux antibiotiques.) Cela nous a aidés à choisir une souche ayant un fort potentiel probiotique (*streptococcus termophilus*).

Les résultats de la dissection de rats infectées au niveau intestinal puis traitées avec *streptococcus termophilus* ont montré la disparition totale des symptômes d'infection et d'inflammation observés avant la période de traitement. Où il a été noté que les lots traités ont vu une amélioration au niveau de l'intestin précédemment endommagé et le retour progressif

de la hauteur des villosités intestinales, ce qui a confirmé la disparition complète des symptômes d'infection et d'inflammation observés avant la période de traitement.

Les résultats de l'analyse hématologiques de l'FNS (RBC, WBC, PLT, HCT) des lots infectés sont en concorde avec les résultats des coupes histologiques, Où les résultats des numération formule sanguine (FNS) présentent des valeurs indiquées qui les lots infectés montrent des symptômes d'inflammations par contre les lots traités ont été présentant des valeurs aux normes.

Grâce à ces résultats, nous concluons ce travail avec l'importance des bactéries lactiques, qui ont la propriété des probiotiques et leur capacité à restaurer l'intestin grêle après des dommages, ainsi que leur capacité à résister aux éléments étrangers pathogènes à l'intérieur du système intestinal.

Ce travail ouvre la porte vers des autres études complémentaires et de perspectives semblent nécessaires à réaliser :

- ✓ Réalisation d'une identification plus profonde des souches lactiques probiotiques en utilisant des techniques moléculaires
- ✓ Caractérisation des substances bactériennes responsables à la propriétés probiotiques.
- ✓ Application de cette étude dans le niveau médical humain.

Références bibliographiques

- ✚ **ABDELGADIR, W. S., AHMED, T. K. AND DIRAR, H. A., 1998.** The traditional fermented milk products of the Sudan. *International Journal of Food Microbiology*, 44 : 1-13.
- ✚ **ACHEMCHEM, F and ABRINI, J. (2005).** Production de Bactériocines par des bactéries lactiques isolées à partir du jben de chèvre du nord du Maroc. Tétouan, Maroc, 170-182 p.
- ✚ **Aibeche,A & Bellounes, N. (2020).** Etude du pouvoir protéolytique des bactéries lactiques,memoire de master. Université Djilali Bounaama - Khemis Miliana,Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre Département de biologie, 44p
- ✚ **Aidi, Y. (2020).** Biodiversité de la microflore lactique du lait cru de dromadaire et évaluation de ses caractères technologiques (Doctoral dissertation, Université Oran 1 Ahmed Ben Bella, Microbiologie appliquée)
- ✚ **AL-MOHIZEA I.S.,ABU-LEHIA I.H. et EL BEHERI M .,1994:** bacterial growth pattern in pasteurized camel milk ., *Egypt.J.Dairy .Sci* ,22,243,252.
- ✚ **Amrouche, T. (2005).** Contribution à l'étude du pouvoir immunomodulateur des bifidobactéries : analyse in vitro et étude ex vivo des mécanismes moléculaires impliqués. Thèse de doctorat, University Laval, Canada.
- ✚ **Anandharaj, M., Sivasankari, B., Parveen Rani, R. (2014).** Effects of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics on Hypercholesterolemia: A Review. *Chinese Journal of Biology*, 2014, 1–7..
- ✚ **Atlan, D., Béal, C., & Champomier-Verges, M. C. (2008).** Métabolisme et ingénierie métabolique. *Bacteries Lactiques–De la genetique aux ferments*. 271-509.
- ✚ **Axelsson,L. (2004).** Classification and physiology. In: *Lactic acid bacteria: Microbiological and functional aspects* ((Salminen S., Wright A.V. et Ouwehand A.). 3e Ed., Marcel Dekker, Inc. New York. 1-66.
- ✚ **Azat, R., Liu, Y., Li, W., Kayir, A., Lin, D., Zhou, W., Zheng, X. (2016).** Probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from traditionally fermented Xinjiang cheese. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology)*, 17(8), 597–609.
- ✚ **BADIS, A; LAOUABDIA, S; GUETARNI, D; KIHAL, M & OUZROUT, R. (2005).** Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait cru de chèvre de deux populations caprines locales "Arabia et kabyle". *Sciences & Technologie*, 23, 30-37 p.

