



**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem**  
**Faculté Des Sciences de La Nature et De La Vie**  
**Département de Biologie**



# Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de  
**MASTER EN SCIENCES BIOLOGIQUES**

**Spécialité : Microbiologie Fondamentale**

Par  
**BENABDALLAH Nour El Houda**  
 &  
**SADOUN Nesrine**

**Thème :**

**Effet des probiotiques vis-à-vis des agents pathogènes  
 responsables des infections urinaires**

**Soutenue le 10 juin 2024 devant le jury composé de :**

<b>Président</b>	<b>Chougrani Fadela</b>	<b>Pr</b>	<b>Université de Mostaganem</b>
<b>Encadreur</b>	<b>Cheriguene Abderrahim</b>	<b>Pr</b>	<b>Université de Mostaganem</b>
<b>Examinateur</b>	<b>Bekkeniche Nahla</b>	<b>MCB</b>	<b>Université de Mostaganem</b>

**Année Universitaire : 2023/2024**

## ***Remerciements***

***D'abord en préambule à ce mémoire, nous tenons à remercier en premier lieu le bon DIEU, le Clément, le Miséricordieux, le tout Puissant, qui nous a donné le courage et la patience et nous a permis de réaliser ce noble travail, ainsi que ses innombrables bienfaits.***

***Deuxièmement nous remercions en général toutes les personnes qui travaillent à la faculté des sciences de la nature et de vie de l'université de Mostaganem pour la richesse et la qualité de leur enseignement.***

***Un grand merci à notre encadrant Pr. CHERIGUENE Abderrahim qui a accepté de nous encadrer qui nous a guidé par ses précieux conseils et suggestions pertinentes.***

***Veillez trouver ici, l'expression de nos profonds respects et nos sincères remerciements.***

***Nous tenons également à remercier les membres de jury :***

***Pr. CHOUGRANI Fadela qu'elle nous fait de présider le jury et d'évaluer ce travail.***

***Dr. BENKENNICHE Nahla pour avoir accepté d'examiner ce travail.***

***Nous adressons également nos sincères remerciements à Mme Hafida responsable du laboratoire de Microbiologie qui a collaboré sans hésitations dans ce travail en donnant généreusement ces conseils et ces orientations. Aussi un grand merci à Mme MAGHNIA Djamilia.***

***Enfin nous remercions tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail, trouvent ainsi l'expression de nos profondes gratitude et respects.***

***Merci à tous***

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail*

*À ma chère mère,*

*À mon cher père,*

*Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.*

*À mes chères sœurs, Aicha et Yasmine*

*À mon cher Frère, Mohamed El Amine*

*Pour ses soutiens moraux et leurs conseils précieux tout au long de mes études.*

*À ma chère grand-mère,*

*Qui je souhaite une bonne santé.*

*A mon professeur Mr. CHERIGUENE Abderrahim, merci de nous offrir l'opportunité d'être créatifs dans notre domaine*

*À ma chère binôme, Nesrine*

*Pour son entente et sa sympathie*

*Merci à Asma et Chaimae pour leur sincère soutien dans la réalisation de ce travaille*

*Merci aux camarades du premier pas, Naima et Hadjer*

*Pour leur aides et supports dans les moments difficiles*

*À toute ma famille*

*À tous mes collègues de promotion Master 2 « Microbiologie fondamentale »*



*Nour El Houda*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail*

*À mon paradis, à la source de ma joie ma lune et le fil d'espoir qui allume mon chemin, ma moitié, **Maman**.*

*À celui qui m'a fait une femme, ma source de vie, d'amour et d'affection, à mon support qui était toujours à mes côtés, à mon prince **Papa**.*

*À mon très cher frère **Nabil** pour l'amour qu'il me réserve.*

## *À toute ma famille*

*À mon âme sœur **Assoume**, qui a été toujours à mes côtés et n'a pas cessée de me conseiller, soutenir et m'encourager. Que Dieu la protège et l'offre la chance et le bonheur dans sa vie.*

*À ma meilleure amie et ma complice **Souad**, pour son amitié précieuse et sincère, et pour son soutien indéfectible.*

*À mes très chères amies : **Mounira, Hadil, Chaimae, Hadjer** pour votre soutien*

*À mon encadreur **Mr. CHERIGUENE Abderrahim** pour ses précieux conseils et suggestions pertinentes.*

*À ma chère professeure **Mme MAGHNIA Djamila** pour son aide et son soutien dans ce parcours.*

*Sans oublier mon cher binôme, ma sœur, ma confidente **Houda**, merci de partager cette aventure de mémoire avec moi. Ensemble, nous avons traversé les défis et les moments de joie, et je suis reconnaissante de ton soutien et de ta présence.*

*À tous mes collègues de promotion de Master 2 « **Microbiologie Fondamentale** ».*

*À tout ce qui ont participé à ma réussite et à tous qui m'aiment.*



## **TABLE DES MATIERES**

**Liste des Abréviations**

**Liste des Tableaux**

**Liste des Figures**

**Liste des Annexes**

**Résumé**

**Abstract**

**ملخص**

**Introduction** **1**

### **Chapitre 1 : Rappel Bibliographique**

**I. Les bactéries lactiques** **3**

1. Généralités **3**

1.1. Historique **3**

1.2. Définition **3**

2. Origine et habitat **4**

3. Caractéristiques générales des bactéries lactiques **5**

3.1. Caractères immunologiques **5**

4. Classification **6**

4.1. Classification phénotypique **6**

4.2. Classification génotypique **6**

5. Métabolisme des bactéries lactiques **9**

5.1. Principales voies fermentaires des bactéries lactiques. **9**

6. Interaction bactéries lactiques – Hôtes **11**

7. Intérêt des bactéries lactiques **11**

7.1. Dans l'industrie alimentaire **11**

7.1.	Dans le domaine thérapeutique	12
<b>II.</b>	<b>Les probiotiques</b>	<b>12</b>
1.	Historique et Définition	12
2.	Sources des probiotiques	13
3.	Classification des probiotiques	13
4.	Rôles probiotiques des bactéries lactiques	15
5.	Propriétés et critères de sélection des souches probiotiques	16
6.	Les probiotiques et leurs effets bénéfiques sur la santé	17
7.	Mécanismes d'action des probiotiques	18
7.1.	Inhibition de la croissance des microorganismes pathogènes	19
7.2.	Amélioration de la fonction barrière	19
7.3.	Modulation du système immunitaire	20
8.	Application des probiotiques	20
<b>III.</b>	<b>Les infections urinaires</b>	<b>21</b>
A.	L'appareil urinaire	21
1.	Définition	21
2.	Composition	21
2.1.	L'appareil urinaire haut	21
2.2.	L'appareil urinaire inférieur	22
3.	L'urine	23
3.1.	Définition	23
B.	Infection urinaire	23
1.	Dans l'Algérie	23
2.	Dans le monde	24
3.	Epidémiologie et physiopathologie	24
3.1.	Définition	24
3.1.1.	Infection urinaire communautaire (Endogène)	24

3.1.2. Infection urinaire hospitalière (Exogène)	24
3.2. Facteur de risques des infections urinaires	25
3.3. Types d'infections urinaires	25
4. Caractéristiques des Uropathogènes	26
5. Mécanismes de défense	29
6. Processus d'adhésion des Uropathogènes-bactéries lactiques	29
7. Effet antibactérien des bactéries lactiques vis-à-vis des Uropathogènes.	29

## **Chapitre II : Partie Expérimental**

<b>I. Objectif et période de stage</b>	<b>32</b>
<b>II. MATERIELS ET METHODES</b>	<b>32</b>
<b>A. Bactéries lactiques</b>	<b>32</b>
1. Prélèvement des échantillons	32
2. Isolement et purification des souches	32
3.1. Préparation des milieux de cultures	32
3.2. Préparation des dilutions décimales	33
3.3. Purification	33
4. Conservation des souches	33
a. Conservation à court terme	33
b. Conservation à long terme	33
5. Test d'orientation de l'identification des bactéries lactiques	34
5.1. Caractéristique phénotypique des isolats	34
5.1.1. Caractérisation macroscopique	34
5.1.2. Caractérisation microscopique	34
5.2. Identification Physiologique et Biochimique des souches	35
a. Identification Physiologique	35
b. Identification Biochimique	36
<b>B. Les infections urinaires</b>	<b>38</b>

1.	Prélèvement des échantillons	37
2.	Milieux et conditions de cultures	38
3.	Isolement des Uropathogènes	38
4.	Identification des Uropathogènes	38
4.1.	Test Biochimique	38
a.	Mannitol-Mobilité	38
b.	Citrate de Simmons.	38
c.	Test indole	39
d.	Gélose Viande Foie	39
C.	Mise en évidence de l'activité antibactérienne	39

### **Chapitre III : Résultats et Discussion**

<b>I.</b>	<b>Bactéries lactiques</b>	<b>41</b>
1.	Isolement et purification	41
1.1.	Isolement	41
1.2.	Purification	41
a.	Sur milieu solide	41
b.	Sur milieu liquide	41
2.	Conservation des souches	42
3.	Pré-identification.	42
3.1	Coloration de Gram	42
3.2.	Test de recherche de la catalase	42
4.	Caractérisation phénotypique et biochimiques des isolats	43
5.	Identification des souches lactiques	46
<b>II.</b>	<b>Infections Urinaires</b>	<b>47</b>
1.	Prélèvement d'échantillon	47
2.	Repiquage des souches pathogènes ATCC	47
3.	Isolement et pré-identification des Uropathogènes	48

4.	Tests biochimiques	49
a.	Mannitol-mobilité	49
b.	Utilisation de Citrate	49
c.	Test d'Indole	50
d.	Gélose Viande Foie	50
<b>III.</b>	<b>Effet antagoniste</b>	<b>51</b>
<b>IV.</b>	<b>Analyse des résultats</b>	<b>53</b>
<b>V.</b>	<b>Discussion des résultats</b>	<b>55</b>
a.	Efficacité des souches lactiques	55
b.	Comparaison entre les souches pathogènes	55
c.	Effets probiotiques	55
d.	Comparaison de résultats	55
	<b>Conclusion</b>	<b>57</b>
	<b>Références bibliographique</b>	<b>60</b>
	<b>Annexes</b>	

## LISTE DES ABREVIATIONS

**ADH** : Hydrolyse de l'Arginine.

**ADN** : Acide Désoxyribonucléique.

**ARN** : Acide Ribonucléique.

**ATP** : Adénosine triphosphate.

**BAL** : Bactéries Lactiques.

**BCP** : Pourpre de Bromocrésol.

**B. longum** : *Bifidobacterium longum*.

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de Carbone.

**E. coli** : *Escherichia coli*.

**H** : Heures.

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : Peroxyde d'Hydrogène.

**EMP**: Embden-Meyerhof-Parnas.

**FAO**: Food and Agriculture Organization of the United Nations. (Organisation pour l'alimentation et l'agriculture).

**IU** : Infection Urinaires.

**Lb** : *Lactobacillus*.

**Lc** : *Lactococcus*.

**Ln** : *Leuconostoc*.

**MH** : Muller Hinton.

**MRS**: Man,Rogosa,Sharpe.

**MRSc**: Man,Rogosa,Sharpe cysteine..

**P**: Phosphate.

**BP**: Biphosphate.

**FBP**: fructose 1,6-biphosphate.

**XP** : Xylulose 5-phosphate.

**PFL** : Pyruvate formate lyase.

**LDH** : Lactate déshydrogénase.

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b>	Liste des microorganismes considérés comme des probiotiques	15
<b>Tableau 2</b>	Critères de sélection des probiotiques	16
<b>Tableau 3</b>	Les principaux effets bénéfiques attribués aux probiotiques	17
<b>Tableau 4</b>	Critères morphologiques des bactéries lactique isolées à partir de lait B1 à partir de yaourt	43
<b>Tableau 5</b>	Résultats des tests physiologiques et biochimiques des isolats	46
<b>Tableau 6</b>	Profil fermentaire de 7 sucres sur 15 souches isolées	46
<b>Tableau 7</b>	L'identification des souches lactiques isolées à partir de lait et le yaourt	47
<b>Tableau 8</b>	Les références des souches pathogènes	48
<b>Tableau 9</b>	Les différents milieux d'isolement des Uro-pathogènes avec les caractéristiques phénotypiques	49
<b>Tableau 10</b>	Résultats des tests biochimiques des Uro-pathogène ; Test de Mannitol-Mobilité, utilisation de Citrate, test de l'Indole, test de Viande Foie	51
<b>Tableau 11</b>	Diamètre de la zone d'inhibition des souches lactiques en contact direct avec les souches pathogènes « Effet antibactérien »	52

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b>	Arbre phylogénétique, basé sur l'analyse comparative des séquences d'ARNr16S, montrant les principaux groupes phylogénétiques des bactéries lactiques et les genres non reliés <i>Bifidobacterium et Propionibacterium</i> .	8
<b>Figure 2</b>	Voies majeures de fermentation chez les bactéries lactiques.	10
<b>Figure 3</b>	Schéma des principaux bienfaits des probiotiques.	18
<b>Figure 4</b>	Mécanismes d'action des probiotiques.	19
<b>Figure 5</b>	Anatomie de l'appareil urinaire.	21
<b>Figure 6</b>	Anatomie du rein chez l'humain.	22
<b>Figure 7</b>	Description anatomique de l'appareil génito-urinaire chez l'humain. A gauche chez l'homme et à droite chez la femme	23
<b>Figure 8</b>	Pourcentage des germes pathogènes responsables des Infections Urinaires selon l'Agence française des infection urinaires, 2008.	28
<b>Figure 9</b>	Procédure de la coloration de Gram.	35
<b>Figure 10</b>	Méthode de diffusion en puits utilisées pour la recherche des substances antimicrobienne	40
<b>Figure 11</b>	Aspect macroscopique des bactéries lactiques après incubation à 30°C pendant 24h on anaérobiose	42
<b>Figure 12</b>	Conservation des souches à court terme	42
<b>Figure 13</b>	Observation microscopique des souches lactiques	43
<b>Figure 14</b>	Résultat du type fermentaire pour les isolats purs.	44
<b>Figure 15</b>	Test Hydrolyse de l'Arginine (ADH)	45
<b>Figure 16</b>	Échantillon de la culture pure	48
<b>Figure 17</b>	Ensemencement des souches ATCC sur Gélose Nutritive	48
<b>Figure 18</b>	Observation macroscopique des isolats pathogènes	49
<b>Figure 19</b>	Résultats du mannitol	50
<b>Figure 20</b>	Résultat d'utilisation de Citrate	50
<b>Figure 21</b>	La présence d'Indole	51
<b>Figure 22</b>	Résultats du type respiratoire sur milieu VF	51
<b>Figure 23</b>	Effet antagoniste des souches lactiques sur les souches pathogènes illustrer par la zone d'inhibition sur gélose Muller Hinton	53
<b>Figure 24</b>	Histogramme d'activité antibactérienne des souches lactiques contre les souches pathogènes	54

## LISTE DES ANNEXES

<b>Figure 1</b>	Isolement des souches lactiques à partir du lait sur Gélose MRS et Bouillon MRS.
<b>Figure 2</b>	Isolement des bifidobactéries à partir du Yaourt sur Gélose MRSc et Bouillon MRSc.
<b>Figure 3</b>	Observation macroscopique des souches lactiques purs.
<b>Figure 4</b>	Croissance bactérienne à 15°C.
<b>Figure 5</b>	Croissance sur différentes concentrations de NaCl
<b>Figure 6</b>	Croissance sur différentes concentrations de pH
<b>Figure 7</b>	Profil Fermentaire des Souches Lactiques
<b>Figure 8</b>	Observation microscopique des Uro-pathogènes
<b>Figure 9</b>	La recherche du Catalase chez <i>S. aureus</i>
<b>Figure 10</b>	Les tableaux de références des souches lactiques

## Résumé

Depuis longtemps, les bactéries lactiques jouent un rôle important dans l'industrie alimentaire. Les probiotiques sont notamment des bactéries des genres comme *Lactobacillus* et *Lactococcus* et *Bifidobacterium*, possèdent des propriétés antimicrobiennes et sont largement utilisées dans l'industrie alimentaire, Ces bactéries jouent un rôle crucial dans divers écosystèmes et ont un impact positif sur la santé humaine.

Nos recherches ont porté sur l'extraction des souches lactiques à partir d'échantillons de lait cru de chamelle et de chèvre collectés dans les régions de Laghouat et Mostaganem. Cette procédure a donné un total de 15 souches Gram positives et catalase négatives. Dans notre étude, nous avons orienté nos recherches vers l'examen de la capacité des bactéries lactiques obtenues à lutter contre les Uro-pathogènes. Grâce à l'utilisation de diverses méthodologies microbiologiques, nous avons réussi à isoler 15 souches classées dans les genres suivants :

*Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus*, *Lactococcus lactis subsp cremoris*, *Lactococcus lactis subsp lactis*, *Enterococcus faecium*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium adolescentis*.

Les infections urinaires représentent un problème de santé particulièrement important et occupent une place majeure dans la pathologie infectieuse, La majorité de ces infections sont due à des entérobactéries avec un pourcentage de 80%, dont *Escherichia coli* qui est la bactérie la plus communément observée. Les Cocci à Gram positif viennent en 2ème position. Grâce à la mise en œuvre de la méthode de diffusion par puits, un examen a été mené pour étudier l'impact inhibiteur des bactéries lactiques produisant des bactériocines sur trois souches de référence : *Staphylococcus aureus* ATCC 43300, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC27853, *Citrobacter freundii* ATCC13316, *Candida albicans* ATCC10231, *Klebsiella pneumoniae* ATCC700603 et *Proteus mirabilis* ATCC35659. Les résultats de cette étude ont démontré des résultats positifs et remarquables pour tous les isolats de bactéries lactiques. L'objectif principal de cette recherche portait sur l'effet antagoniste des souches lactiques contre les Uro-pathogènes pour une caractérisation afin de choisir les souches qui ont un effet probiotique élevé.

**Mots clés :** bactéries lactiques, lait cru, probiotiques, infections urinaires, Uro-pathogènes, effet probiotique.

## ABSTRACT

Lactic acid bacteria have long played an important role in the food industry. Probiotics, which include bacteria from genera such as *Lactobacillus*, *Lactococcus* and *Bifidobacterium*, possess antimicrobial properties and are widely used in the food industry. These bacteria play a crucial role in various ecosystems and have a positive impact on human health.

Our research focused on the extraction of lactic strains from samples of raw camel and goat milk collected in the LAGHOUAT and MOSTAGANEM regions. This procedure yielded a total of 15 Gram-positive and catalase-negative strains. In our study, we focused on examining the ability of the lactic acid bacteria obtained to combat Uro-pathogens. Using various microbiological methodologies, we succeeded in isolating 15 strains classified in the following genera:

*Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus*, *Lactococcus lactis subsp cremoris*, *Lactococcus lactis subsp lactis*, *Enterococcus faecium*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacteriumn adolescentis*.

Urinary tract infections (UTIs) are a particularly important health problem, occupying a major place in infectious pathology. The majority of these infections are caused by enterobacteria (80%), of which *Escherichia coli* is the most commonly observed bacterium. Gram-positive cocci come in 2nd place. Using the well diffusion method, an investigation was carried out into the inhibitory impact of bacteriocin-producing lactic acid bacteria on three reference strains: *Staphylococcus aureus* ATCC 43300, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC27853, *Citrobacter freundii* ATCC13316, *Candida albicans* ATCC10231, *Klebsiella pneumoniae* ATCC700603 and *Proteus mirabilis* ATCC35659. The results of this study showed positive and remarkable results for all the lactic bacteria isolates. The main objective of this research was to characterize the antagonistic effect of lactic strains against Uropathogens in order to select strains with a high probiotic effect.

**Key words:** Lactic acid bacteria, Raw Milk, Probiotics, Urinary tract infections, Uro-pathogens, Probiotic Effect.

## ملخص

لطالما لعبت بكتيريا حمض اللاكتيك دورا مهما في صناعة الأغذية. تتمتع البروبيوتيك التي تشمل بكتيريا من أجناس مثل لاكتوباسيلوس ولاكتوكوكوس وبيفيدوبكتيريوم بخصائص مضادة للميكروبات وتستخدم على نطاق واسع في صناعة الأغذية وتلعب هذه البكتيريا دورا حاسما في مختلف النظم الإيكولوجية ولها تأثير إيجابي على صحة الإنسان..

ركز بحثنا على استخلاص السلالات اللبنية من عينات من حليب الإبل والماعز الخام التي تم جمعها في منطقتي الأغواط ومستغانم. نتج عن هذا الإجراء مجموعة تتضمن 15 سلالة ذات جرام إيجابي وكاتلاز سلبي.

في دراستنا ركزنا في بحثنا على فحص قدرة بكتيريا حمض اللاكتيك التي تم الحصول عليها على مكافحة مسببات الأمراض البولية باستخدام منهجيات ميكروبيولوجية مختلفة، نجحنا في عزل 15 سلالة مصنفة في الأجناس التالية

*Lactobacillus helveticus, Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus, Lactococcus lactis subsp cremoris, Lactococcus lactis subsp lactis, Enterococcus faecium, Streptococcus thermophilus, Bifidobacterium adolescentis.*

تعد التهابات المسالك البولية مشكلة صحية مهمة بشكل خاص، وتحتل مكانة رئيسية في علم الأمراض المعدية.

تحدث غالبية هذه الالتهابات بسبب البكتيريا المعوية (80%)، والتي تعد الإشريكية القولونية أكثر البكتيريا شيوعا. تأتي المكورات Gram+ في المرتبة الثانية، باستخدام طريقة الانتشار البثري، تم إجراء دراسة حول التأثير المثبط لبكتيريا حمض اللاكتيك المنتجة للبكتيريا على ثلاث سلالات مرجعية: المكورات العنقودية الذهبية، وبكتيريا الزائفة الزنجارية، سيتروباكتر فروندي، والمبيضات البيضاء، والكلبسيلا الرئوية، وبروتيويس ميرابيليس.

ATCC 43300, ATCC27853, ATCC13316, ATCC10231, ATCC700603, ATCC35659

وقد أظهرت نتائج هذه الدراسة نتائج إيجابية وملحوظة لجميع البكتيريا اللبنية المعزولة. كان الهدف الرئيسي من هذا البحث هو توصيف التأثير المضاد للسلالات اللبنية ضد مسببات الأمراض البولية من أجل اختيار سلالات ذات تأثير بروبيوتيك عالي.

**الكلمات المفتاحية:** بكتيريا حمض اللاكتيك، الحليب الخام، البروبيوتيك، التهابات المسالك البولية، مسببات الأمراض البولية، تأثير البروبيوتيك.

## INTRODUCTION

Les bactéries lactiques, connues pour leur propriété probiotique, jouent un Rôle crucial dans le maintien de l'équilibre microbien de notre organisme.

Principalement représentées par des espèces telles que *Lactobacillus* et *Bifidobacterium*, ces bactéries sont largement présentes dans le microbiotes intestinal et vaginal. Elles sont particulièrement reconnues par leur capacité à produire des substances antimicrobiennes, notamment l'acide lactique, les bactériocines et le peroxyde d'hydrogène. Ces composés permettent non seulement de réguler le pH mais aussi d'inhiber la croissance de divers agents pathogènes, y compris les uropathogènes responsables des infections urinaires (IU) (Ng et al., 2018).

Les infections urinaires elles-mêmes représentent un problème clinique courant (Zergoug et al, 2016). Sont des affections courantes touchant principalement les femmes : 50% des femmes souffriront d'au moins un épisode symptomatique au cours de la vie, bien que les infections urinaires surviennent dans 20% des cas chez l'homme (François et al., 2013). La majorité des infections urinaires sont causées par *E. coli* uropathogène et d'autres agents pathogènes comprennent *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis* et *Enterococcus faecalis* entraînent des symptômes désagréables et peuvent, si elles ne sont pas traitées correctement mener à des complications graves telle que des infections rénales. (Salahshoori et al., 2022).

Le traitement standard des IU repose généralement sur l'utilisation des antibiotiques, mais l'augmentation de la résistance bactérienne aux antibiotiques représente un défi majeur pour la médecine moderne. Dans ce contexte, la recherche de solutions alternatives et complémentaires devient essentielle.

Les probiotiques, qui incluent largement les bactéries lactiques, sont définis comme des micro-organismes vivants qui, lorsqu'ils sont administrés en quantités adéquates, confèrent des bénéfices pour la santé de l'hôte. On les trouve généralement dans les aliments fermentés et les compléments alimentaire et ils peuvent contenir diverses espèces bactérienne et fongique (Martín et Langella, 2019).

Leurs mécanismes d'action sont divers : compétition pour les nutriments et l'espace, production de substances antimicrobiennes, modulation de la réponse immunitaire, et renforcement de la barrière épithéliale. L'utilisation des probiotiques dans la prévention

et le traitement des infections urinaires repose sur leur capacité à rétablir et maintenir un microbiote sain, créant un environnement défavorable à la colonisation par des bactéries pathogènes. Des études cliniques ont montré que certaines souches probiotiques peuvent réduire l'incidence des IU récurrentes, offrant une alternative prometteuse aux traitements antibiotiques conventionnels.

L'objectif de cette étude est de comprendre et d'évaluer l'effet antibactérien des bactéries lactiques isolées contre des souches pathogènes responsables des infections urinaires. Pour atteindre cet objectif, nous avons procédé à l'isolement de bactéries lactiques à partir de lait de chèvre et de Chamelle et à partir du Yaourt « Acti+ », suivi d'une série de tests biochimiques et physiologiques pour caractériser ces souches. En parallèle, des souches pathogènes de référence (ATCC) et des cultures urinaires contenant *Escherichia coli* et *Enterococcus faecalis* ont été utilisées. Les tests biochimiques et de confirmation ont été réalisés pour valider l'identification de ces pathogènes. Enfin, des tests d'antagonisme ont été menés pour évaluer l'effet antibactérien des bactéries lactiques isolées contre ces souches pathogènes.

## *Chapitre I*

# *Rappel Bibliographique*

# I. LES BACTERIES LACTIQUES

## 1. Généralités :

### 1.1. Historique :

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 (**Mechai,2009**).

Au début du XXème siècle, Elie Metchnikoff remarque que la longévité et la bonne santé des paysans bulgares est liée à leur consommation de produits laitiers fermentés et suggère que certains micro-organismes pourraient exercer des effets bénéfiques sur la santé humaine (**Daoudi et al, 2018**).

### 1.2. Définition :

Les bactéries lactiques constituent un groupe hétérogène de microorganismes caractérisé par la production de l'acide lactique comme produit final à partir de la fermentation des carbohydrates (**Mozzi et al., 2010**).

Elles sont sous forme de Cocci ou des bâtonnets à Gram positif, elles sont asporulantes, généralement immobiles, dépourvues de catalase et d'oxydase, aéro-anaérobie facultatives et acidotolérantes. Toutefois, leurs caractéristiques peuvent être changées sous certaines conditions de stress exemple, le pH, l'acidité et la température. (**König et Fröhlich, 2009 ; Lin et al., 2020**) Elles exigent des carbohydrates fermentescibles, des acides aminés, et des vitamines pour leur croissance (**Corrieu et al., 2008**).

## 2. Origine et Habitat :

Grâce à leur flexibilité d'adaptation physiologique, les bactéries lactiques sont en mesure de coloniser des milieux très divers du point de vue physico-chimique et biologique. Dans différents écosystèmes, les bactéries Acido-Lactiques sont capables d'exercer des effets bénéfiques ou plus rarement, de causer des altérations biologiques.

Selon **Fenton** et al, l'origine première des bactéries lactiques se trouve dans les plantes vertes, et au fil du temps et grâce à l'évolution et à l'adaptation, ces micro-organismes ont investi d'autres environnements pour s'établir dans différents habitats qui offrent les conditions requises pour leur alimentation (**Fenton, 1987 ; Kelly et al., 1998 ; Carr et al., 2002**). Ainsi, le lait est désormais un lieu de prédilection pour les bactéries lactiques où elles peuvent accéder via le corps des animaux ou encore par le biais des excréments ou végétaux. C'est pourquoi on retrouve ces micro-organismes associés à divers produits laitiers fermentés selon (**Dellaglio et al., 1994**).

- Les espèces appartenant au genre *Lactobacillus* se trouvent en divers lieux :
  - Dans le lait et les fromages (*Lb. casei subsp. casei*, *Lb. plantarum*, *Lb. curvatus* et *Lb. brevis*), dans les produits laitiers fermentés (*Lb. kefir*, *Lb. brevis* et *Lb. fermentum*), dans les denrées végétales soumises à fermentation, les marinades, l'ensilage, le vin ainsi que dans les viandes fraîches ou fermentées (*Lb. brevis*, *Lb. curvatus*, *Lb. buchneri* et *Lb. San Francisco*) (**Desmazeaud, 1996**)
- Les espèces du genre *Lactococcus* sont isolées du lait ou des végétaux qui sont les réservoirs naturels de la plupart de ses espèces. L'espèce *Lactococcus lactis subsp. Lactis* est isolée pour la première fois à partir du lait fermenté par Lister en 1873 et reconnue comme agent primaire de l'acidification du lait caillé (**Sandine, 1988**). Parmi les espèces du genre *Streptococcus*, *Streptococcus thermophilus* est isolée du lait pasteurisé, du matériel de laiterie et de levains artisanaux (**Jones, 1978**).
- D'autres espèces du genre *Streptococcus*, *Streptococcus thermophilus* sont isolées du lait pasteurisé, du matériel de laiterie et de levains artisanaux. Les espèces du genre *Leuconostoc* sont isolées du lait, des produits laitiers, des fruits, des légumes (en particulier la betterave), des végétaux en fermentation (comme la choucroute), des produits de la panification et des solutions visqueuses de sucre dans les sucreries.

### **3. Caractéristiques générales des bactéries lactiques :**

Les bactéries lactiques sont des cellules procaryotes, hétérotrophes et chimio-organotrophes (**Dellaglio et al., 1994**).

Ces microorganismes ont pour principales caractéristiques d'être à Gram positif généralement immobiles, asporulés, anaérobies mais aérotolérants, et de ne posséder ni catalase (certaines souches possèdent une pseudo-catalase), ni nitrate réductase, ni cytochrome oxydase (**Dellaglio et al., 1994**), capables de croître à des températures comprises entre 10°C et 45°C et à des pH allant de 4.0 à 4.5.

Les bactéries lactiques regroupent un ensemble d'espèces hétérogènes, elles se caractérisent par la production d'acide lactique comme produit majeur du métabolisme (**Salminen et al., 2004 ; Labioui et al., 2005 ; König et Fröhlich, 2009 et Pringsulaka et al., 2011**).

Ces bactéries ont un métabolisme fermentaire strictement saccharolytique qui, en utilisant des glucides, produit soit exclusivement de l'acide lactique (bactéries homolactiques strictes). Soit de l'acide lactique et de l'acide acétique (bactéries hétérolactiques facultatives). Soit de l'acide lactique, l'acide acétique ou de l'éthanol et de CO<sub>2</sub> (bactéries hétérolactiques strictes). Certaines espèces ou certaines souches peuvent en outre produire des acides, formique ou succinique. (**Dellaglio et al., 1994**).

Ces bactéries ont des exigences nutritionnelles complexes pour les acides aminés, les peptides, les vitamines, les sels, les acides gras et les glucides fermentescibles. (**Dellaglio et al., 1994 et Hogg, 2008**).

#### **3.1. Caractères immunologiques :**

Les bactéries lactiques peuvent être sensibles à leurs propres substances de défense comme la bactériocine, elles se prémunissent à l'aide d'une protéine qualifiée « d'immunité ».

C'est une lipoprotéine d'immunité codée par le gène LanI : Cette protéine s'attache à la surface externe de la membrane et interagit avec la bactériocine afin d'empêcher son insertion dans la membrane et ainsi former des pores. La structure de ces protéines est très variable (**Dortu, 2008**).

## 4. Classification :

### 4.1. Classification phénotypique :

La classification phénotypique des bactéries lactiques est largement basée sur la morphologie, le mode de fermentation de glucose, la croissance à différentes températures, la capacité de croissance à de hautes concentrations de sel (6.5%, 18%), la tolérance aux pH acides, la configuration de l'acide lactique produit à partir de glucose, l'hydrolyse de l'arginine, la formation d'acétoïne, etc. Les marqueurs chimio-taxonomiques comme la composition en acides gras et les constituants de la paroi cellulaire peuvent aussi être utiles dans la classification (**König et Fröhlich, 2009**)

### 4.2. Classification génotypique :

L'analyse comparative des séquences d'ARN ribosomal 16s a entraîné des changements importants dans la taxonomie des bactéries lactiques (**Salminen et al., 2004**). Les bactéries lactiques sont classées dans le phylum des Firmicutes, la classe des Bacilli et l'ordre des Lactobacillales qui renferme six familles avec 35 genres (figure I.9) (**De -Vos et al., 2009**).

- **Le genre *Lactobacillus* :**

Les lactobacilles, appartenant aux bactéries lactiques, sont un groupe diversifié au sein des Firmicutes, de la classe des *Bacilli*, de l'ordre des *Lactobacillales* et de la famille des *Lactobacillaceae*. Ils font partie de la flore normale de la cavité buccale, de l'urogénital et du tractus gastro-intestinal. Avec 261 espèces et 20 sous-espèces, les lactobacilles constituent le groupe le plus important des bactéries lactiques. Ce sont des bacilles longs et fins, parfois incurvés, souvent en chaînes, immobiles, asporulés, catalase négative, et se développent à des températures optimales de 30 à 40°C. Ils ont des besoins nutritionnels complexes, nécessitant des acides aminés, des vitamines, des acides gras, des nucléotides, des glucides et des minéraux (**Zheng et al., 2015 ; Menad, 2018**).

- **Le genre *Streptococcus* :**

Les cellules de ces genres sont généralement de formes sphériques ou ovoïdes, disposées en paires ou en chaînes, avec une formation de chaînes plus clairement observée dans des cultures liquides (**Patel et Gupta, 2018 ; Park et al., 2019**).

Elles sont Gram positif, non mobiles, et d'un diamètre inférieur à 2 µm, elles fermentent les glucides principalement en acide lactique sans production de gaz. Leur température optimale de croissance est de 37°C, mais elles ne peuvent se développer à 15°C ni à un pH de 9,6, en présence de 4% de NaCl ou de 0,1% de bleu de méthylène,

Et produit de l'acide lactique uniquement à partir de quelques sucres tels que le fructose, le glucose, le mannose, le lactose et le saccharose (**Klaenhammer et al, 2005**).

Appartenant à la famille des *Streptococcaceae*, anaérobies ou aéro-tolérantes sporulées, quelques espèces sont capsulées (**Delorme et al., 2010**). *Streptococcus thermophilus*, la seule espèce utilisée en technologie alimentaire, est isolée du lait pasteurisé et des levains artisanaux. Sa température optimale de croissance est d'environ 42°C (**Bekhouche, 2006**).

- **Le genre *Lactococcus* :**

Les lactocoques sont séparés des streptocoques lactiques suite aux études de (**Schleifer et al., 1985**) basées sur des critères moléculaires, pour créer le genre *Lactococcus*.

Ce sont des coques à gram positifs, de 0,5 à 1 µm de diamètre. Ils présentent un groupement typique en chaînettes, immobiles, dépourvus de spores et rarement capsulés. Aéro-anaérobie facultatifs, de type mésophile, leur température optimale varie de 10 à 40°C avec un optimum de croissance de 37°C mais sont incapables de se développer à 45°C, à pH 9,6 et en présence de 6,5% de NaCl (**Mofredj et al., 2007**).

L'activité métabolique de *lactococcus* varie, mais toutes les espèces se caractérisent par l'absence de catalase et l'utilisation de la voie fermentaire pour la dégradation de certains glucides, sans production de gaz. Ils sont donc homofermentaires et produisent exclusivement de l'acide lactique (**Simpson et al., 2004**).

- **Le genre *Bifidobacterium* :**

Traditionnellement, le genre *Bifidobacterium* a été associé aux bactéries lactiques. Par la suite, il a été séparé en raison du contenu G+C supérieur à 50% et affecté au phylum des *Actinobacteria*.

Elles ont la forme irrégulière d'un V ou une morphologie bifide en forme de Y, 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. (**Aibeche et al,2020**)

Elles sont hétérofermentaires et se caractérisent par la présence d'une enzyme, le fructose - 6- phosphate phosphocétolase, celle-ci leur permet de fermenter les hexoses en produisant de l'acide acétique et de l'acide lactique (**Axelsson et al., 2004 ; Pilet et al., 2005 ; Ho et al., 2007**).