- ✚ **Bajaj, B. K., Claes, I. J. J., Lebeer, S. (2015).** Functional mechanisms of probiotics. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 04(04), 321–327.
- ✚ **Bekhouche, F. (2006).** Bactéries lactiques du lait cru de vache et Microorganismes pectinolytiques des olives noires et vertes : 1. Isolement et Identification biochimique. 2. Evaluation et Optimisation de la production d'enzyme polygalacturonase, thèse de doctorat. Université de Mentouri Constantine institut de la nutrition de l'alimentation et des technologies agro- alimentaires, 149p
- ✚ **BEKHOUCHE, F. (2006).** Bactéries lactiques du lait cru de vache et microorganismes pectinolytiques des olives noires et vertes : 1. Isolement et identification biochimique. 2. Evaluation et optimisation de la production d'enzyme polygalacturonase. Doctoral thesis, Mentouri university, Constantine, 149 p.
- ✚ **Belgacem, Z. B., Abriouel, H., Omar, N. B., Lucas, R., Martínez-Canamero, M., Gálvez, A., & Manai, M. (2008).** Antimicrobial activity, safety aspects, and some technological properties of bacteriocinogenic *Enterococcus faecium* from artisanal Tunisian fermented meat. *Food Control*, 21(4), 462-470.
- ✚ **Belhamra, Z. (2017).** Croissance et survie des probiotiques en présence des édulcorants et des additifs alimentaires, thèse de doctorat. Université Ferhat Abbas Sétif 1 Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 147p
- ✚ **Belyagoubi, L. (2014).** Antibiotiques produits par des bactéries (actinomycètes et bactéries lactiques) issus de différents écosystèmes naturels Algériens, thèse de doctorat. Université
- ✚ **BENYOUCEF, A. (2019).** Etude des propriétés fonctionnelles des bactéries lactiques produisant des substances antibactériennes. Doctoral thesis, Ahmed Ben Bella university, Oran, 112 p.
- ✚ **Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1997).** Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. *European journal of operational research*, 98(2), 175-212.
- ✚ **Bermudez-Brito, M., Plaza-Díaz, J., Muñoz-Quezada, S., Gómez-Llorrente, C., Gil, A. (2012).** Probiotic mechanisms of action. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 61(2), 160–174.
- ✚ **BOTS M., VAN REENEN C.A et DICKS L.M.T .,2008** evaluation of enterococcus mundtii ST4SA and lactobacillus plantarum 423 as probiotics by using a gastrointestinal model with infant milk formulation as substrate .int .j.food microbiol. 128.362-370.

- ✚ **Boudersa, W & Nekkaa, R. (2017).** Étude de l'activité antibactérienne de bactéries lactiques isolées à partir d'un produit laitier fermenté : le yaourt brassé, Thèse de doctorat. Université des Frères Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 84p.3
- ✚ **BOUGUERRA, A. (2021).** Evaluation du potentiel probiotique des souches lactiques isolées à partir du lait de chamelle, thèse de doctorat. Université Ferhat Abbas, Sétif 1 Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, 15, 16, 51 et 141.p.
- ✚ **BOULLOUF, A. (2016).** Etude de pouvoir technologique de quelques bactéries lactiques du fromage traditionnel<<bouhezza>>. Magister thesis, Frères Mentouri university, Constantine, 72 p.
- ✚ **BOURGEOIS, CM and LARPENT, JP. (1996).** Microbiologie alimentaire tome 2: aliments fermentés et fermentations alimentaires. Ed. Sciences et techniques agroalimentaires, ed: éditions tec et doc / lavoisier.
- ✚ **BOURGEOIS, CM and LEVEAU, JY. (1980).** Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires- le contrôle microbiologique : techniques et documentations vol. 3. Apria ed. ed. Vol. Paris.
- ✚ **Bush, L. M., Calmon, J., Cherney, C. L., Wendeler, M., Pitsakis, P., Poupard, J., ... & Johnson, C. C. (1989).** High-level penicillin resistance among isolates of enterococci: implications for treatment of enterococcal infections. *Annals of internal medicine*, 110(7), 515-520.
- ✚ **Champomier-Vergès, M.C., Zagorec, M., Fadda, S. (2010).** Proteomics: A Tool for Understanding Lactic Acid Bacteria Adaptation to Stressful Environments. In: Mozzi, F., Raya, R.R., Vignolo, G.M. (eds.). *Biotechnology of lactic acid bacteria: Novel applications*. Blackwell publishing, USA. pp. 57-72.
- ✚ **CHARLES, AL and SAMEDY, L. (2019).** Isolation and characterization of potential probiotic Lactobacilli from leaves of food plants for possible additives in pellet feeding. *Annals of Agricultural Sciences*, 10, 8 p.
- ✚ **Charteris WP, Kelly PM, Morelli L, Collins JK (1998).** Antibiotic susceptibility of potentially probiotic *Lactobacillus* species. *J. Food. Prot.* 61: 1636–1643.
- ✚ **Chen, W., Hang, F. (2019).** Lactic Acid Bacteria Starter. In: Chen Jiangnan, W. *Lactic Acid Bacteria Bioengineering and Industrial Applications*. Springer Nature Singapore Pte Ltd. and Science Press. pp. 93-144
- ✚ **Cherrad, Z., Tazegouaret, I., & Chekara Bouziani, M. (2020).** Isolement, identification et diversité génétique par les marqueurs moléculaires des bactéries

- lactiques qui présentent l'activité protéolytique isolées du lait de Chèvre (Université Larbi Ben M'hidi Oum el-Bouaghi, Microbiologie appliquée) + Ghozlane, D. (2012). Isolement et caractérisation des bactéries lactiques productrices d'arômes (diacétyl) (Doctoral dissertation).
- ✚ **CHETHOUNA Fatma (2011)**; Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru, mémoire de master , UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA,10.13.
 - ✚ **CHIBBAH A. (2011)**. Extraction et caractérisation électrophorétique des protéines membranaires du globule gras du lait de chamelle. Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammemri-Tizi Ouzou, 5-7.
 - ✚ **Claesson, M.J., Li, Y., Leahy, S. et al.** Multireplicon genome architecture of *Lactobacillus salivarius*. *Proc Natl AcadSci U S A* (2006).103: 6718-6723.
 - ✚ **Collins, F.W. J., Rea, M.C., Hill, C., Ross, R. P. (2019)**. Antimicrobials from Lactic Acid Bacteria and Their Potential Applications. In: Vinderola, G., Ouwehand, A.C., Salminen, S. von Wright, A. *Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects Fifth Edition*. Taylor & Francis Group, LLC pp. 151-174
 - ✚ **Corrieu, G. & Luquet, F. M.** « *Bactéries lactiques : De la génétique au ferment* ». Paris : Édition Tec et Doc, 2008. p. 849. .In : *Probiotiques : Application thérapeutiques et effets secondaires* [Thèse de doctorat] Université Mohammed V de Rabat.
 - ✚ **Dalmasso G, Cottrez F, Imbert V, Lagadec P, Peyron J-F, Rampal P, Czerucka D & Groux H** “*Saccharomyces boulardii* Inhibits Inflammatory Bowel Disease by Trapping T Cells in Mesenteric Lymph Nodes. *Gastroenterology*” (2006).131:1812-1825.
 - ✚ **Davati, N., Yazdi, F. T., Zibaee, S., Shahidi, F., Edalatian, M. R. (2015)**. Study of lactic acid bacteria community from raw milk of Iranian one humped camel and evaluation of their probiotic properties. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 8(5), 1–6.
 - ✚ **Denkova, R., Goranov, B., Teneva, D., Denkova, Z., Kostov, G. (2017)**. Antimicrobial activity of probiotic microorganisms: mechanisms of interaction and methods of examination. *Antimicrobial research: Novel bioknowledge and educational programs* (A. Méndez Vilas, Ed.), p. 201-2012.

- ✚ **Dortu, C. et Thonart, P. (2009).** Les bactériocines des bactéries lactiques : caractéristiques et intérêts pour la bioconservation des produits alimentaires. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 13(1), 143-154.
- ✚ **Drouault, S. et Corthier, G. (2001).** Effets des bactéries lactiques ingérées avec des laits fermentés sur la santé. *Veterinary Research*, 32(2), 101-117.
- ✚ **Dunne C., Omahony L., Murphy L., Thornton G., Morrissey D., Ohalloran S., Feeney M., Flynn S., Fitzgerald G., Daly C., Kiely B., Osullivan G.C., Shanaham F and Collins J.K (2001).** *In vitro* selection criteria for probiotic bacteria of human origin: correlation with in vivo findings *Am.J.Clin.Nutr.*, **73**: 386-392.
- ✚ **El-Agamy, 2006.** nutritional and therapeutic properties of camel and human milks, 03
- ✚ **Endo, A., Dicks, L.M.T. (2014).** Physiology of the LAB. In: Holzapfel, W.H., Wood, B.J.B. (eds.). *Lactic acid bacteria: biodiversity and taxonomy*. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, United Kingdom. pp. 13-30.
- ✚ **Gérard, A. (2012).** Histologie en Pratique, Faculté de Médecine. P :14
- ✚ **Gomez, A.M.P. and Malcata, F.X. (1999).** “Bifidobacterium sp and Lactobacillus acidophilus: biological, technological, biochemical and therapeutical properties relevant for use as probiotics” *Trends in Food Science & Technology* 10: 139-157
- ✚ **Granato, D., Branco, G. F., Cruz, A. G., Faria, J. de A. F., Shah, N. P. (2010).** Probiotic dairy products as functional foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(5), 455–470.
- ✚ **GUESH, M; TESFAYE, ST; DIRIBA, M & ANTENEH, T. (2019).** In vitro evaluation of probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from Some traditionally fermented Ethiopian food products. *International Journal of Microbiology*, 7179514, 11 p.
- ✚ **GUIRAUD J.P. 2003.** Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. p: 136-139.
- ✚ **Guiraud, J.P (1998).** Microbiologie alimentaire. Technique et Ingénierie. Série Agroalimentaire, Eds. Dunod Paris, 652 p.
- ✚ **GUIRAUD, JP ; ROSEC, JP. (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Afnor. Saint-Denis la plaine, Paris, 300 p.
- ✚ **GUIRAUD, JP and GALZY, P. (1980).** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Les éditions de l'usine nouvelle, 239 p.