- **Le genre *Enterococcus* :**

Ces bactéries, appartenant à la famille des *Streptococcaceae*, Ce genre regroupe les streptocoques fécaux, notamment *Enterococcus faecalis* et *Enterococcus faecium*, qui

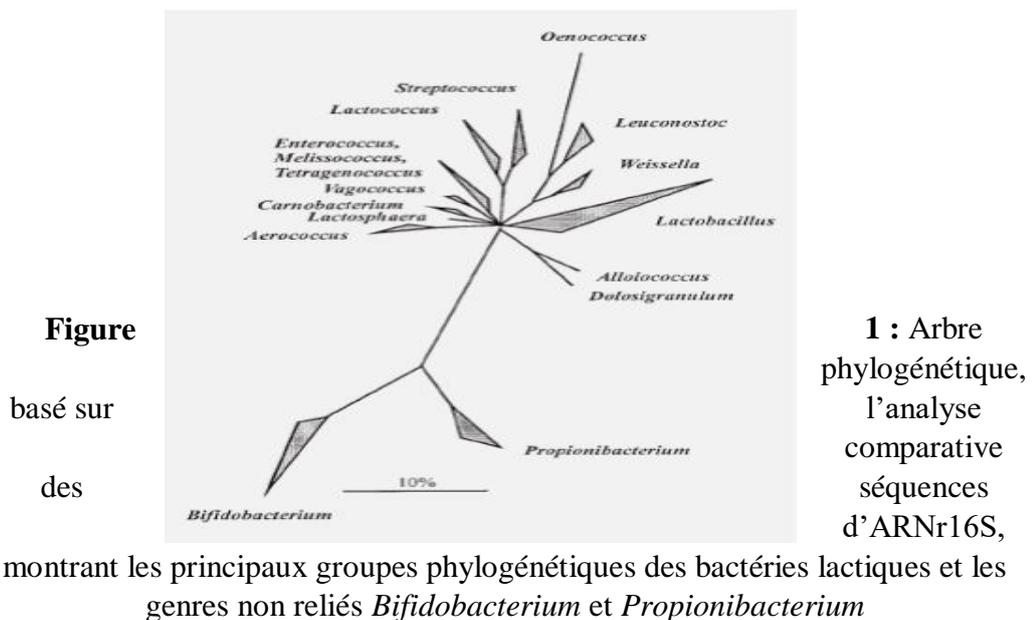
sont des commensaux de l'intestin et souvent rencontrés dans l'alimentation (**Delorme et al., 2010**).

Sont des Cocci à Gram positif, non mobiles, anaérobies ou aérotolescentes, sporulées, quelques espèces sont capsulées. Elles sont homofermentaires, fermentant l'arabinose et le sorbitol, (**Rakhis et al, 2016**) et peuvent tolérer des conditions de croissance variées, incluant des températures de 10°C à 45°C, avec une température optimale entre 35°C et 37°C (**García et Rice, 2019**). Elles tolèrent également des concentrations salines élevées (jusqu'à 6,5% de NaCl) et des pH élevés (jusqu'à 9,6). (**Ruiz et al., 2008**)

- **Le genre *Leuconostoc* (Ln.) :**

Ce genre comprend 10 espèces fastidieuses dans leurs exigences nutritionnelles, de forme ellipsoïdale à sphériques généralement allongées qui s'arrangent en paires ou en chaînes, non acidophiles avec un pH optimum de croissance égal à 6.5 certains peuvent croître même à un pH de 4.5 ; sont des hétérofermentaires obligatoires (**Bjorkroth et Holzapfel, 2006 ; Yehia et al., 2017**).

La température optimale est comprise entre 20°C et 30°C mais la croissance peut aussi avoir lieu même à 5°C (**Janget al., 2002 ; Cholakov et al., 2019**).



## **5. Métabolisme des bactéries lactiques :**

### **5.1. Principales voies fermentaires des bactéries lactiques :**

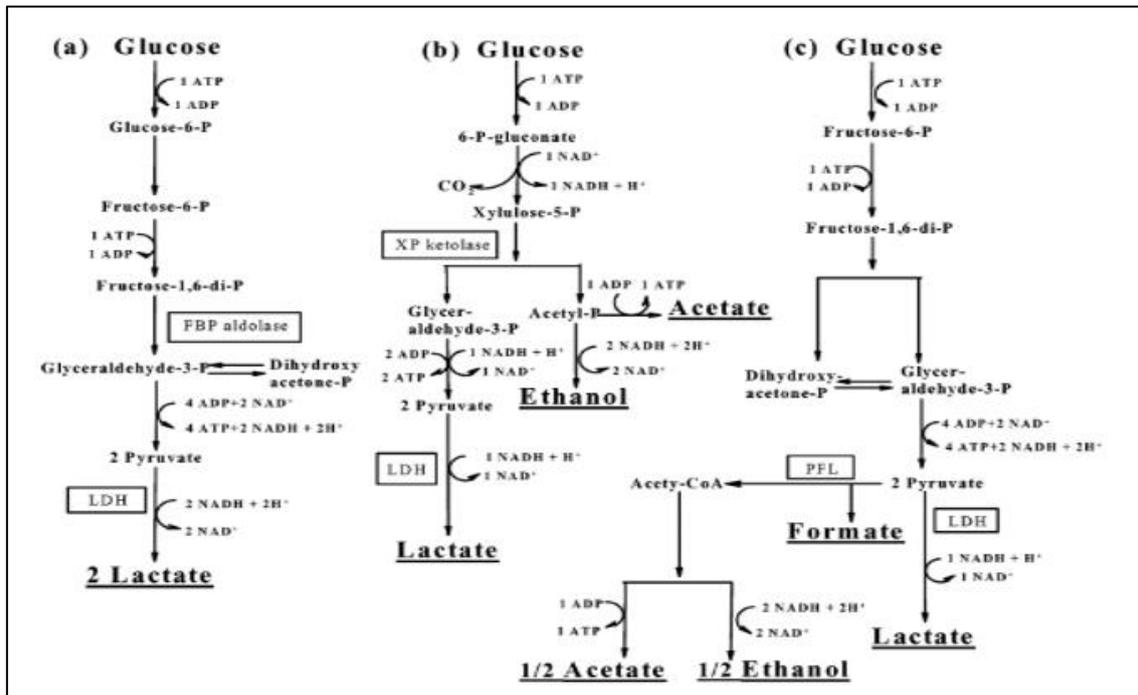
Selon Luquet, la fermentation des sucres par les bactéries lactiques conduit principalement à la production d'adénosine triphosphate (ATP) et d'acide lactique. En technologie laitière, la fonction primaire des bactéries lactiques est de convertir le lactose du lait en acide lactique, qui intervient à divers stades de la fabrication des produits laitiers (contribue à la coagulation du lait, provoque la déminéralisation et l'égouttage du caillé, et agit sur le goût ainsi que sur la conservation des produits laitiers fermentés). **(Luquet, 1986)**

Toute croissance nécessite la production d'énergie et les bactéries lactiques ne font pas exception à la règle. Hétérotrophes, elles tirent leur énergie de la fermentation de substrats carbonés. Les carbohydrates fermentés en acide lactique par les bactéries lactiques peuvent être des monosaccharides tels que des hexoses (glucose, galactose), des pentoses (xylose, ribose, arabinose), hexitols et pentitols (mannitol, sorbitol, xylol) ou des disaccharides (lactose, saccharose, cellobiose, tréhalose).

La fermentation des sucres s'effectue essentiellement en trois étapes **(Atlan et al, 2008)** :

- Le transport du sucre à travers la membrane cellulaire ;
- Le catabolisme du lactose selon une voie homofermentaire donnant lieu à l'acide lactique comme unique produit de dégradation du glucose ;
- Formation et expulsion extracellulaire des métabolites terminaux.

Selon le genre ou espèce, les bactéries lactiques utilisent principalement l'une des deux voies majeures du métabolisme des sucres. Il s'agit des voies homofermentaire (Embden-MeyerhofParnas, EMP) et hétérofermentaire (voie des pentoses-phosphate) **(Atlan et al, 2008)**.



(a) : Homofermentation, (b) : Hétérofermentation, (c) : Fermentation des acides mixtes.

**Figure 2:** Voies majeures de fermentation chez les bactéries lactiques (Martensson, 2002).

- **Voie homofermentaire ou EMP :**

Les bactéries lactiques homofermentaires comprennent les espèces de *Lactocoques*, *Pediocoques*, ainsi que certains *Lactobacilles*. Cette voie conduit dans des conditions optimales de croissance à la production de deux molécules de lactate et deux molécules d'ATP par molécules de glucose consommée. Le fructose 1,6-bis phosphate aldolase est une enzyme clé indispensable au fonctionnement de la voie EMP (Thompson et Gentry-Weeks, 1994).

- **Voie hétérofermentaire ou voie des pentoses phosphate :**

Les bactéries lactiques qui fermentent le glucose en produisant, en plus de l'acide lactique, de l'acétate, de l'éthanol et du CO<sub>2</sub> sont dites hétérofermentaire. Les principaux groupes de bactéries présentant ce type de métabolisme sont les *Leuconostoc* et certains *Lactobacilles*. Ces microorganismes sont dépourvus du système de PTS (Thompson et Gentry-Weeks, 1994).

## **6. Interaction bactéries lactiques – Hôtes :**

Les bactéries lactiques se trouvent à l'état libre dans l'environnement ou vivent en association avec un hôte (homme ou animal) dans un écosystème bactérien tel le tractus gastro-intestinal ou génital des mammifères (**Klein et al., 1998**).

Les différentes espèces de *Lactobacillus*, *Lactococcus lactis* et / ou *Lc. garvieae*, les plus rencontrées en industrie agroalimentaire, étant communément utilisées comme ferments (starter culture) pour la production de produits laitiers. Par ailleurs, les bactéries lactiques sont également à l'origine de la fermentation utilisée pour la préparation de boissons à partir de plantes (boza, cidre...), il s'agit dans ce cas des espèces appartenant aux genres *Lactobacillus* et *Leuconostoc* (**Gálvez et al., 2011**).

Les bactéries lactiques ont toutefois la capacité de vivre en symbiose entre elles ainsi qu'avec un hôte. La symbiose est une association intime et durable entre deux organismes hétérospécifiques (espèces différentes), parfois plus. Le tractus gastro-intestinal des mammifères est colonisé par les bactéries lactiques (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, et *Weisseilla*). Cependant, l'appareil génital chez la femme est principalement colonisé par *Lactobacillus*, auxquelles il apporte des nutriments comme le glycogène. En acidifiant le milieu, ces bactéries apportent une protection contre des pathogènes responsables d'infections vaginales comme *Trichomonas vaginalis*, pathogène responsable de la trichomonase vaginale (**Björkroth et Holzapfel, 2006, Ruiz et al., 2009**) ou encore *Candida albicans* à l'origine de la vulvo-vaginite (**Falagas et al., 2006, Pirota et al., 2004**).

## **7. Intérêt des bactéries lactiques :**

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

### **7.1. Dans l'industrie alimentaire :**

Les bactéries lactiques sont impliquées dans la fermentation et la bioconservation de différents aliments. Ainsi, les souches de *Lactobacillus bulgaricus*, *Sterptococcus thermophilus* sont utilisées pour la production du yaourt, des fromages et des laits fermentés (**Yateem et al., 2008**).

Le vin, les poissons, les viandes, les charcuteries, le pain au levain entre autres sont aussi des produits de fermentation par des bactéries lactiques (**Badis et al., 2005**). L'utilisation de ces dernières a pour but l'amélioration des caractéristiques organoleptiques des produits fermentés et l'augmentation de leur durée de conservation

sans l'utilisation de conservateurs chimiques, et ce grâce aux substances antimicrobiennes qu'elles sécrètent (**Dortu et Thonart, 2009**).

Les souches utilisées en industrie alimentaire doivent répondre à certains critères : absence de pathogénicité ou activité toxique, capacité d'améliorer les caractéristiques organoleptiques, capacité de dominance, facilité de culture, de conservation, et maintenance des propriétés désirables durant le stockage (**Marth et Steele, 2001**).

### **7.2. Dans le domaine thérapeutique :**

Etant des probiotiques, les bactéries lactiques apportent des bénéfices à l'hôte en conférant une balance de la microflore intestinale, en jouant également un rôle important dans la maturation du système immunitaire (**Yateem et al., 20018**). Différentes études ont démontré le rôle préventif aussi bien que curatif de ces bactéries sur plusieurs types de diarrhées (**Mkrtchyan et al., 2010**). D'autres ont cité leur capacité de diminuer les allergies liées aux aliments grâce à leur activité protéolytique (**El-Ghaish et al., 2011**).

**Uehara et al., (2006)** ont démontré la capacité des souches de *Lactobacillus crispatus*, utilisées sous forme de suppositoires pour empêcher la colonisation du vagin par les bactéries pathogènes et de prévenir ainsi les rechutes chez les femmes qui souffrent d'inflammations fréquentes et répétées de la vessie.

## **II. LES PROBIOTIQUES**

### **1. Historique et définition :**

La définition du terme « Probiotique » a évolué dans le temps en fonction de la réflexion des chercheurs, des connaissances scientifiques et des avancées technologiques (**Vasiljevic et Shah, 2008**).

Au début des années 1900, le lauréat du prix Nobel, Elie Metchnikoff a associé la longévité accrue des ruraux bulgares à la consommation régulière de produits laitiers fermentés tels que le yaourt. Il a suggéré que les lactobacilles pourraient contrecarrer les effets putréfiants du métabolisme gastro-intestinal (**Martirosyan et Leem, 2019**).

En 1906, le pédiatre français Henry Tissier a observé que les selles des enfants souffrant de diarrhées contenaient un faible nombre de bifidobactéries par rapport aux selles d'enfants en bonne santé. Il suggéra alors d'administrer ces bactéries aux patients diarrhéiques pour les aider à restaurer un microbiote intestinal sain (**Liévin et Servin, 2014**).

En 1989, Fuller redéfinit les probiotiques comme des « compléments alimentaires qui ont un effet bénéfique sur l'animal hôte en améliorant son équilibre microbien intestinal » (**Burns et Rowland, 2000**).

Le terme probiotique dérivé du grec « pro bios », qui signifie littéralement « en faveur de la vie ». En 2002, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) officialisent la définition du terme probiotique afin d'éviter toute dérive. Les probiotiques sont donc définis comme « des organismes vivants qui, lorsqu'ils sont ingérés en quantité suffisante, exercent un effet bénéfique sur la santé de l'hôte » (**Markowiak et Ślizewska, 2017**).

L'histoire souligne donc que la définition actuelle pourrait encore évoluer, car les champs de recherche pour mieux connaître et comprendre l'action des probiotiques sont encore nombreux (**Yan et Goldman, 2020**).

## **2. 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, telles que : *Lb. salivarius* subsp. *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* (**Zielińska et Kolozyn, 2018**).

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**).

Outre les aliments, les probiotiques peuvent également être disponibles sous forme de liquide, de poudre, de gel, des granulés, des pâtes, des capsules, des sachets, des médicaments et des compléments alimentaires. Toutes ces formes de produits contiennent un grand nombre de bactéries qui restent dans un état stable du fabricant aux consommateurs (**Yadav et Shukla, 2017**).

## **3. Classification des probiotiques :**

Les probiotiques peuvent être classés en quatre catégories (**Tableau I.2**). La première catégorie renferme les espèces du genre *Lactobacillus*. Les lactobacilles sont des bactéries Gram-positif, classées dans le phylum des Firmicutes et appartenant à la famille de

*Lactobacillaceae* (**Hammes and Vogel, 1995**). Elles se présentent sous forme de bacilles ou de coques et sont anaérobies facultatives, immobiles, non flagellées et non sporogènes.

Les lactobacilles forment une grande partie des bactéries lactiques qui sont capables de produire de l'acide lactique par la fermentation de certains sucres comme le lactose. Ces espèces colonisent l'être humain et sont généralement présentes dans le tractus gastro-intestinal, les muqueuses vaginales et la cavité buccale (**LandRouster et al., 2005**).

Les lactobacilles sont parmi les probiotiques les plus utilisés chez l'humain avec plus d'applications connues notamment la fabrication des produits laitiers fermentés tel que le yaourt (**Klaenhammer, 1998**). Parmi les souches commerciales les plus utilisées, on retrouve les souches de *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. paracasei* et de *L. johnsonii* (**Holzappel and Schillinger, 2002**). La deuxième catégorie est composée des espèces de *Bifidobacterium*. Ce sont des bacilles à Gram-positif, anaérobies strictes, immobiles et forment le groupe bactérien prédominant de la flore intestinale humaine (**Mitsuoka, 1990**).

Les bifidobactéries sont majoritairement utilisées comme probiotiques surtout par l'industrie agroalimentaire en raison de leurs nombreux bienfaits sur la santé. C'est le cas de la souche commerciale *B. animalis ssp. LactisBb12* (**Kabeerdoss et al., 2011**).

Le troisième groupe de probiotiques comprend d'autres bactéries lactiques en forme de coques telles que les *Enterococcus* et les *Streptococcus*. Quant au quatrième groupe, il est constitué de micro-organismes non-lactiques notamment les bactéries sporulées (*Bacillus cereus*), les bactéries appartenant à l'espèce *Propionibacterium freudenreichii* ainsi que certaines levures de type *Saccharomyces* principalement utilisées par l'industrie agroalimentaire.

**Tableau 1** : Liste des microorganismes considérés comme des probiotiques  
(Holzapfel et al., 2001).

***Lactobacillus***

<i>L.paracasei</i>	<i>L.plantarum</i>	<i>L.reuteri</i>	<i>L.rhamnosus</i>	<i>L.gasseri</i>	<i>L.johnsonii</i>
<i>L.acidophilus</i>	<i>L.amylovirus</i>	<i>L.casei</i>	<i>L.cellobius</i>	<i>L.crispatus</i>	<i>L.curvatus</i>
<i>L.delbrueckii</i>	<i>L.farciminis</i>	<i>L.fermentum</i>	<i>L.gallinarum</i>		

***Bifidobacterium***

<i>B. adolescentis</i>	<i>B. animalis</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>B. breve</i>
<i>B. infantis</i>	<i>B. lactis</i>	<i>B. longum</i>	<i>B. thermophilum</i>

**Autres bactéries lactiques**

<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Lactococcus lactis</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	<i>Pediococcus acidilactici</i>
<i>Sporolactobacillus inulinus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Streptococcus diacetylactis</i>	<i>Streptococcus diacetylactis</i>	<i>Streptococcus intermedius</i>

**Bactéries non lactiques**

<i>Bacillus spp</i>	<i>Escherichia coli nissle</i>	<i>Propionibacterium freudenreichii</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Saccharomyces boulardii</i>
---------------------	--------------------------------	---	---------------------------------	--------------------------------

**4. Rôles probiotiques des BAL :**

De nombreuses études rapportées, depuis une quinzaine d'années, montrent que les bactéries sont de plus utilisées sous forme de probiotiques qui sont des préparations contenant des microorganismes et leur métabolites, utilisés comme additifs alimentaires et qui affectent de façon bénéfique l'organisme de l'hôte.