- ✚ **HADJ.S et BENCHOUNIO M 2013**, activité probiotique des hydrolysats des polysaccharide extraits de quelque plantes spontanées à caractère médical récoltées dans le Sahara algérien, Université KASDI MERBAH ,OUARGLA, mémoire master,37-38.
- ✚ **Hamidi,M.(2015)**. Etudes des propriétés fonctionnelles et des aptitudes à la coagulation du lait de dromadaire par la couche de kaolin du gésier des poules,Mémoire de doctorat. université mohamed khider- biskra.
- ✚ **Hammoum, S. (2015)**. Probiotiques et les bactéries probiotiques génétiquement modifiées,Mèmoire de master. Université abdelhamid ibn badis -mostaganem- faculté des sciences de la nature et de la vie département de biologie, 23p.
- ✚ **Hassaine, O. (2013)**. Caractéristiques d'intérêts technologiques de souches de bactéries lactiques isolées de lait camelin du sud algérien, thèse de doctorat. Université d'Oran Esenia, 180p.
- ✚ **Hayek S.A., Ibrahim S. A. ,2013**. Current Limitations et Challenges with Lactic Acid Bacteria: A Review. Food and Nutrition Sciences, 4, 73-87
- ✚ **Holzapfel, W. H., Haberer, P., Geisen, R., Björkroth, J., & Schillinger, U. (2001)**. Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition. The American journal of clinical nutrition, 73(2), 365s-373s
- ✚ **HOSSEINI, SV; ARLINDO, S; BOHMEL, K; FERNANDEZ, C; CALO-MATA, P & BARROS-VELLAZQUEZ, J. (2009)**. "Molecular and propiotic characterization of bacteriocin producing Enterococcus faecium strains isolated from non-fermented animal food ". Journal of applied microbiology, 107, 1392-1403 p.
- ✚ **International Standardization Organization [ISO 6887-6] (2013)**. Microbiologie de la chaîne alimentaire : Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique. Partie 6 : Règles spécifiques pour la préparation des échantillons prélevés au stade de production primaire
- ✚ **Khalisanni K., 2011**. An overview of lactic acid bacteria. International Journal of Biosciences (IJB): Vol. 1, No. 3, p. 1-13
- ✚ **kimoto-nira H .,kobayashi m., nomura m., sasaki k .et suzuki c .,2009** ;bile resistance in lactococcus lactic strains varies with cellular fatty acid composition :nqnqlysis by using different groth ;ediiq iint .j.food ;icrodiol 131.183-188.
- ✚ **Klein, G., Pack, A.,et Bonaparte, G.(1998)**. Taxonomy and physiology of probiotic lactic acid bacteria. Int.J.Food Microbiol.41:103-125

- ✚ **KONUSPAYEVA G, LOISEAU G, FAYE B. (2004).** La plus-value "santé" du lait de chamelle cru et fermenté : l'expérience du Kazakhstan. *Renc. Rech. Ruminants*, 11.,48.
- ✚ **Konuspayeva G., LOISEAU G., LEVIEUX D. et FAYE B., 2007.**Lactoferrin and immunoglobulin content in camel milk from bactrian, dromedary and hybrids in Kazakhstan. *Journal of Camelid Sciences*, 1. P. 54-62.
- ✚ **Konuspayeva¹⁴, G., Faye¹⁵, B., Serikbaeva¹⁶, A., 2004.** Les produits laitiers traditionnels à base de lait de chamelle en Asie centrale. *Lait Chamelle Pour L'Afrique* 71.
- ✚ **LABIOUI, H ; ELMOUALDI, L ; EL YACHIOUI, M& OUHSSINE, M. (2005).** Sélection de souches de bactéries lactiques antibactériennes. *Bull. Sac. Pharm. Bordeaux*, 237-250 p.
- ✚ **Labioui, H., Elmoualdi, L., El Yachioui, M., & Ouhssine, M. (2005).** Sélection de souches de bactéries lactiques antibactériennes. *Bulletin-societe de pharmacie de bordeaux*, 144(3/4), 237
- ✚ **Lamps LW. 2007.** Infective disorders of the gastrointestinal tract. *Histopathology*. 50: 55-63.
- ✚ **Leahy S. C., Higgins D. G., Fitzgerald G. F. and Van Sinderen D.(2005).** Getting better with bifidobacteria. *Journal of Applied Microbiology*, 98 pp: 1303-1315. *Leatherhead Food Research*.
- ✚ **LeBlanc JJ. 2003.** Implication of virulence factors in Escherichia coli O157:H7 pathogenesis. *Crit Rev Microbiol*. 29: 277-296
- ✚ **Leveau J.-Y., Bouix M.** « *Microbiologie industrielle : les micro-organismes d'intérêt industriel. Paris : Tec & Doc - Lavoisier, »1993. 612 p.* In (Etude du pouvoir technologique de quelques bactéries lactiques du fromage traditionnel « Bouhezza » [Thèse de Doctorat] Université de Mentouri Constantine).
- ✚ **Manjarrez-Hernandez, H. A., Gavilanes-Parra, S., Chavez-Berrocal, E., Navarro-Ocana, A., & Cravioto, A. (2000).** Antigen detection in enteropathogenic Escherichia coli using secretory immunoglobulin A antibodies isolated from human breast milk. *Infection and immunity*, 68(9), 5030-5036.
- ✚ **Markowiak, P., Slizewska, K. (2017).**Effects of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics on Human Health. *nutrients* . 9:1 -30.

- ✚ **Marteau P et Ramb J .C (1998).** Probiotique en gastroentérologie, base rationnel, effets démontrés et perspectives. *Hepato-Gastro* N°4 ; Vol 5 .
- ✚ **MARTINS, G. (2012).** Communautés microbiennes de la baie de raisin : Incidence des facteurs biotiques et abiotiques. Doctoral thesis, Bordeaux 2 university, 251 p.
- ✚ **mathara j.m, schillinger u., guigas c; FRANZ C .KUTIMA P.M .MBUGUA S.K SHIN H.K et HOLZAPFEL W.H2008** ,functional characteristics of lactobacillus spp .from traditional maasai fermented milk products in kenya , int , j,food microbial.126:57-64.
- ✚ **Mattarelli Paola et Biavati Bruno. 2014.** The genera Bifidobacterium, Parascardovia and Scardovia. Lactic acid bacteria, Biodiversity and taxonomy. John Wiley et Sons, LTd: 509541. UK
- ✚ **Mayo, B., Aleksandrak- Piekarczyk, T., Fernández, M., Kowalczyk, M., Álvarez - Martín, P., Bardowski, J. (2010).** Updates in the Metabolism of Lactic Acid Bacteria. In: Mozzi, F. Raya, R.R. Vignolo, G.M. (eds.). Biotechnology of Lactic Acid Bacteria Novel Applications, Blackwell Publishing, USA. pp. 3-34.
- ✚ **MEDJOUR. A.2014,** Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait collecté à partir de chamelles (*Camelus dromedarius*) conduites selon deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif), UNIVERSITE MOHAMED KHIDER ,BISKRA, mémoire master,16-15.
- ✚ **MEHTAR S., AFSHAR S.A. Biotyping of Haemophilus Using API 10S, an Epidemiological Tool? (1983) J. Clin. Pathol., 36, 96-99**
- ✚ **Menad, N. (2018).** Effet antagoniste des bactéries lactiques isolées à partir du lait de vache vis à vis de salmonella sp. thèse de doctorat. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie ,196p
- ✚ **Mermouri, L. (2018).** Étude de l'Effet de Souches Probiotiques de Bactéries Lactiques (*Lactobacillus* spp.), Isolées e Produits Fermentés, sur la Valeur Nutritive de Fourrages Conservés par Ensilage, thèse de doctorat. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed-Boudiaf,177p.
- ✚ **Mokoena, M. P. (2017).** Lactic Acid Bacteria and Their Bacteriocins: Classification, Biosynthesis and Applications against Uropathogens: A Mini-Review. *Molecules* (Basel, Switzerland), 22(8), 1255.
- ✚ **Morandi, S., Cremonesi, P., Silvetti, T., Brasca, M. (2013).** Technological characterisation, antibiotic susceptibility and antimicrobial activity of wild-type

- Leuconostoc* strains isolated from north Italian traditional cheeses. *Journal of Dairy Research*, 80 (4), 457–466.
- ✚ **Muller, J. A., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F., Stanton, C. (2009).** Manufacture of probiotic bacteria. In: Charalampopoulos, D., Rastall, R. A. (eds.). *Prebiotics and Probiotics Science and Technology*. Springer, New York, NY. 725-760.
 - ✚ **Naceur, B. (2017).** caractérisation technologique et sanitaire des enterocoques isolés à partir de lait de chamelle du algérien . these de doctorat . telemcen: laboratoire de Microbiologie Appliquée à l'Agroalimentaire, au Biomédical et à l'Environnement.
 - ✚ **Naciri. (2013).** Les techniques de préparation des coupes pour les microscopies optique et électronique, M10 : E1 (Biologie Générale) Histologie-Embryologie :3-15.
 - ✚ **NAIR, PS and SURENDRAN, PK. (2005).** “Biochemical characterization of lactic acid bacteria isolated from fish and prawn, "Journal of Culture Collections, vol. 4, no. 1, 48–52 p.
 - ✚ **Nataro JP, and Kaper JB. 1998.** Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Clin Microbiol Rev.* 11: 142201.
 - ✚ **Noriega,L.,Gueimonde,M.,Sachez ., B.,Margolles,A and De los reyes-gavillan 2004.**effect of thehigh adaptation to high bile salts concentration on glucosidic activity ,sur vival at low ph and cross-resistance to bile salts in *Bifidobacterium*.*int.j.of food microbiol.*94:97-86.
 - ✚ **Oliveira, R. B. P., Oliveira, A., de L., Glória, M.B.A. (2008).** Screening of lactic acid bacteria from vacuum packaged beef for antimicrobial activity. *Brazilian journal of microbiology*,39(2), 368–374.
 - ✚ **OUADGHIRI, M. (2009).** Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés « lben » et « jben » d'origine Marocaine. Doctorat thesis, Mohammed V university – Agdal, 132 p.
 - ✚ **Ouali Samia ép. ABDOUNE. (2010).** Qualité du fromage à pâte molle type Camembert fabriqué à la laiterie de Draa Ben Khedda : nature de la matière première et évaluation de l'activité protéolytique au cours de l'affinage et de l'entreposage réfrigéré du fromage.mémoire de master . Université Frères Mentouri Constantine, Faculté des Sciences, p128.
 - ✚ **Ouwehand, A. C., S. Vesterlund. (2004).** Antimicrobial components from lactic acid bacteria. In: Salminen, S., A. von Wright, A. Ouwehand, (eds.). *Lactic acid bacteria microbiology and functional aspects*. 3rd edn. Marcel Dekker, New York, pp. 375–395.