Ces bactéries présentent des propriétés prophylactiques et thérapeutiques par exemple leur activité anticholestérolémiante, leur action anticarcinogène, leur potentiel vaccinal et l'effet protecteur des tractus digestif (Chemlal,2012).

Les probiotiques ont pour but d'aider la flore microbienne naturelle intestinale et par conséquent, leur plus grande évidence, sur la santé humaine, concerne leur rôle sur

l'intestin par l'inhibition des germes pathogènes et prévention et/ou le traitement des diarrhées infectieuses (Bahri, 2014).

### 5. Propriétés et 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).

Selon Guarner, L'adhérence aux cellules épithéliales de l'intestin est souvent citée comme un critère de sélection. Le **tableau 2** rapporte les critères les plus utilisés pour la sélection des probiotiques.

**Tableau 2 : Critères de sélection des probiotiques (Nousiainen et al., 2004)**

<b>Critères</b>	<b>But cherché</b>
Résistance à l'acidité gastrique	Survie pendant le passage par l'estomac et duodénum
Résistance aux sels biliaires	Survie pendant le passage par l'intestin grêle
Production d'acide (à partir de glucose et lactose)	Production (de barrière acide) efficace dans l'intestin
Adhésion au mucus et /ou aux cellules épithéliales humaines	Colonisation efficace, réduction des sites d'adhésion des pathogènes à la surface
Production de substance antimicrobienne	Inhibition du développement des germes pathogènes
Résistance à la chaleur	Survie pendant le processus de transformation
Bonnes propriétés technologiques	Stabilité, croissance sur une large échelle, survie dans le produit,

## 6. Les probiotiques et leurs effets bénéfiques sur la santé :

Plusieurs études ont démontré les multiples effets bénéfiques des probiotiques, en effet, les probiotiques interviennent dans la prévention et le traitement de plusieurs diarrhées, notamment la diarrhée du voyageur et la diarrhée associée à la prise d'antibiotiques (Beausoleil et al., 2007 ; McFarland, 2007).

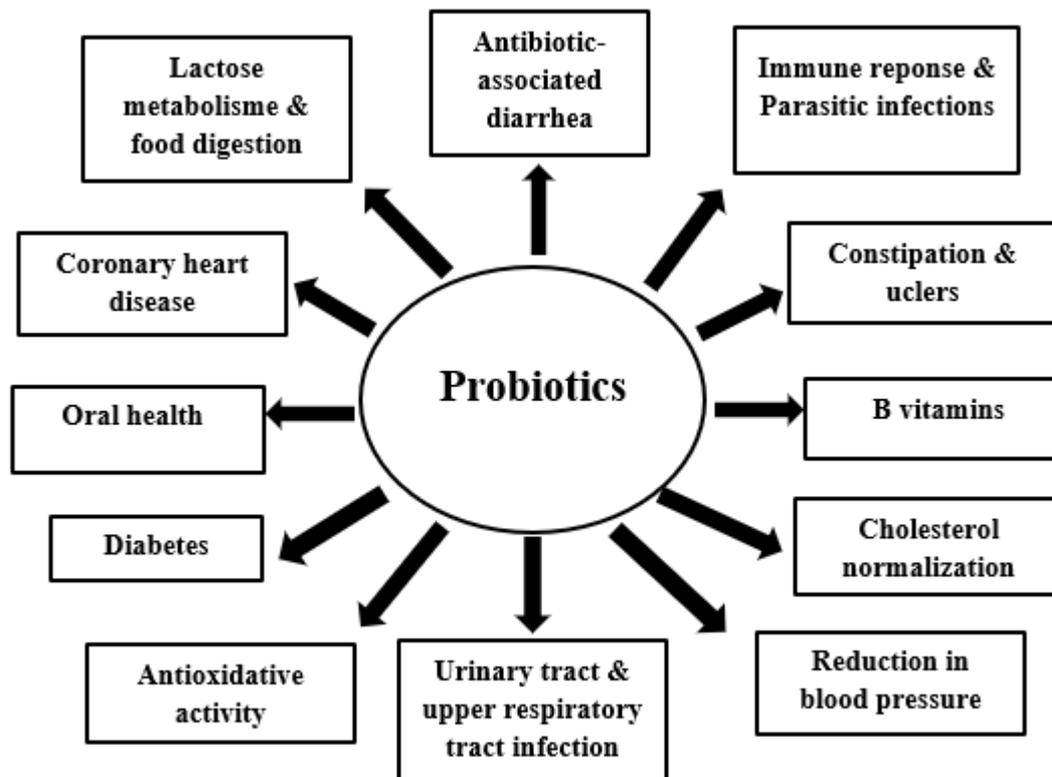
Selon Salminen, les probiotiques sont aussi impliqués dans la réduction et le traitement de certaines infections gastro-intestinales. Ils contribuent également à la modulation du système immunitaire et au renforcement de la muqueuse intestinale (Tableau 3, Figure 3) (Matsuzaki and Chin 2000).

**Tableau 3 :** Les principaux effets bénéfiques attribués aux probiotiques (Salminen et al., 2004 ; Patterson, 2008).

Effets intestinaux	Effets sur le système Immunitaire	Autres effets
<p><b>Contrôle des troubles suivants :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mauvaise digestion du lactose.</li> <li>2. Diarrhée due aux rotavirus et Diarrhée-associée aux antibiotiques. Syndrome du côlon irritable.</li> <li>3. Constipation.</li> <li>4. Infection par <i>Helicobacter pylori</i>.</li> <li>5. Prolifération bactérienne dans l'intestin grêle.</li> <li>6. Maladies inflammatoires chroniques de l'intestin</li> </ol> <p>Prévention de l'entérocolite Nécessaire du nouveau-né.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modulation immunitaire.</li> <li>2. Répression des réactions allergiques par réduction de l'inflammation.</li> <li>3. Réduction des risques d'infection par des agents pathogènes courants (<i>Salmonella</i>, <i>Shigella</i>).</li> </ol>	<p><b>Réduction du risque de :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Certains cancers (colorectal, vessie, col utérin, sein).</li> <li>2. Coronaropathie.</li> <li>3. Maladie des voies urinaires.</li> <li>4. Infection des voies respiratoires supérieures et infections connexes.</li> <li>5. Réduction du cholestérol sérique et de la pression artérielle.</li> </ol>

- Les probiotiques améliorent aussi la digestion des aliments et jouent un rôle dans la réduction des symptômes de l'intolérance au lactose (Nagpalet al., 2007).

- Les probiotiques possèdent aussi une action antimicrobienne grâce à la production des bactériocines (Klaenhammer, 1988).
- Certains probiotiques ont démontré leur capacité à prévenir certaines maladies chroniques telles que la maladie de Crohn, l'obésité et le diabète (Schultz et al., 2004 ; Yadav et al., 2007).
- D'autres travaux laissent présager qu'ils pourraient également jouer un rôle important dans la prévention du cancer du côlon (Wollowski et al., 2001).



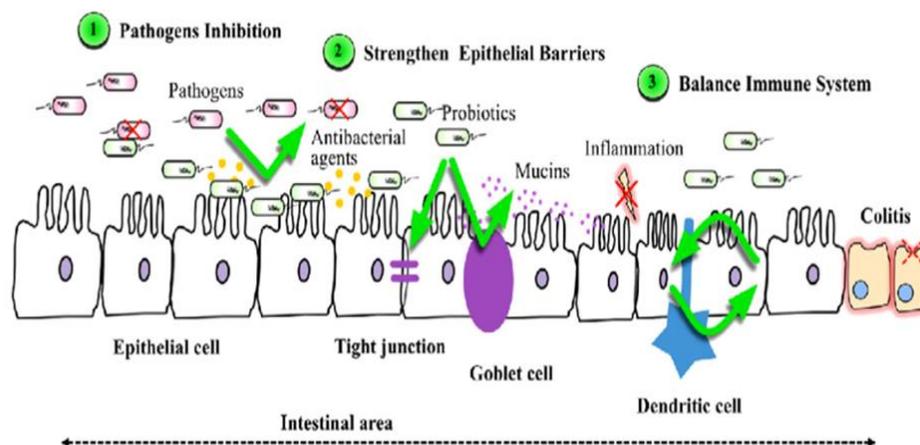
**Figure 3** : Schéma des principaux bienfaits des probiotiques (Nagpal et al., 2012).

## 7. Mécanismes d'action des probiotiques :

Il existe différents mécanismes d'action par lesquels les probiotiques exercent un antagonisme vis-à-vis plusieurs microorganismes (Yan et Polk, 2009).

Parmi ces mécanismes (Figure 4) :

- Inhibition de la croissance des pathogènes.
- Amélioration de la fonction barrière.
- Modulation du système immunitaire (Monteagudo-Mera et al., 2019).



**Figure 4 : Mécanismes d'action des probiotiques (Kim et al., 2016).**

- (1) Les probiotiques inhibent les pathogènes en se faisant concurrence pour la nutrition et le site de liaison, ou en sécrètent des agents antibactériens.
- (2) Les probiotiques améliorent la jonction serrée et favorisent la sécrétion de mucines.
- (3) Les probiotiques contribuent à l'homéostasie intestinale par un effet d'immunomodulation.

### **7.1. Inhibition de la croissance des microorganismes**

#### **pathogènes :**

Les probiotiques exercent des effets antagonistes directs par la production de substances antimicrobiennes, notamment les bactériocines, l'acide, le peroxyde d'hydrogène, et les défensines (Yan et Polk, 2009), ou des effets indirects, par la création d'un environnement défavorable à l'implantation et à la prolifération des bactéries pathogènes spécifiques par modification du pH intestinal.

Les probiotiques conduisent à la formation d'acide gras à chaînes courtes, les acides organiques (acide lactique, acétique, propionique, acide succinique, etc.), qui acidifient le milieu intestinal empêchant ainsi la croissance des microorganismes acido-sensibles (Faure et al., 2013). L'inhibition de la croissance des pathogènes peut également s'effectuer par un processus de restriction des nutriments. Les probiotiques entrent en compétition avec les pathogènes vis-à-vis des nutriments disponibles dans le milieu (Coudeyras et Forestier, 2010).

### **7.2. Amélioration de la fonction barrière :**

Les probiotiques renforcent l'effet barrière anti pathogènes, ils s'opposent à l'implantation des micro-organismes pathogènes dans le tube digestif par compétition sur

les sites d'adhésion grâce à leur potentiel d'adhésion à la muqueuse intestinale (**Faure et al., 2013**).

Certains probiotiques participent à l'effet barrière des muqueuses et l'exclusion des agents pathogènes en stimulant la production des mucines et des peptides antimicrobiens mais aussi en améliorant l'intégrité de l'épithélium, notamment la formation des jonctions serrées (**Coudeyras et Forestier, 2010**).

### **7.3. Modulation du système immunitaire :**

Les bactéries probiotiques peuvent exercer un effet immunomodulateur. Il a été découvert que ces bactéries contribuent à l'homéostasie intestinale par une interaction avec le système immunitaire inné ou adaptatif (**Kim et al., 2016**). Ils ont la capacité d'interagir avec les cellules épithéliales et dendritiques, monocytes, macrophages et lymphocytes. La réponse immunitaire adaptative dépend des lymphocytes B et T, qui sont spécifiques d'antigènes particuliers.

En revanche, le système immunitaire inné répond à des structures communes appelées motifs moléculaires associés aux pathogènes (PAMP) partagés par la grande majorité des agents pathogènes. La réponse principale aux agents pathogènes est déclenchée par les récepteurs de reconnaissance de motifs les (PPR), qui se lient aux PAMP.

Les PPR les mieux étudiés sont des récepteurs de type péage (TLR). En outre, les récepteurs de lectine extracellulaires de type C (CLR) et les récepteurs de type protéine (NOD) de type domaine d'oligomérisation de liaison nucléotidique intracellulaire (NLR) sont connus pour transmettre des signaux lors de l'interaction avec des bactéries (**Bermudez et al., 2012**).

### **8. Applications des Probiotiques :**

Les différents produits commercialisés en tant que probiotiques humains ou animaux sont constitués soit d'un seul microorganisme (produits dits mono-souches) ou d'une association de plusieurs espèces (produits dits pluri-souches). De nos jours, les produits probiotiques sont commercialisés sous trois formes (**Patterson, 2008**) :

- Un concentré de culture ajouté à des aliments et boissons à base de produits laitiers, de fruits et de céréales.
- Un ingrédient ajouté à un aliment à base de lait ou de soja et auquel on permet d'atteindre une concentration élevée par fermentation.
- Des cellules séchées, concentrées, en poudre, en capsule ou en comprimés.

- ✓ Les probiotiques sont généralement associés aux produits laitiers de culture.
- ✓ La gamme de produits probiotiques comprend maintenant des fromages, des crèmes glacées et des yogourts glacés de même que des aliments et boissons non laitiers (**Patterson, 2008**).

### III. LES INFECTIONS URINAIRES

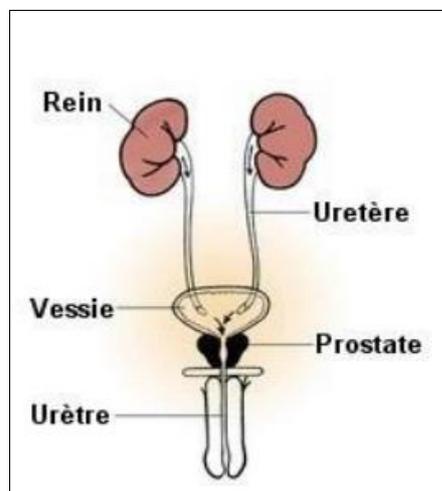
#### A. L'appareil urinaire :

##### 1. Définition :

L'appareil urinaire est l'un des appareils excréteurs de l'organisme (**Figure 5**). Il a pour fonction d'assurer l'épuration du sang : il extrait en effet du sang circulant, les déchets qui résultent du métabolisme et assure leur rejet à l'extérieur sous forme d'urine. Par son action d'élimination sélective, il concourt de plus au maintien de la constance du milieu intérieur. Il se forme et commence à fonctionner avant la naissance (**Lepot, 2011**).

##### 2. Composition :

- Deux reins, qui fabriquent l'urine ;
- Deux uretères, qui acheminent des reins jusqu'à la vessie ;
- La vessie, qui collecte l'urine en attendant son excrétion ;
- L'urètre, par lequel l'urine est vers l'extérieur (**Hakkache, 2015**).



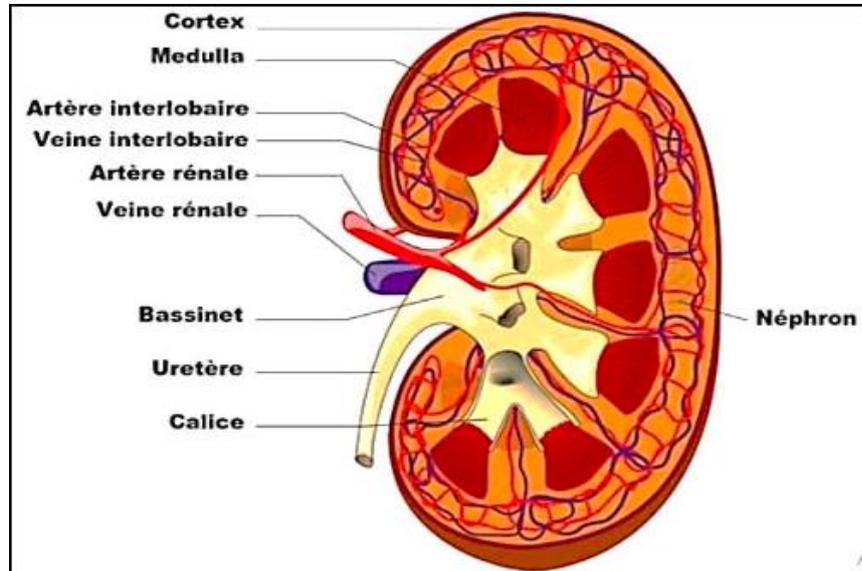
**Figure 5** : Anatomie de l'appareil urinaire

##### 2.1. L'appareil urinaire haut :

###### • Les reins :

Les reins sont deux organes en forme d'haricots. Ils sont situés à l'arrière de l'abdomen, près de la colonne vertébrale. Les résidus de filtration et l'excès d'eau forment l'urine. Ils assurent la filtration du sang et le maintien de l'homéostasie (ou équilibre

acido-basique et équilibre des concentrations des différents électrolytes) (**Laforet, 2009**). Leur poids est de 140g, mesurent 12cm de long, 6cm de large et 3cm d'épaisseur. Leur coloration est rouge, leur consistance est ferme avec une surface lisse et régulière (**Laville et Martin, 2007**).



**Figure 6 : Anatomie du rein chez l'humain (Jaworski, 2006).**

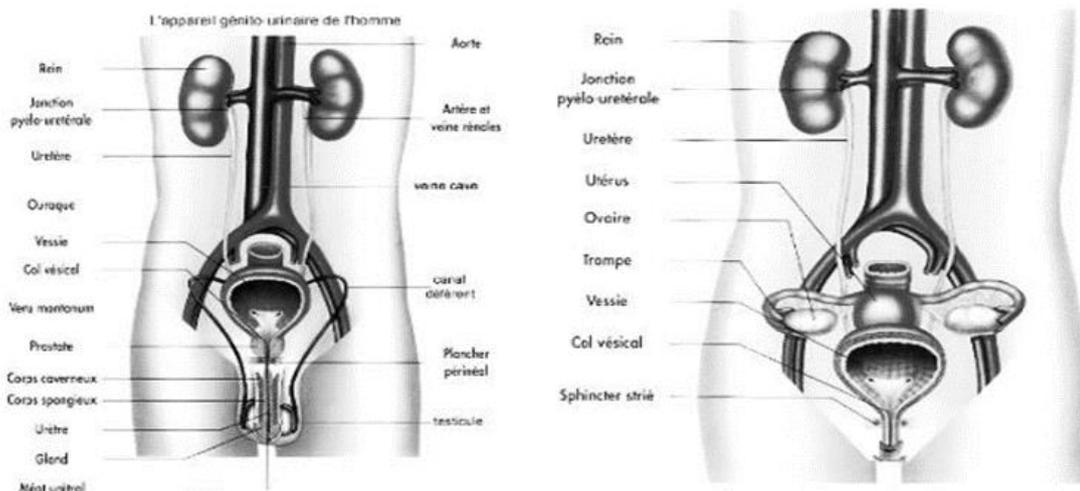
- **Les uretères :**

Ce sont deux canaux collectant l'urine au niveau des reins pour l'acheminer jusqu'à la vessie. Ils mesurent un peu moins de trente centimètres de long chez l'adulte (**Laforet, 2009**).