- ✚ **Papadimitriou, K., Zoumpopoulou, G., Foligné, B., Alexandraki, V., Kazou, M., Pot, B., Tsakalidou, E. (2015).** Discovering probiotic microorganisms: in vitro, in vivo, genetic and omics approaches. *Frontiers in microbiology*, 6(58), 1-28.
- ✚ **Pintado, M.M., Gomes, A.M., Freitas, A.C. (2014b).** Probiotics and Their Therapeutic Role. In: Sousae Silva, J., P., Freitas, A.C. Probiotic bacteria: Fundamentals, Therapy, and Technological Aspects., CRC Press Taylor & Francis Group. pp. 47-94.
- ✚ **Prasad, J; Gill, H; Smart, J & Gopal, PK. (1998).** Selection and characterization of Lactobacillus and Bifidobacterium strains for use as probiotics. *Int. Dairy J.* 8, 993–1002 p.
- ✚ **Rofle R. D.** “*The Role of Probiotic Cultures in the Control of Gastrointestinal Health*”. *J.Nutr.*,2000. 130: 396-402.
- ✚ **Rossoni, R.D., de Camargo Ribeiro, F., de Barros, P.P., Mylonakis, E., Junqueira, J.C. (2020).** A Prerequisite for Health: Probiotics. *Microbiomics*, 225–244.
- ✚ **Ruiz Rodríguez, L. G., Mohamed, F., Bleckwedel, J., Medina, R., De Vuyst, L., Hebert, E. M., Mozzi, F. (2019).** Diversity and Functional Properties of Lactic Acid Bacteria Isolated From Wild Fruits and Flowers Present in Northern Argentina. *Frontiers in microbiology*, 10, 1091.
- ✚ **Saidi, Y. (2020).** Biodiversité de la microflore lactique du lait cru de dromadaire et évaluation de ses caractères technologiques (Doctoral dissertation, Université Oran 1 Ahmed Ben Bella, Microbiologie appliquée)
- ✚ **SALHI.H et .SOUAKER .A.2020,** Isolation of lactic acid bacteria strains viagoat and camel raw milk and evaluation of their probiotic effects, El-chahid Hamma Lakhdar, El-OUED ,memoir master
- ✚ **Savado, A. et Traore, A. S. (2011).** La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et laits fermentés. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(5), 2057- 2075.
- ✚ **Shukla, R., Iliev, I., Goyal, A. (2014).** *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B-1149 as probiotic and its dextran with anticancer properties. *Journal of BioScience & Biotechnology*, 3(1), 79- 87.
- ✚ **SIBOUKEUR A. (2011)** Etude de l’activité antibactérienne des bactériocines (type nisine) produites par *Lactococcus lactis* subsp *lactis*, isolée à partir du lait camelin. Mémoire de Magister, Université d’Ouargla, 2011, 6, 10.

- ✚ **SIBOUKEUR O. 2007.** Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. Thèse de Doctorat en sciences Agronomiques. Institut national agronomique ELHarrachAlger (Algérie).
- ✚ **Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U. (2016).** Diet on non-cow milk composition. In: Tsakalidou E., Papadimitriou K. (Eds). Non-bovine milk and milk products. London, UK: Elsevier and AP publ. pp. 61
- ✚ **SOUID W. (2011).** Effet des bactériocines (type nisine) produites par une souche lactique isolée a partir du fromage camelin, sur une souche psychrotrophe. Université Kasdi MerbahOuargla, 4-6, 8, 52.
- ✚ **Steensels J, Snoek T, Meersman E, Nicolino M, Voordeckers K, Verstrepen K.** “*Improving industrial yeast strains: exploiting natural and artificial diversity*”. Fems Microbiology Reviews. 2014;38(5):947-995.
- ✚ **Svec P., Franz Charle M.A.P. 2014.** The genus Enterococcus. Biodeversity and taxonomy. 340-346
- ✚ **TABAK, S. (2007).** Interactions entre helicobacter pylori responsable de maladies gastroduodénales et Bifidobacteries. Magister thesis, Oran university.
- ✚ **Tahlaiti, H. (2019).** Étude des propriétés technologiques et inhibitrices de bactéries lactiques isolées à partir de blé fermenté (Doctoral dissertation, Université de Mostaganem-Abdelhamid Ibn Badis, Microbiologie).
- ✚ **Tailliez, P. (2001).** Mini-revue : les bactéries lactiques, ces êtres vivants apparus il y a près de 3 milliards d'années. Le lait, 81(1-2), 1-11
- ✚ **VIGNOLA CAROLE L. 2002.** Science et technologie du lait transformation du lait. Ecole Polytechnique de Montréal 2002.
- ✚ **Villeger, R. (2014).** Etude in vitro des propriétés probiotiques de bactéries du genre Bacillus : Interaction avec l’hôte et effets de l’association avec un prébiotique, thèse de doctorat. Université de Limoges, france, 276p.
- ✚ **VLKOVA, E; RADA, V; POPELA ROVA, P; TROJANOVA, I & KILLER, J. (2006).** “Antimicrobial susceptibility of bifidobacteria isolated from gastrointestinal tract of calves,” Livestock Science, vol. 105, no. 1–3, 253-259 p.
- ✚ **Wright von, A. (2019).** Genus Lactococcus. In: Vinderola, G., Ouwehand, A.C., Salminen, S. von Wright, A. Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects Fifth Edition Taylor & Francis Group, LLC. pp. 33-46.

- ✚ **Yadav, R., Shukla, P. (2017).** Probiotics for Human Health: Current Progress and Applications. In: Shukla, P. (ed.), Recent Advances in Applied Microbiology. Springer Nature Singapore Pte Ltd, pp.133–147.
- ✚ **ZADI-KARAM, H and KARAM, NE. (2006).** Bactéries lactiques du lait de chamelle d'Algérie : Mise en évidence de souches de lactococcus résistantes au sel. *Tropicultura.*, 24(3), 153-156 P.
- ✚ **ZAGO M. FORNASARI M. E CARMINATI D. BURNS P. SUAREZ V .VINDE ROLA G ,REINHEIME R J .et giraffa g 2011** characterization and probiotic potential of *lactobacillus plantarun* strains isolated from cheeses . *food microbiol* .28:1033-1040.
- ✚ **Zielińska, D., Kolożyn-Krajewska, D. (2018).** Food-Origin Lactic Acid Bacteria May Exhibit Probiotic Properties: Review. *BioMed research international*, 2018, 1-15.

Site web:

- ✚ **Guergour 2010/2011** "Etude de toxicité de l'huile de Ricinus communis L sur les animaux de laboratoire". Université de Sétif <https://www.cnpm.org.dz>.

Annexes

Annexe 01 : matériel technique



Figure 01: microtome



Figure 02 : Pb international type autoclave



Figure 03 : l'analyseur d'hématologie



Figure 05: Type LIB-060 M bacteriologic incubation



Figure 06 : automate



Figure 07 : microscope optique

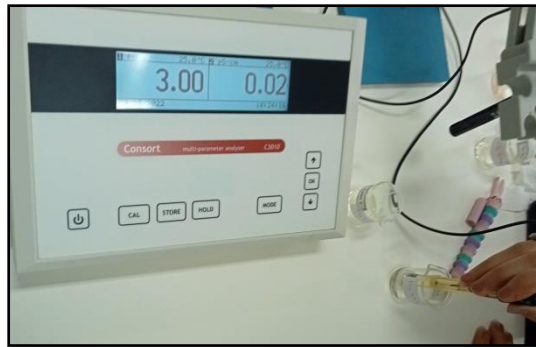


Figure 08: ph mètre

Annexe 02 : Les échantillons

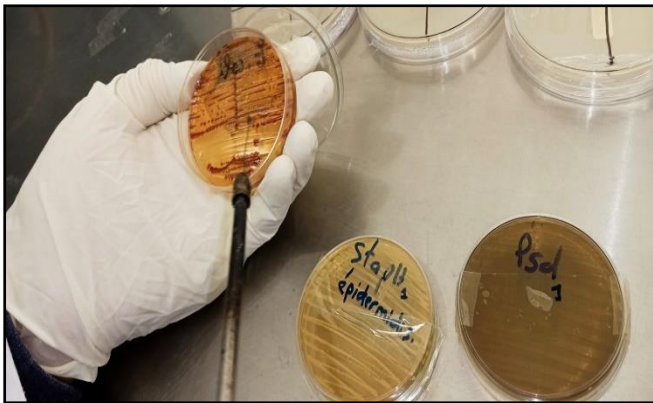
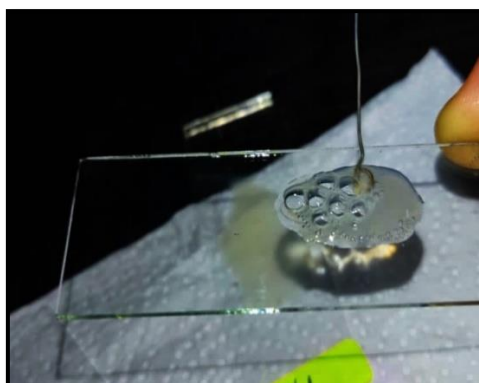