## **2.2. L'appareil urinaire inférieur :**

- **L'urètre :**

L'urètre est un canal qui permet l'expulsion de l'urine vers la vessie puis vers l'extérieur du corps humain ; sa position et sa longueur sont différentes chez les deux sexes, il est très court chez la femme contrairement à l'homme où il joue une double fonction : l'extraction des spermatozoïdes et l'urine à la fois (**Lansier et al. 2002 ; Lamarre, 2015**).



**Figure 7 :** Description anatomique de l'appareil génito-urinaire chez l'humain. A gauche chez l'homme et à droite chez la femme (Hawa, 2006)

- **La vessie :**

La vessie située sous le péritoine, en arrière de la symphyse pubienne (en avant de l'utérus chez la femme et du rectum chez l'homme), est un organe musculaire creux sphéroïde où s'accumule l'urine entre les mictions. Le col de la vessie, sa partie la plus basse, s'ouvre dans l'urètre (Smeltzer et Bare, 2006).

### **3. L'urine :**

#### **3.1. Définition :**

L'urine est un liquide formé dans les reins par les néphrons, qui assurent une filtration du plasma au niveau des glomérules (Harlay, 1997). C'est un liquide jaune et clair, transparent, sécrété par les reins et éliminé par les voies urinaires, qui constitue le principal véhicule d'élimination des déchets de l'organisme (Domart et Bourneuf, 1989).

#### **B. Infection urinaire :**

##### **1. Dans l'Algérie :**

Les infections urinaires occupent le 1<sup>er</sup> rang des infections bactériennes nosocomiales (Vuke, 2014). Les IU posent un problème majeur de santé publique du fait de leur fréquence très élevée. Elles sont dues à des bactéries d'origine digestive et sont généralement monobactériennes. Il s'agit dans la majorité des cas (90%) d'Entérobactéries. Ces infections surviennent plus fréquemment chez la Femme. Selon des données épidémiologiques, 40 à 50 % des femmes ont eu au moins une infection urinaire dans leur vie. Cette fréquence augmente avec l'âge (Aries et al., 2014). Chez la

population pédiatrique, les garçons à partir de 3 ans ont moins de risque d'IU, et ce risque semble se réduire après la circoncision (**Daniel et al., 2003**).

## **2. Dans le monde :**

Selon **Schappert et Rechtsteiner** ; Aux États-Unis, environ 8 millions de consultations annuelles concernent les IU. Chez les femmes, avec 10% des femmes entre 18 et 75 ans consultant pour une IU chaque année et 50% ayant un épisode de cystite aiguë avant 32 ans (**Fihn, 2003 ; Hooton, 2012**) ; chez les hommes, les IU représentent 20% des cas, surtout après 50 ans, souvent liées aux pathologies prostatiques. (**Griebing, 2005**).

## **3. Épidémiologie et physiopathologie :**

### **3.1. Définition :**

L'infection urinaire est définie comme une colonisation d'un agent infectieux dans les voies urinaires et non l'urine, on estime la présence d'une infection urinaire, quand l'urine qui est normalement stérile contient plus de  $10^5$  UFC/ml de germes, accompagnées par des symptômes qui sont variables, mais le plus connu, le besoin trop fréquent d'uriner, l'impériosité de ce besoin, des douleurs dans la vessie, douleurs lombaires ; sensation des brûlures en urinant, fièvre de plus de 38°C (**François et al. 2013 ; Pauline, 2018**).

✓ On y distingue deux types :

#### **3.1.1. Infection urinaire communautaire (Endogène) :**

Infection urinaire d'origine communautaire, dite endogène lorsqu'elle est acquise hors de l'hôpital c'est-à-dire une infection non nosocomiale (**Delaeare, 2000**). Elle est provoquée par la propre flore du malade à partir des germes cutanés (staphylocoques à coagulase négative, corynébactéries), ou muqueuses du périnée, de la peau de l'abdomen ou digestifs d'origine intestinale (entérobactéries, streptocoques, anaérobies) (**Lentilhac, 2002 ; Botto, 2003**).

#### **3.1.2. Infection urinaire hospitalière (Exogène) :**

Infection urinaire d'origine clinique (hospitalière) est dite nosocomiale, provoquée par un germe provenant d'un autre patient hospitalisé, lorsqu'elle est acquise dans une structure de soins ou d'une manière plus générale liée à la prise en charge du patient, de manière directe ou indirecte par l'intermédiaire de matériel ou de l'environnement soignant (**Girard et al., 2009**).

### **3.2. Facteurs de risques des IU :**

Différents facteurs favorisant l'infection urinaire ont été identifiés (**Foxman et al., 2000 ; Foxman, 2002**) :

- Activité sexuelle
- Utilisation de spermicides
- Troubles du comportement mictionnel (mictions rares, retenues, incomplètes)
- Diabète déséquilibré et/ou compliqué (neuropathie vésicale).

### **3.3. Types d'infection urinaire :**

#### **a. Les infections urinaires basses :**

- **La Cystite :**

La cystite est de loin la forme d'infection urinaire la plus courante. La cystite est une infection localisée à la vessie, le plus souvent d'origine bactérienne, bénigne, toujours l'infection se fait par voie ascendante. Souvent elle est due à une infection par *Escherichia coli* présente dans l'intestin. Plus rarement, peut être due au champignon *Candida albicans* (candidose) (**Mohammedi, 2013**).

Les symptômes sont : des urines troubles (purée de pois), parfois hématurie (terminale), absence de fièvre et de douleurs lombaires, des brûlures et douleurs à la miction, une pollakiurie (augmentation de la fréquence des mictions) et une miction impérieuse (**Barouni, 2017**).

- **L'Urétrite :**

L'urétrite touche uniquement l'urètre. Il s'agit d'une infection sexuellement transmissible (IST) courante chez les hommes, mais les femmes peuvent aussi en souffrir.

Différents agents infectieux peuvent causer l'urétrite. Les plus communs sont la chlamydia et le gonocoque. Les symptômes sont : une dysurie avec brûlures mictionnelles, un écoulement urétral et parfois une hématurie typiquement initiale (**Guyalbert, 2008**).

- **La prostatite :**

Infection chronique ou récidivante de la prostate par des agents bactériens (**Delavierre, 2007**). Une bactériurie significative ne peut être mise en évidence que chez quelque 5% des patients ayant une symptomatologie. Les signes évocateurs sont les mêmes que ceux d'une cystite chez la femme à la différence qu'elle est fébrile chez l'homme. C'est la cause la plus fréquente d'infections urinaires à répétition chez l'homme

(Bruyère et al., 2008 ; Emonet et al., 2011). Elle débute chez l'adulte jeune par une fièvre élevée, intense, avec frisson, des myalgies et des arthralgies associées à des signes d'infection urinaire tels que la brûlure mictionnelle (Daniel et al., 2003).

#### **b. Les infections urinaires hautes :**

- **La pyélonéphrite :**

Elle se définit par une inflammation aiguë calicelle, pyélo-urétrale et parenchymateuse rénale d'origine bactérienne. Cette infection atteint donc non seulement la voie excrétrice et les cavités intra-rénales, mais également le parenchyme rénal voisin (Debre et al. 1992).

Les symptômes sont : une fièvre et frissons, des douleurs lombo-abdominale et une pyurie avec urines troubles (Guyalbert, 2008)

#### **4. Caractéristiques des Uropathogènes :**

- ***Escherichia coli* :**

*Escherichia coli* fait partie de la famille des *Enterobacteriaceae*. Gram négatifs, anaérobies facultatifs, non sporulés, oxydase négative. Il s'agit de courts bâtonnets mobiles au moyen de flagelles. Bactérie généralement commensale de la microflore bactérienne normale du tube digestif de l'homme. *Escherichia coli* peut également être à l'origine de pathologies extra-intestinales (méningites, infections urinaires) ou intestinales (Zergoug, 2017).

- ***Enterococcus faecalis* :**

Ce sont des Cocci à Gram positif, sphériques ou ovoïdes, catalase (-) et oxydase (-). La présence d'un acide téichoïque de paroi porteuse de l'antigène D les rapproche plus particulièrement des Streptocoques du groupe D, de même que leur présence dans l'intestin de l'homme et de certains animaux (Compus de Microbiologie Médicale).

Les deux espèces les plus fréquemment isolées sont *E. faecalis* et *E. faecium*. Elles font partie de la flore normale du tractus gastro-intestinal, des voies génitales féminines et dans une moindre mesure de la cavité orale. Néanmoins, ce sont des pathogènes opportunistes et sont responsables d'infections urinaires (Benabdelkrim et al, 2017).

- ***Proteus spp* :**

Selon Avril., 1988, les espèces du genre *Proteus spp*, appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*, sont des bacilles Gram négatif fins (0,5µ) et protéiformes (d'où leur nom). Bactéries saprophytes du tube digestif (5% de la flore aérobie), *Proteus spp* sont extrêmement mobiles.

Chez l'homme, les infections les plus fréquentes par ces bactéries concernent l'appareil urinaire, il s'agit de la souche la plus souvent isolée dans les infections urinaires, après *Escherichia coli* (Madec., 1990)

- ***Klebsiella spp* :**

*Klebsiella* Gram négative, ce sont des bactéries immobiles en diplobacilles généralement capsulées, très abondantes dans la nature, commensales de l'homme et responsables d'infections opportunistes hospitalières. Parmi les espèces couramment rencontrées, *Klebsiella pneumoniae* qui est un agent de pneumopathies aiguës, représente une cause fréquente d'infections urinaires nosocomiales (Madigan et Martinko, 2007).

Les infections associées à *Klebsiella spp* sont, plus fréquemment, urinaires mais touchent aussi les voies respiratoires supérieures, les voies biliaires et les plaies chirurgicales (Harrison, 2002). La production de la capsule fait aussi obstacle aux défenses de l'hôte en perturbant la phagocytose (Perry et al., 2004).

- ***Staphylococcus spp* :**

*Staphylococcus spp*, coques à Gram positif, présente des cellules immobiles sphériques de 0,5 à 2,5 µm de diamètre, isolées par paires ou en amas.

Les infections urinaires à staphylocoques sont la plupart du temps dues à l'espèce *S. saprophyticus*. Cette bactérie est un pathogène opportuniste important qui entraîne des infections des voies urinaires (cystite, pyurie ou pyélonéphrite), en particulier chez les jeunes femmes sexuellement actives. *S. saprophyticus* est considéré comme la deuxième cause d'infections des voies urinaires chez ces patientes (Jidar, 2007).

- ***Candida albicans* :**

Les levures représentent une infection réelle des voies urinaires. On distingue *Candida albicans*, parmi les dizaines d'espèces qui sont pathogènes pour l'homme, le pathogène de loin le plus fréquemment isolé (Feigin et Cherry, 2004).

Les espèces du genre *Candida* sont des commensaux naturels du tube digestif, de la peau et de l'appareil génital chez la femme. La cystite à candida se développe par voie ascendante (Querin et Valiquette, 2000).

- ***Pseudomonas aeruginosa* :**

*Pseudomonas* est considéré comme bactérie nosocomiale possédant un pouvoir pathogène étendu, responsable de nombreuses infections : pneumonie, gastroentérites infantiles et infection urinaire (Hamraras et al. 2015 ; Benabdelkrim et al. 2017).

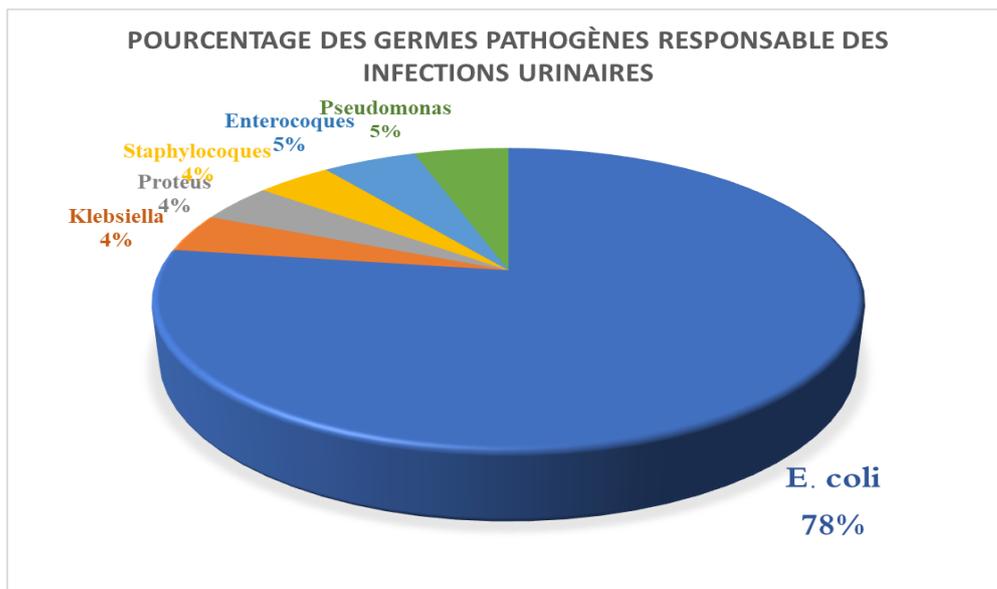
Ce bacille à Gram négatif est opportuniste, mobile, aérobic strict, possède une oxydase et ne fermente pas le glucose, ce qui le différencie des Entérobactéries (Achille, 2006).

L'espèce la plus fréquemment isolée en milieu hospitalier est *Pseudomonas aeruginosa* ou bacille pyocyanique. Elle est responsable des infections urinaires iatrogènes, résultant d'une contamination par manœuvres instrumentales endo-urinaires (sonde à demeure, urétrocystoscopie) (Toutou, 2006 ; Bezziche et al. 2018)

- ***Citrobacter spp* :**

Ce sont des bactéries commensales du tube digestif de l'homme, elles sont retrouvées surtout chez les sujets immunodéprimés (les sujets âgées, transplantés rénaux et les diabétiques) et sont principalement isolées d'urine (Kouta, 2009).

Les espèces de *Citrobacter* sont des agents étiologiques responsables de bactériémie, méningite, diarrhée, abcès cérébral, et ont un rôle essentiel dans les infections urinaires (Gill et al. 1999).



**Figure 8 :** Pourcentage des germes pathogènes responsables des Infections Urinaires selon l'Agence française des infection urinaires, 2008.

## 5. Mécanisme de défense :

La place des défenses de l'appareil urinaire a été démontrée récemment. Son importance reste cependant moindre que pour d'autres organes comme les appareils digestifs ou respiratoires, mais les agressions sont toutefois fréquentes et moins intenses (Duhamel, 2013).

- L'urètre ; est le premier obstacle à l'invasion bactérienne. Initialement, elle entrave la colonisation. Sa longueur joue un rôle important contre l'ascension des bactéries provenant de la flore périnéale (Hopkins et al., 1998 ; Hickling et al., 2015).
- Chaque miction permet l'élimination d'éventuelles bactéries présentes dans la vessie. (Duhamel, 2013).
- Le volume de flux urinaire, la vidange régulière et complète de la vessie 2 à 4 fois par jour est un moyen d'expulsion de germes (Lobel et al., 2007).
- La flore vaginale est essentiellement riche en lactobacilles produisant de l'acide lactique. Cette acidité empêche la croissance des bactéries uropathogènes et leur colonisation de l'arbre urinaire (Hickling et al., 2015).

## 6. Processus d'adhésion des uropathogènes - bactéries lactiques :

Selon Velraeds Parmi les étapes primordiales lors de la colonisation de l'hôte par les uropathogènes notamment au sein de l'écosystème urogénital, est leur adhésion aux tissus épithéliaux. Les bactéries lactiques probiotiques présentent un réel intérêt, et ce grâce à leurs propriétés pouvant ainsi réduire l'adhésion des microorganismes aux muqueuses intestinales et vaginales, en agissant sur les muqueuses les stimulant ainsi à la production de mucus, en entrant en compétition pour les sites d'adhésion des pathogènes ou bien par action direct sur le pathogène lui-même en bloquant son interaction avec l'épithélium, notamment par leur capacité d'auto- et de Co-agrégation

Il est par ailleurs prouvé que les espèces de *Lactobacillus* comme *L. acidophilus* peuvent inhiber l'adhésion des souches de *Escherichia coli* uropathogènes à diverses surfaces.

Mc Millan et al. 2011 a pu montrer l'aptitude d'une souche de *L. rhamnosus*, à déplacer un biofilm d'*Escherichia coli* uropathogènes.

## 7. Effet antibactérien des bactéries lactiques vis-à-vis des Uropathogènes :

Différents agents antimicrobiens ayant la capacité d'inhiber le développement des bactéries pathogènes sont produits par les bactéries lactiques. Cependant, lorsqu'ils

atteignent une certaine concentration, ces composés peuvent interrompre la croissance des souches productrices (auto inhibition). Ces interactions négatives faisant intervenir la production de substances inhibitrices, s'agiraient d'amensalisme (**Gilliland, 1985**). Ces métabolites, tels que le dioxyde de carbone, les acides organiques, le peroxyde d'hydrogène ou encore les bactériocines participent à ce phénomène (**Caplice et Fitzgerald, 1999 ; Van de Guchte et al, 2001 ; Siewerts et al, 2008**).

- **Les substances antibactériennes :**

- **Acides organiques :**

L'effet antagoniste des acides organiques résulte de l'action de leur forme non dissociée. En effet, la forme non dissociée de l'acide peut traverser passivement la membrane et acidifier le cytoplasme par libération du proton, ce qui affecte le métabolisme cellulaire en inhibant certaines fonctions (**Klaenhammer, 1993 ; Janssen et al, 2007**). En plus de l'effet du pH, l'acide non dissocié fait chuter le gradient électronique de proton, entraînant la bactériolyse et finalement la mort des bactéries sensibles (**Eklund, 1989**).

- **Peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) :**

L'effet antimicrobien de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> peut résulter de l'oxydation de groupes sulfhydryle provoquant la dénaturation d'un certain nombre d'enzymes, et de la peroxydation des lipides membranaires qui augmentent la perméabilité de la membrane. Le H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> peut être aussi un précurseur pour la production des radicaux libres bactéricides tels que les superoxydes (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) et les radicaux hydroxyles (OH<sup>-</sup>) qui peuvent endommager l'ADN (**Ammor et al., 2006**).

- **Diacétyle (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>) :**

Le diacétyle est un composant d'arôme, produit par des souches lactiques qui fermentent le citrate. Ce composant inhibe la croissance des bactéries Gram négatives en réagissant avec l'utilisation d'arginine. **Jay (1982)** a montré que les bactéries Gram négatives étaient plus sensibles au diacétyle que les bactéries Gram positives. Cette molécule est caractérisée par une large activité antimicrobienne à des concentrations allant de 200 à 1 000 µg/ml (**Lanciotti et al., 2003**), et à 344 µg/ml inhibe les souches de *Listeria*, *Salmonella*, *Yersinia*, *Escherichia coli* et *Aeromonas* (**Ammor et al, 2006**).

- **Dioxyde de carbone :**

Le dioxyde de carbone a un double effet antimicrobien. Sa formation crée un milieu anaérobie et le dioxyde de carbone lui-même à une activité antimicrobienne. Le mécanisme de cette activité est inconnu, mais il a été suggéré que les décarboxylations enzymatiques sont inhibées et que l'accumulation de dioxyde de carbone dans la bicouche lipidique provoque un dysfonctionnement de la perméabilité membranaire.

Lors de faible concentration du dioxyde de carbone, la croissance de certains organismes peut être stimulée, tandis que des concentrations plus élevées peuvent empêcher la croissance. En raison de son activité antimicrobienne, le dioxyde de carbone est maintenant couramment utilisé comme principal composant des emballages sous atmosphère modifiée. Les bactéries Gram-négatives sont plus sensibles au dioxyde de carbone que les bactéries Gram-positives (**Ouehand et Vesterlund, 2004 ; Zalan et al, 2010**).

- **Les bactériocines :**

Selon **Mami et al., (2008)** ont affirmé qu'il existe certaines bactériocines qui ont un effet contre les bactéries à Gram négatif. Dès leur synthèse, elles sont sécrétées dans le milieu extracellulaire, transportées par un système de transfert (**Gálvez et al., 2007**).

Généralement ces substances sont produites par des bactéries à Gram positif, elles sont caractérisées par un faible poids moléculaire mais également on observe quelques bactéries à Gram négatives qui ont la capacité d'avoir une activité bactériocinique (**Chatterjee et al., 2005**).

Ces moyens de défense inhibiteurs peuvent être à la fois bénéfiques et nuisibles vis-à-vis de la santé de l'hôte ; néanmoins ils contribuent fortement au maintien de l'équilibre de la flore intestinale. (**Klaenhammer, 1993**). L'hôte est affecté positivement, et ce en améliorant la balance de cette flore intestinale par le biais des bactéries lactiques (**Fuller et al., 1989**).

Cependant, ces derniers permettent également la création des conditions défavorables pour le développement des flores pathogènes (**Mauntzairis et al., 2007**).

De nombreuses souches de lactobacilles présentent un effet protecteur pour l'organisme hôte contre une variété des entéropathogènes incluant *Salmonella* (**Gill et al., 2001**), *C. difficile* (**Billes et al., 1995**), et *E. coli* (**de Waard et al., 2002**)

## *Chapitre II*

# *Partie Expérimentale*

## **I. OBJECTIF ET PERIODE DE STAGE :**

Le but de notre étude est d'évaluer le profil de l'effet des probiotiques vis-à-vis des agents pathogènes responsables des infections urinaires au niveau de Laboratoire de Microbiologie n°1 de l'université Abdelhamid Ibn Badis (ITA) de MOSTAGANEM, réaliser dans une période de 3 mois allant de Mars à Mai 2024.

## **II. MATERIELS ET METHODES**

### **A. Bactéries lactiques :**

#### **1. Prélèvement des échantillons :**

Les échantillons de lait cru ont été prélevés aseptiquement à partir du lait de chèvre provenant de fermes de la région de Mostaganem (Ouled Hammou) ; amenés le jour même au laboratoire et lait de chamelle de la région de Laghouat ; amenés le lendemain dans des flacons en verre de 250 ml stériles conservés dans une glacière. Les échantillons ont été soigneusement étiquetés (Lieu et date de prélèvement).

L'enrichissement est réalisé en incubant les échantillons à 37°C pendant 24h-48h.

Pour ce qui est bifidobactéries, l'échantillonnage a été effectué à partir de yaourt « Acti+ » et incubé à 37°C pour la revivification pendant 24h.

#### **2. Isolement et purification des souches :**

L'isolement des bactéries lactiques est réalisé après une période d'incubation à 37°C, jusqu'à obtention de la coagulation.

##### **2.1. Préparation des milieux de cultures :**

Afin d'isoler les bactéries lactiques, différents milieux de cultures sélectifs ont été utilisés :

- Le milieu MRS (**Man, Rogosa et Sharpe**) avec un pH= 6.4 + 0.2 ayant été utilisé pour l'isolement des Lactobacilles (**De man et al., 1960**).
- Le milieu MRS cystéiné c.à.d. milieu MRS additionné de 0.05% cystéine chloridrique avec un pH = 6.4 + 0.2 ayant été utilisé pour l'isolement des bifidobactéries (**Scardovi, 1986, Hadadji et al., 2005**).

## **2.2. Préparation des dilutions décimales :**

1 ml d'échantillon de lait est pesé aseptiquement dans 9ml d'eau physiologique (NaCl à raison de 0.9%), des dilutions décimales sont réalisées ( $10^{-1}$  jusqu'à  $10^{-9}$ ) et homogénéisées.

1 ml de chaque dilution est ensemencé en masse et en surface pour assurer la croissance d'autres germes sur milieu de culture spécifiques MRS.

L'incubation des boîtes de pétri est faite à 30°C en anaérobiose pour les Lactobacilles et à 37°C en aérobiose pour les Lactocoques, pendant 24-48 heures. (**NORME NF ISO 7218, 2007**).

Pour ce qui est de l'isolement des bifidobactéries, un gramme de l'échantillon de Yaourt « Acti+ » a été additionné à 9 ml d'eau physiologique, homogénéisé et centrifugé à (4000 rpm/15 min). Le culot obtenu a été ensemencé en surface et en profondeur de milieu de culture MRSc.

Incubées dans une jarre d'anaérobiose avec une bougie à une température de 37°C pendant 72h. (**Beerns, 1990 ; Frank et al., 1993**).

## **2.3. Purification :**

Afin de purifier les souches, des repiquages successifs sont effectués sur les bouillons (MRS et MRSc) et gélose (MRS et MRSc). La purification des souches consiste à les ensemercer en stries sur des boîtes de Pétri coulées avec des milieux MRS (solide). Les boîtes sont ainsi incubées à 30°C pendant 24h. L'opération est répétée jusqu'à l'obtention des colonies pures (**Zarour et al, 2013**).

## **3. Conservation des souches :**

### **a. Conservation à courte terme :**

Les isolats purifiés ont été ensemencé sur gélose inclinée (MRS et MRSc), incubé pendant 18 h à 30°C (Lactocoques) et 37°C (Lactobacilles et Bifidobactéries) et conservé à 4°C. Le renouvellement des cultures se fait toutes les quatre semaines (**Saidi et al., 2002**).

### **b. Conservation à long terme :**

À partir des cultures jeunes de 18h, préalablement purifiées sur milieu liquide, la culture jeune sera ajoutée à 30% de glycérol (agent cryoprotecteur) dans les Eppendorf de 1.5ml, et conservé à -20°C

## **4. Test d'orientation de l'identification des bactéries lactiques :**

Les méthodes classiques d'identification sont basées sur la recherche pour chaque souche, d'un certain nombre de caractères morphologiques, physiologiques et biochimiques (**De Roissart, 1986**).

### **4.1. Caractérisation phénotypique des isolats :**

Les colonies obtenues sont soumises aux principaux tests d'identification catalase et oxydase suivi d'un examen macroscopique et microscopique (coloration de Gram).

Cette étude est basée sur l'observation visuelle de la culture des isolats sur milieu MRS et MRSc solide ; pour caractériser la taille, la forme et la couleur ainsi que la disposition et la mobilité des cellules bactériennes isolées (**Badis et al., 2005**)

#### **4.1.1. Caractérisation macroscopique :**

Ce test permet d'observer à l'œil nu la morphologie des colonies sur des milieux solides, en déterminant des paramètres tels que la taille, la couleur et la forme des colonies (**Badis et al., 2005**).

- **Forme** : rondes et légèrement bombées.
- **Couleur** : plus ou moins blanches.
- **Taille** : colonies petites à moyennes.
- **Texture** : lisse, muqueuse (visqueuse).
- **Aspect de la bordure** : Régulier, ondulé, lobé.

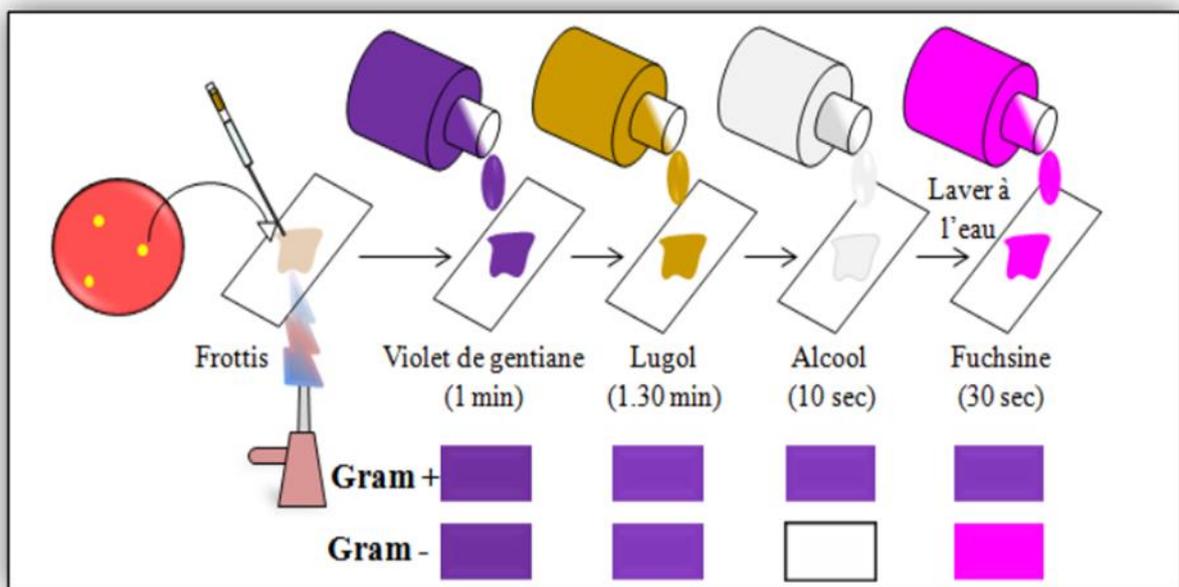
#### **4.1.2. Caractérisation microscopique :**

Ce test est révélé par la coloration de Gram, celle ci permet de différencier les bactéries Gram positifs et les bactéries Gram négatifs, les bâtonnets et les coques. Elle est basée sur la différence de structure de la paroi (**Guiraud et Galzy, 1989**), et selon la composition et la perméabilité (**Petranxien et Lapied, 1981**).

Les étapes de la coloration de Gram sont les suivantes :

- Fixer le frotti.
- Recouvrir le frottis de la solution de violet de gentiane. Laisser agir 1 minute.
- Rejeter le colorant. Laver à l'eau.
- Recouvrir la préparation de Lugol. Laisser agir 1 minute.
- Rejeter le Lugol. Laver à l'eau.
- Décolorer à l'alcool 95° pendant 10 secondes.
- Rincer à l'eau courante.

- Recouvrir la lame de la solution de Fuch sine diluée. Laisser agir pendant 30 secondes à 1 minute
- Laver abondamment à l'eau, égouttée, sécher entre deux feuilles de papier buvard très propres.
  - ✓ Observer au microscope :
  - Les bactéries Gram négatif sont roses.
  - Les bactéries Gram positif ont de coloration violette (**Bourdon et al., 1981**).



**Figure 9 :** Procédure de la coloration de Gram. (**Amiri et Boualleg, 2014**)

#### 4.2. Identification physiologique et biochimique des souches :

##### a) Identification physiologique :

###### • Recherche de la catalase :

La catalase est une enzyme qui catalyse la dégradation du peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) produit par la souche :



Le test consiste à mettre des bactéries en quantité suffisante en contact de peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Si elles possèdent la catalase, elles dégradent le peroxyde d'hydrogène en eau et dioxygène visible par la formation de bulles. L'activité catalytique consiste à prélever une colonie sur gélose MRS et MRSc et dissociée dans une goutte d'eau oxygénée (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), l'apparition de bulles est signe d'une réaction positive (la bactérie est dite catalase positive) (**Ahmed et Irene, 2007**).

- **Test de croissance à 15°C et 45°C et thermorésistante :**

Ce test est important de point de vue taxonomique, car il permet de distinguer les bactéries lactiques mésophiles des bactéries lactiques thermotolérants, il a été réalisé après inoculation du bouillon MRS par des cultures fraîches, les cultures ont été incubés à différentes températures 15° et 45°C.

Le tube à 45°C est examiné au bout d'un délai de 24 à 48 heures et celui à 15°C après 7 jours (**Carr et al., 2002**).

Pour ce qui est de la thermorésistance, à partir des pré-cultures de chaque isolat, un ensemencement a été effectué sur MRS et MRSc. Ces tubes sont chauffés dans un bain-marie à 60°C pendant 30 minutes. Ils sont ensuite refroidis sous un jet d'eau froide, puis incubés à 30°C et 37°C pendant 24 heures (**Carr et al., 2002**).

- **Culture en présence de NaCl :**

La croissance en présence de différentes concentrations de chlorure de sodium (NaCl) donne des renseignements précieux, pour l'identification.

Elle est testée par ensemencement du bouillon MRS supplémenté de 4% et 6,5% de NaCl et l'incubation à 37°C pendant 24 à 48 heures.

On note l'aptitude à croître sur ces milieux par l'apparition de trouble (**Leveau et al., 1991**).

- **Croissance sur pH 9,6 et 4,5 :**

Les isolats sont mis en culture sur bouillons MRS et MRSc ajustés à pH 9.6, puis incubés à 30 et 37°C pendant 24h (**Mathara et al., 2004**).

Ajusté les mêmes bouillons à pH 4.5 et refait les mêmes étapes que celles décrites à pH=9,6. La croissance se traduit aussi par l'apparition d'un trouble dans le tube.

**b) Identification biochimique :**

- **Détermination du Type fermentaire :**

Ce test permet de classer les bactéries en Hétérofermentaire ou Homofermentaire. On ensemence abondamment un tube de 10 ml de bouillon MRS dans le milieu, on introduit une cloche de Durham, le dégagé par les bactéries Hétérofermentaires s'accumule dans la cloche après l'incubation à 30°C pendant 24h à 48h (**Garvie, 1986**).

- **Étude du profil fermentaire (fermentation des sucres) :**

L'identification des espèces de bactéries lactiques est basée essentiellement sur la fermentation des sucres. Un total de 7 sucres a été utilisé pour l'ensemble des isolats, afin

d'établir leur profil fermentaire, et qui sont les suivants : Glucose, Lactose, Fructose, Maltose, Sucrose, saccharose, Glycérol.

Pour ce test, des microplaques ont été utilisés. Les isolats sont cultivés sur les différents milieux et incubés aux températures comme cité précédemment, pendant 24h.

Les cultures sont par la suite centrifugées (5000 rpm / 5 min) et lavées deux fois en utilisant de l'eau peptoné saline. Seulement le culot est retenu et resuspendu dans 1 ml d'eau peptoné saline (**Guessas et al., 2012**).

Chaque microplaque reçoit 10 µl à partir de suspensions cellulaires bactériennes obtenues à 0.1 ml de milieu MRS et MRSc contenant l'indicateur coloré : le pourpre de bromocrésol (BCP) additionnée des solutions sucrées précédemment cités, à raison de 2%. Une fois les cultures prêtes, elles sont recouvertes d'une couche d'huile de paraffine stérile afin d'assurer l'anaérobiose. Les cultures sont incubées à 30 et 37°C de 24h à 48h. La révélation se fait par virage de couleur du violet au jaune de l'indicateur coloré (BCP) (**Guessas et al., 2012**).

- **Hydrolyse de l'Arginine (ADH) :**

Ce test est intéressant dans la caractérisation des bactéries lactiques. Cette enzyme ayant l'aptitude de libérer l'ammoniac et la citrulline à partir de l'arginine. Il s'applique de la façon suivante :

Dans chaque tube à essais, on introduit 1ml d'une culture jeune à laquelle on ajoute 9 ml du milieu ADH.

Après l'incubation à 37°C pendant 24h, les souches d'arginine positifs catabolisent l'arginine et libèrent l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) par le virage de la couleur au jaune (**Guiraud, 1998**).

## **B. Les infections urinaires :**

### **1. Prélèvement des échantillons :**

Le recueil de culture pure d'échantillon d'urine a été réalisé au niveau de service de Laboratoire d'analyses biologiques de MOSTAGANEM (**Dr. ETALHI**)

La boîte recueille appartient à une femme âgée de 88 ans

#### **1.1. Récupération des bactéries déjà identifiées :**

Au total, 6 souches pathogènes ont été collectées de l'année 2024. Provenant de divers prélèvements, elles ont été isolées par le laboratoire de Microbiologie de l'Université de MOSTAGANEM Abdelhamid Ibn Badis par Mme « **MAGHNIA** »

Les souches conservées ont été repiqué sur gélose nutritif ; ensuite, purifié sur plusieurs milieux sélectifs et identifié grâce aux techniques conventuelles (Coloration de gram et divers tests biochimiques).

## **2. Milieux et conditions de culture :**

Les souches pathogènes ont été isolés et cultivées sur différents milieux, à savoir le milieu Désoxycholate, Hektoen, Chapman, Citrate de Simmons, King A, Gélose nutritif et le Cétrimide (**Annexe I**) à 37°C pendant 18 à 24 heures en aérobiose (**Benyagoub et al., 2013**).

Le milieu Muller Hinton (MH) est utilisé pour l'antagoniste (**Benyagoub et al., 2013**).

## **3. Isolement des Uropathogènes :**

Après ensemencement des échantillons d'urines sur les milieux cités précédemment, une croissance est observée après une incubation à 37°C / 24h. Des purifications successives sont effectuées par la suite, et ce afin d'obtenir des colonies bien isolées et distinctes (**Al-Jeboury, 2010**).

## **4. Identification des Uropathogènes :**

Après obtention de cultures pures, il s'ensuit une pré-identification des isolats. Une caractérisation morphologique (forme, taille, couleur et aspect), microscopique (Coloration de Gram). Les isolats sélectionnés ont été soumis au test de la catalase et oxydase (**Meziani, 2012**).

### **4.1. Teste biochimiques :**

#### **a. Mannitol-mobilité :**

Est un milieu permet l'étude de la dégradation de mannitol qui est un produit de dégradation du mannose. L'ensemencement par piqûre centrale à l'aide d'un fil droit, et incubé à 24 h à T° optimale. Ce milieu est utilisable uniquement pour la bactérie fermentative (**Sayad, 2008**).