Figure 01 : microorganismes pathogènes

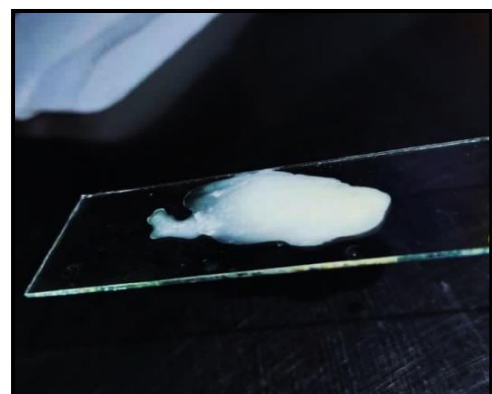


Figure 02 : les rats

Annexe 03 : figure de quelque test



A



B

Figure 01 : quelques résultats de test catalase A : résultat positive B : résultat négative.



Figure 02 : quelque résultat Activité antimicrobienne de quelques isolats lactiques.

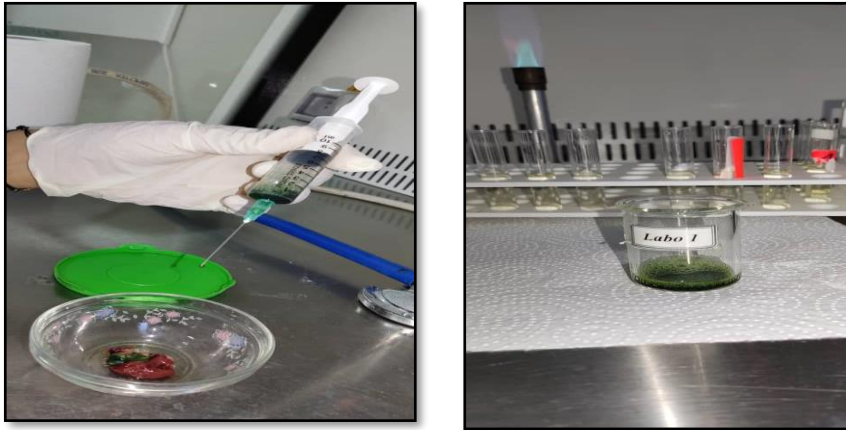


Figure 03 : test de sel biliaire

Annexe 04 : Dénombrement des bactéries

Dénombrement des bactéries une série de dilution décimale utilisée (10^{-1} ; 10^{-2} et 10^{-3}), 0.1 ml de chaque dilution a été sur milieu M17 .après incubation , seul les boites de pétri contenant entre 30 et 300 colonies sont comptées pour déterminer le nombre UFC / ml selon la formule suivant (MARTINS, 2012; OUADGHIRI, 2009; ZADI-KARAM et al., 2006).

$$\text{UFC /ml} = \text{numéro de colonies. (1/V).}$$

V : volume transfère

D : la dilution

Résumé

Le but de notre étude est d'isoler et de sélectionner des souches des bactéries lactique à partir du lait de chamelle et possédant des propriétés probiotiques et d'évaluer leur potentiel en vivo.

Dans ce but, des échantillons de lait ont été prélevés à partir des chamelles dans la région, d'EL MEGHEIR (SETIL), ensuite, les bactéries ont été isolées et réidentifiées par des examens macroscopiques et microscopiques et des tests biochimiques. Ainsi, une sélection et évaluation in vitro et in vivo des souches probiotiques ont été réalisées

On a pu isoler et pré identifier trois types des souches lactiques, à savoir *Lactococcus lacis*, *Pediococcus acidilactici* et *Streptococcus thermophilus*. Les résultats relatifs à la sélection des souches probiotiques, confirme que la souche *Streptococcus thermophilus*, avait la meilleure.

L'étude in vivo nous a induire des maladies chez les rats au niveau du system digestif, dans ce travail, il a été rapporté que l'administration d'*Escherichia coli* et d'huile de ricin provoquait une maladie. L'observation microscopique de la coupe histologique de l'intestin ont montré une structure intestinale endommagée et certains symptômes de son irritation dont une diminution dans la hauteur des villosités et les présences d'autres complètement détruites, et après traitement avec *Streptococcus thermophilus*, l'observation microscopique de la coupe histologique de l'intestin a montré une disparition presque complète des symptômes mentionne. Le dosage des paramètres biochimiques est en concorde avec le résultat des coupes histologiques.

Mots clés : Lait de chamelle, Probiotique, Bactérie pathogène, Trouble gastrique