- Virage de milieu en jaune dit que mannitol<sup>+</sup>
- Milieu rouge : mannitol<sup>-</sup>

#### **b. Citrate de Simmons :**

Ce test permet de détecter l'utilisation du citrate comme seule source de carbone et d'énergie.

L'ensemencement du milieu coulé en tube incliné, se fait au moyen d'une anse de suspension bactérienne en eau distillée ou physiologique ou directement à partir d'une colonie avec une strie centrale et longitudinale (**Bougatoucha et Boudelaa, 2010**).

### **c. Test de l'indole :**

Ce milieu synthétique permet de réaliser trois tests biochimiques qui interviennent dans la différenciation et/ou dans l'identification des entérobactéries. Le milieu urée – indole contient du tryptophane, de l'urée et du rouge de phénol comme indicateur de pH

La recherche de l'uréase consiste à constater l'alcalinisation d'un milieu contenant de l'urée d'où l'utilisation de milieu urée-indole.

Ensemencer un milieu urée – indole avec une suspension bactérienne. Incuber 18 à 24 heures à 37 °C. **(Denis et al., 2007)**

### **d. Gélose Viande Foie :**

La gélose viande foie (VF) est un milieu utilisé pour la recherche du type respiratoire des bactéries, ainsi que pour l'isolement en profondeur des anaérobies.

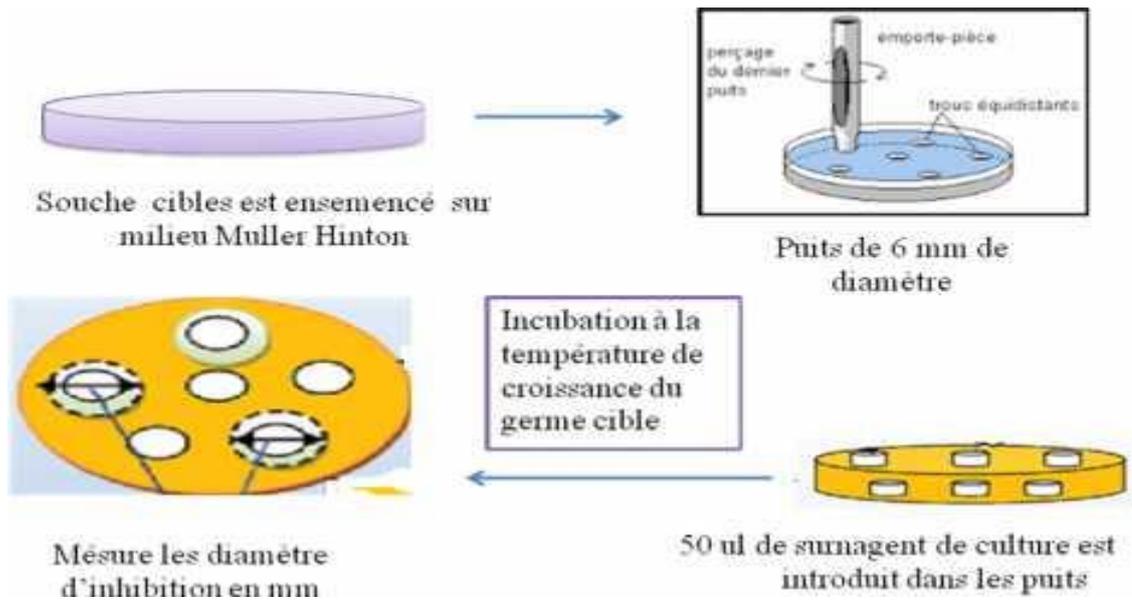
Un échantillon d'isolat a été piqué à travers le centre du milieu jusqu'au fond du tube à l'aide d'une pipette Pasteur et on remonte en spirale. Ne pas visser le bouchon à fond, sinon on empêche la formation du gradient d'O<sub>2</sub>. Les tubes ont été incubés dans l'incubateur à 37°C pendant 24 heures **(Meziani, 2012)**.

## **C. Mise en évidence de l'activité antibactérienne :**

### **• Méthode des puits (méthode de Barefoot et Klaenhammer, 1983) :**

Les bactéries lactiques sont repiquées dans du milieu MRS liquide et incubées pendant une période de 18h à 30°C. Après incubation, une centrifugation est réalisée à 4000 tr/min pendant 20 min, puis en récupérant le surnageant.

Des puits de 6 mm de diamètre sont creusés à l'aide d'une pipette pasteur sur gélose de Mueller Hinton inoculé par la souche indicatrice (pathogène), les puits sont remplis avec 60 µL du surnageant. Les boîtes de Petri sont mises à une température de 4°C/2h pour permettre la bonne diffusion de la substance antibactérienne **(Doumandji et al., 2010)**. Après incubation de 24h à 37°C, les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés en mm.



**Figure 10 :** méthode de diffusion en puits utilisées pour la recherche des substances antimicrobiennes (Djinni, 2009).

*CHAPITRE III :*  
*RESULTATS ET*  
*DISCUSSION*

# I. BACTERIES LACTIQUES

## 1. Isolement et purification :

### 1.1. Caractéristiques organoleptiques :

Le lait de chèvre blanc mat, due à l'absence de  $\beta$ -Carotène, contrairement au lait de vache a une odeur assez neutre. Parfois en fin de lactation, une odeur caprique apparaît et après stockage au froid pour acquérir une saveur caractéristique (**Goursaud, 1995**).

- Un aspect homogène ne présente pas de grumeaux.
- Une couleur blanc mat due à l'absence de  $\beta$ -carotène qui est responsable de la couleur blanche de la matière grasse.

### 1.2. Isolement :

L'examen macroscopique sur les milieux solides MRS et MRS cystéine révèle la présence de deux types distincts de colonies.

- Les premières, observées sur le milieu MRS ; sont circulaires, bombées, de couleur blanche avec un diamètre variant de 1 à 2 mm.
- Les secondes, développées sur le milieu MRS cystéine, présentent une forme circulaire, légèrement visqueuse avec des bords réguliers, de taille variée mesurant entre 1 à 3 mm après une incubation de 48-72 heures.

### 1.3. Purification :

#### a) Sur milieu solide :

L'aspect macroscopique permet de décrire des colonies obtenues sur milieu solide MRS et MRS cystéine après incubation à 30°C pendant 24h, présentant des critères relativement comparables aux critères de colonies de bactéries lactiques données par (**Ana et al, 2005**).

Nous avons constaté sur milieu solide des colonies pures de même taille d'environ 1 à 2 mm de diamètre, de forme circulaire, et de couleur blanchâtre.

#### b) Sur milieu liquide :

Dans le milieu MRS et MRS cystéine liquide la croissance des bactéries apparaît sous formes de trouble.

Et pour une souche pure, ce trouble est concentré au fond du tube à la recherche des conditions anaérobiques de ces bactéries avec une zone transparente de 5mm à la surface du milieu liquide (**Kihal, 1996 ; Carr et al, 2002**).

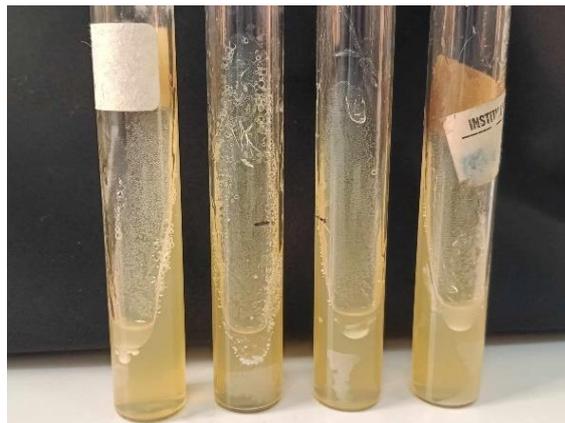


(a) : sur milieu MRS solide / (b) : sur milieu MRS liquide

**Figure 11** : Aspect macroscopique des bactéries lactiques après incubation à 30°C pendant 24h on anaérobiose.

## 2. Conservation des souches :

A partir des cultures jeunes de 18 heures ; les souches purifiées sont par la suite conservées sur gélose inclinées à 4°C pour une conservation à court terme, et dans les Eppendorf pour une conservation à long terme à -20°C.



**Figure 12** : Conservation des souches à court terme.

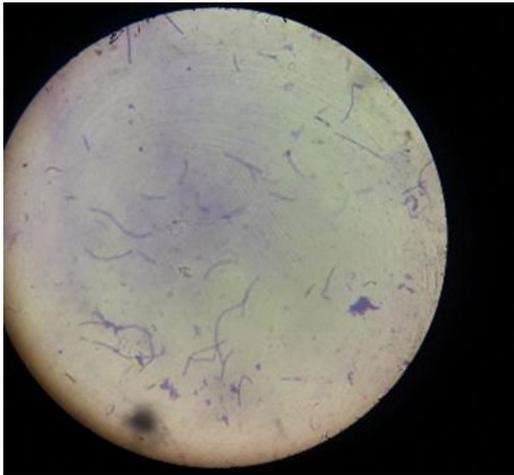
## 3. Pré-identification :

### 3.1. Coloration de Gram :

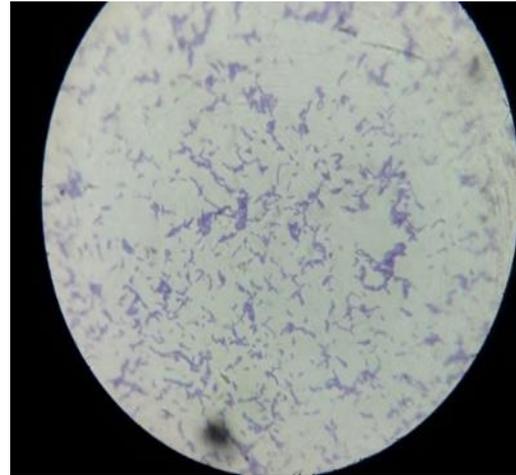
L'aspect microscopique des souches après coloration de Gram a révélé deux formes de cellules : coques et bâtonnets. Les coques sont disposées en paires (diplocoques) ou en courtes chaînettes. Tandis que la forme bâtonnet est associée en paire ou en chaînettes.

### 3.2. Test de recherche de la catalase :

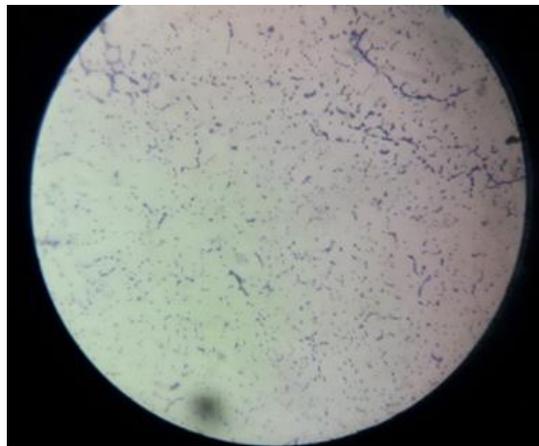
Selon les caractéristiques phénotypiques des bactéries lactiques, les 15 souches qui ont été isolées et testées ne possèdent pas l'enzyme catalase donc le test est négatif (-).



(a) : bifidobactéries ; Bâtonnet en forme de (Y)



(b) : Lactobacilles ; Forme bâtonnet



(c) : Entérocoques ; Forme Coque

**Figure 13** : Observation microscopique des souches lactiques

**Tableau 4** : Critères morphologiques des bactéries lactique isolées à partir de lait B1 à partir de yaourt.

<i>Souches</i>	<i>Catalase</i>	<i>Gram</i>	<i>Forme</i>	<i>Mode d'association</i>
<i>S1</i>	-	+	Bacille	En chaîne
<i>S2</i>	-	+	Bacille	Isolée
<i>S4</i>	-	+	Bacille	En chaîne
<i>S5</i>	-	+	Bacille	En chaîne
<i>A1</i>	-	+	Cocci	Diplocoque et En chaîne
<i>A2</i>	-	+	Cocci	
<i>A3</i>	-	+	Cocci	En amas
<i>F1</i>	-	+	Cocci	En amas
<i>F2</i>	-	+	Cocci	Diplocoque et en petit chaîne
<i>F3</i>	-	+	Cocci	En petit chaîne
<i>Y1</i>	-	+	Cocci	Diploïde
<i>Y2</i>	-	+	Cocci	Isolée et en amas
<i>Y3</i>	-	+	Cocci	En chaîne
<i>CH5</i>	-	+	Cocci	En chaîne
<i>B1</i>	-	+	Bacille	Isolée forme Y

## 4. Caractérisation phénotypique et biochimiques des isolats :

### 4.1. Caractérisation physiologique :

- **Test de croissance à 15°C et 45°C et thermorésistante :**

Le test de croissance à 15°C et 45°C, ainsi que l'évaluation de la thermorésistance permettent de diviser les souches en des groupes. Dans cette étude les résultats sont variés pour les températures de 15°C et 45°C mais la majorité des souches sont incapables de se développer à 60°C à l'exception des souches (S5 et CH5).

- **Culture en présence de NaCl :**

Différentes concentrations de NaCl (4% et 6.5%) sont utilisées pour tester les souches et d'évaluer leur aptitude à croître après une incubation à 37°C pendant 24 heures ; la majorité des souches ont la capacité de croître à concentration de 4% de NaCl ; seulement 4 souches (Y1, Y2, Y3, B1) sont capables de croître à 6.5% de NaCl.

- **Croissance sur pH 9,6 et 4,5 :**

La culture des souches à pH 4,5 et pH 9,6 après une incubation à 37°C pendant 24 heures montrent que les souches isolées sur bouillon MRS à pH 6,4 ; certains sont capables de croître sur bouillon MRS à pH 4,5 et certains sont capables de croître sur bouillon MRS à pH 9,6 ; par ailleurs, seulement deux souches étaient capables de croître à pH 4,5 et aussi à pH 9,6 (S1 et Y1).

### 4.2. Caractérisation biochimique :

- **Détermination du type fermentaire :**

L'utilisation de cloches de Durham dans un milieu liquide contenant du glucose est une méthode pour la détection de la formation de gaz, et déduire ainsi le type fermentaire (Badis, 2004).

Ce test nous a permis de différencier les isolats homofermentaires des isolats Hétérofermentaires. (Kihal et al., 1996).



**Figure 14 :** Résultat du type fermentaire pour les isolats purs.

- **Hydrolyse de l'Arginine (ADH) :**

L'enzyme Arginine Dihydrolase (ADH) catalyse respectivement la décarboxylation de l'arginine présente dans le milieu.

Cette dégradation aboutit à la formation de produits basiques ; l'alcalinisation du milieu est révélée par un virage de l'indicateur de pH (le pourpre de bromocrésol) à sa teinte (violette).

Coloration jaune signifie ADH<sup>+</sup> ; coloration violette signifie ADH<sup>-</sup>.



**Figure 15 :** Test Hydrolyse de l'Arginine (ADH).

**Tableau 5 :** Résultats des tests physiologiques et biochimiques des isolats

Souches	S1	S2	S4	S5	A1	A2	A3	F1	F2	F3	Y1	Y2	Y3	CH5	B1
T°15	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-
T°45	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
T°60	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH 9,6	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
pH 4,5	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
NaCl 6,5%	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
NaCl 4%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
T. Fermentaire	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
ADH	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

**H :** Homofermentaire ; **CS :** Citrate de Simmons

- **Étude du profil fermentaire (fermentation des sucres) :**

Pour une meilleure identification des souches isolées au niveau de l'espèce on a établi leur profil fermentaire de 7 sucres par 15 souches lactiques isolées.

En utilisant le milieu MRS BCP contenant le bleu de bromothymol (indicateur de pH) ; l'utilisation de sucres se traduit par un virage de l'indicateur colorée vers le jaune (+) ; s'il n'y aura pas un virage de couleur c'est (-).

**Tableau 6 :** Profil fermentaire de 7 sucres sur 15 souches isolées.

<i>Souches</i>	<i>Glucose</i>	<i>Lactose</i>	<i>Fructose</i>	<i>Sucrose</i>	<i>Maltose</i>	<i>Glycérol</i>	<i>Saccharose</i>
<i>S1</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>S2</i>	+	+	+	-	+	-	-
<i>S4</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>S5</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>A1</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>A2</i>	+	+	+	+	+	-	+
<i>A3</i>	+	+	+	+	+	-	+
<i>F1</i>	+	+	+	+	+	-	-
<i>F2</i>	+	+	+	+	+	-	+
<i>F3</i>	+	+	+	+	+	+	-
<i>Y1</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Y2</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Y3</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>CH5</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>B1</i>	+	+	+	+	+	-	+

## 5. Identification des souches lactiques :

**Tableau 7 :** L'identification des souches lactiques isolées à partir de lait et le yaourt.

<b>Souches</b>	<b>Genre et espèce</b>
<b>S1</b>	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>
<b>S2</b>	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>
<b>S4</b>	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>
<b>S5</b>	<i>Lactobacillus helveticus</i>
<b>A1</b>	<i>Lactococcus lactis subsp lactis</i>
<b>A2</b>	<i>Lactococcus lactis ssp cremoris</i>
<b>A3</b>	<i>Lactococcus lactis ssp cremoris</i>
<b>F1</b>	<i>Enterococcus faecium</i>
<b>F2</b>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
<b>F3</b>	<i>Streptococcus thermophilus</i>

Y1	<i>Streptococcus thermophilus</i>
Y2	<i>Streptococcus thermophilus</i>
Y3	<i>Streptococcus thermophilus</i>
CH5	<i>Streptococcus thermophilus</i>
B1	<i>Bifidobacterium adolescentis</i>

## II. INFECTIONS URINAIRES

### 1. Prélèvement d'échantillon :

La culture pure d'échantillon qui est collecté, enregistré comme culture positive ; l'infection des voies urinaires a été confirmée par l'isolement de la culture pure.

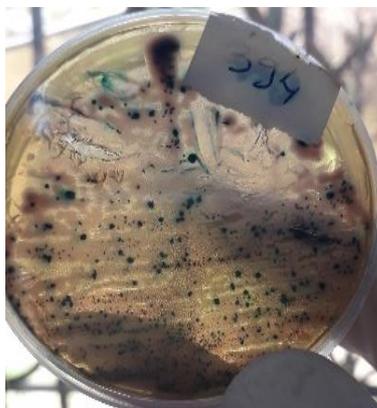
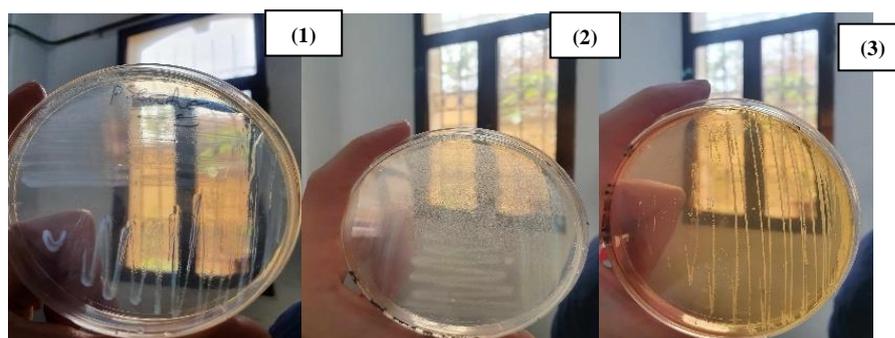


Figure 16 : Échantillon de la culture pure.

### 2. Repiquage des souches pathogènes ATCC :

Les six souches collectées sontensemencées sur gélose nutritive, puis purifiées sur différents milieux.



(1) : *P. aeruginosa* ; (2) : *C. freundii* ; (3) : *S. aureus*

Figure 17 : Ensemencement des souches ATCC sur Gélose Nutritive.

**Tableau 8 :** Les références des souches pathogènes.

Souches Pathogènes	Références
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 43300
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 27853
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	ATCC 700603
<i>Proteus mirabilis</i>	ATCC 35659
<i>Candida albicans</i>	ATCC 10231
<i>Citrobacter freundii</i>	ATCC13316

### 3. Isolement et pré-identification des Uropathogènes :

L'isolement et l'identification préalable des isolats provenant d'échantillons d'urine positifs et les souches ATCC ont permis de déterminer les genres bactériens responsables de ces infections, après leur culture sur divers milieux de culture.

Tous les isolats ont démontré une réaction catalasique positive (présence de bulles au contact du H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), et une oxydase négative.

L'identification des souches est basée sur l'observation macroscopique et microscopique des souches isolées :



**1 :** isolement d'*Escherichia coli* sur milieu Hektoen

**2 :** isolement de *P. aeruginosa* sur milieu à base de Cétrimide

**3 :** isolement de *S. Aureus* sur milieu Chapman

**Figure 18 :** Observation macroscopique des isolats pathogènes.

**Tableau 9 :** les différents milieux d'isolement des Uropathogènes avec les caractéristiques phénotypiques.

Milieux de cultures	Uropathogènes	Coloration de Gram	La Forme
Hektoen/Désoxycolate	<i>Escherichia coli</i>	Gram <sup>-</sup>	Bacille, isolées
Gélose Nutritif	<i>Enterococcus faecalis</i>	Gram <sup>+</sup>	Cocci se disposés en paires (diplocoques)
Chapman	<i>Staphylococcus aureus</i>	Gram <sup>+</sup>	Cocci se dispose en grappes (grappes de raisin)
Citrate de Simmons	<i>Citrobacter freundii</i>	Gram <sup>-</sup>	Bacille, isolées
A base de Cétrimide /King A	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Gram <sup>-</sup>	Bacille, isolées
OGA	<i>Candida albicans</i>	Levure	Sphériques en petit grappes
Gélose Nutritif	<i>Proteus mirabilis</i>	Gram <sup>-</sup>	Bacille, isolées
Gélose Nutritif	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Gram <sup>-</sup>	Bacille, isolées

#### 4. Tests biochimiques :

##### a. Mannitol-mobilité :

Le milieu Mannitol-Mobilité-Nitrate est utilisé pour l'identification présomptive des entérobactéries. Ce test permet d'étudier simultanément la fermentation du mannitol ainsi que la mobilité des germes dans le milieu.

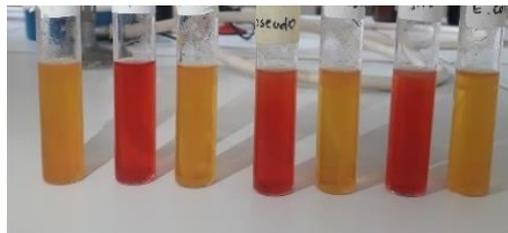
➤ Les résultats sont variés selon la fermentation du mannitol et la mobilité.

##### • Mannitol :

Virage de couleur de milieu rouge vers le jaune indique que la souche fermente le mannitol est donc mannitol (+) ; si le milieu reste inchangé (rouge) indique que la souche ne fermente pas le mannitol est donc mannitol (-).

##### • Mobilité :

La mobilité des germes dans le milieu indiqué par un trouble et si les souches sont immobiles nous voyons juste la piqure dans le centre de milieu.



**Milieu Rouge :** mannitol (-) / **Milieu Jaune :** mannitol (+)

**Figure 19 :** Résultats du mannitol

### b. Utilisation de Citrate :

Dans ce test les il y a des souches qui utilisent le citrate comme source de carbone qui est introduit dans le tube. Le résultat positif se traduit par le virage de couleur vert du milieu vers le bleu ; et certaines souches n'ayant pas utilisée le citrate alors la couleur du milieu est inchangée.



Figure 20 : Résultat d'utilisation de Citrate

### c. Test d'indole :

Pour réaliser ce test, bouillon Schubert est introduit dans un tube stérile pour identifier *Escherichia coli* ; incuber à 37°C pendant 24 heures.

La présence d'indole se traduit par la formation d'un anneau rouge, après addition du réactif Kovacs.

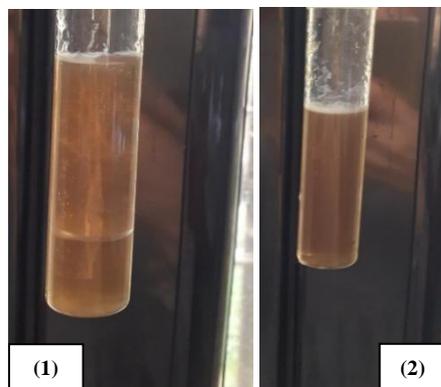


Figure 21 : La présence d'Indole

### d. Gélose Viande Foie :

Les résultats sont divisés sur 2 types respiratoires :

- Culture sur toute la hauteur du milieu : aéro-anaérobie facultatif.
- Culture seulement en haut : aérobie stricte.



(1) : aéro-anaérobie facultatif / (2) : aérobie stricte

Figure 22 : Résultats du type respiratoire sur milieu VF.

**Tableau 10 : Résultats des tests biochimiques des Uropathogène ;**  
 Test de Mannitol-Mobilité, utilisation de Citrate, test de l'Indole, test de Viande  
 Foie.

Tests	<i>E. coli</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>P. mirabilis</i>	<i>C. albicans</i>	<i>C. freundii</i>	<i>S. aureus</i>	<i>P. aeruginosa</i>
<b>Mannitol</b>	+	+	+	+	-	-	-	-
<b>Mobilité</b>	Mobile	Mobile	Mobile	Mobile	Immobile	Mobile	Immobile	Mobile
<b>Citrate</b>	-	+	+	+	-	+	-	+
<b>Indole</b>	+	/	/	/	/	/	/	/
<b>VF</b>	AAF	AAF	AAF	AAF	AAF	AS	AS	AAF

- **Mannitol** : fermentation de mannitol (+) / absence de fermentation (-)
- **Citrate** : utilisation de citrate (+) / n'utilise pas le citrate (-)
- **Indole** : présence d'indole (+)
- **Viande Foie** : (AAF) : aéro-anaérobie facultatif / (AS) : aérobie stricte

### III. EFFET ANTAGONISTE

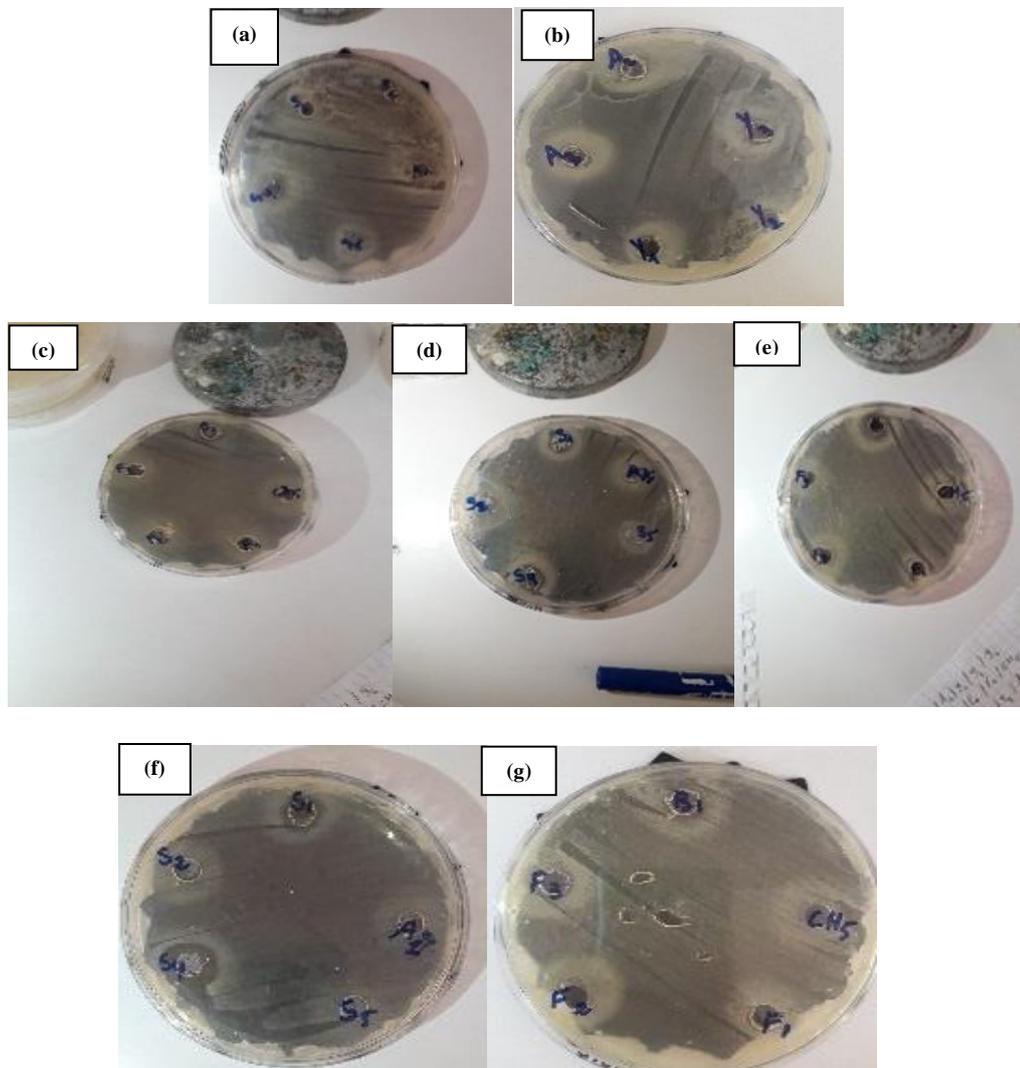
L'activité antimicrobienne des 15 souches étudiées a été mise en évidence par la technique des puits, ces souches lactiques ont été testées vis-à-vis des souches pathogènes.

Les résultats obtenus pour l'antagonisme sont effectués après 24 heures d'incubation à 37°C et se visualisent par la formation des zones d'inhibition autour des puits avec des diamètres de zones d'inhibition variable de 0 à 45mm.

**Tableau 11 : Diamètre de la zone d'inhibition des souches lactiques en contact direct avec les souches pathogènes « Effet antibactérien ».**

Souche	<i>Escherichia coli</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Citrobacter freundii</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Proteus mirabilis</i>	<i>Candida albicans</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
S1	20mm	20mm	20mm	20mm	20mm	20mm	10mm	45mm
S2	20mm	20mm	27mm	20mm	20mm	20mm	25mm	/
S4	20mm	25mm	20mm	20mm	20mm	20mm	10mm	20mm
S5	20mm	20mm	12mm	20mm	/	20mm	20mm	10mm
A1	20mm	20mm	20mm	20mm	20mm	20mm	/	20mm
A2	20mm	30mm	15mm	20mm	20mm	10mm	/	20mm
A3	15mm	20mm	20mm	20mm	20mm	20mm	20mm	20mm

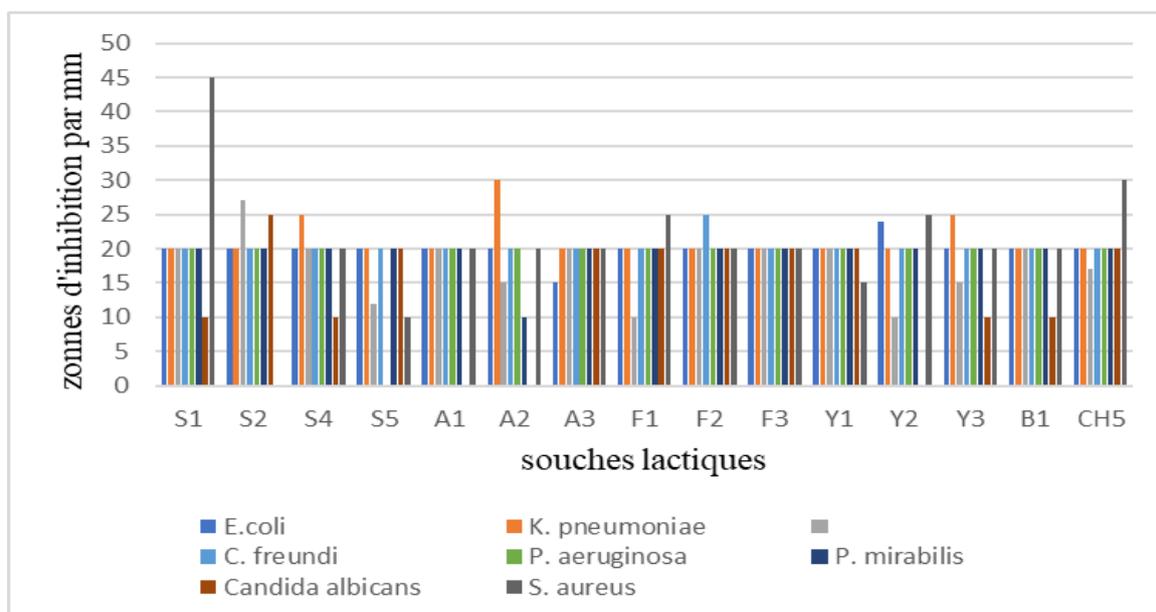
<b>F1</b>	20mm	20mm	10mm	20mm	20mm	20mm	20mm	25mm
<b>F2</b>	20mm	20mm	20mm	25mm	20mm	20mm	20mm	20mm
<b>F3</b>	20mm							
<b>Y1</b>	20mm	15mm						
<b>Y2</b>	24mm	20mm	10mm	20mm	20mm	20mm	/	25mm
<b>Y3</b>	20mm	20mm	15mm	20mm	20mm	20mm	10mm	20mm
<b>CH5</b>	20mm	20mm	17mm	20mm	20mm	20mm	20mm	30mm
<b>B1</b>	20mm	20mm	20mm	20mm	20mm	20mm	10mm	20mm



**(a)** : *S. aureus* ; **(b)** : *K. pneumoniae* ; **(c)** : *C. freundii* ; **(d)** : *E. faecalis* ; **(e)** : *E. coli* ; **(f)** : *P. aeruginosa* ; **(g)** : *P. mirabilis*

**Figure 23 :** Effet antagoniste des souches lactiques sur les souches pathogènes illustrée par la zone d'inhibition sur gélose Muller Hinton.

Les résultats montrent une évaluation détaillée de l'effet antagoniste des 15 souches lactiques (S1, S2, S4, S5, A1, A2, A3, F1, F2, F3, Y1, Y2, Y3, CH5, B1) contre les huit souches pathogènes à Gram<sup>-</sup> (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Citrobacter freundii*) à Gram<sup>+</sup> (*Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*) et la levure (*Candida albicans*).



**Figure 24 :** Histogramme d'activité antibactérienne des souches lactiques contre les souches pathogènes.

#### IV. ANALYSE DES RESULTATS

- *Escherichia coli* (*E. coli*) :

Toutes les souches lactiques testées montrent une activité inhibitrice significative contre *E. coli*, avec des zones d'inhibition variant de 15mm à 24mm. Les souches *Lactobacillus delbrueckii* (S2, S4) et *Streptococcus thermophilus* (Y3) montrent une inhibition légèrement supérieure à 20 mm, ce qui indique une efficacité significative contre *E. coli*. Les autres souches montrent une inhibition uniforme de 20mm, sauf S1 (*Lactobacillus delbrueckii*) qui a enregistré une zone d'inhibition de 15mm.

- *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) :

Les résultats sont plus variés pour *S. aureus*. La souche S1 (*Lactobacillus delbrueckii*) et *Streptococcus thermophilus* (CH5) montrent une forte activité antibactérienne contre *S. aureus* avec des zones d'inhibition respectives de 45mm et

30mm indiquant une activité antibactérienne très forte Les autres souches ont des zones d'inhibition entre 10mm et 30mm.

- ***Pseudomonas aeruginosa (P. aeruginosa) :***

La plupart des souches lactiques montrent une inhibition uniforme de 20mm contre *P. aeruginosa*, à l'exception de S5, qui n'a montré aucune inhibition (0mm). Cela indique une activité antibactérienne relativement constante parmi les souches testées, sauf pour S5.

- ***Candida albicans (C. albicans) :***

Les résultats pour *C. albicans* montrent une grande variabilité. La souche S2 (*Lactobacillus delbrueckii*) présente une forte inhibition de 25mm, cette variabilité peut indiquer des différences significatives dans la capacité des souches lactiques à produire des composés bioactifs tels que la reutérine, des peptides cycliques, des acides gras, etc. qui ont des propriétés antifongiques (Nasrollahzadeh, et al., 2022). Tandis que A1, A2 et Y2 montrent une absence totale d'activité (0 mm). Les autres souches montrent des inhibitions entre 10mm et 20mm, suggérant une activité modérée à faible contre *C. albicans*.

- ***Enterococcus faecalis (E. faecalis) :***

Les souches lactiques montrent une activité variée contre *E. faecalis*, avec S2 (*Lactobacillus delbrueckii*) ayant la plus grande zone d'inhibition de 27mm. Les autres souches ont des inhibitions allant de 10mm à 20mm, sauf A2 (*Lactococcus lactis sp cremoris*) et Y3 (*Streptococcus thermophilus*) qui montrent des activités légèrement plus faibles (15mm).

- ***Klebsiella pneumoniae (K. pneumoniae) :***

Les zones d'inhibition sont assez uniformes contre *K. pneumoniae*, variant de 20 mm à 30mm. Les souches A2 (*Lactococcus lactis sp cremoris*) se distinguent avec une inhibition de 30 mm, ce qui suggère une forte activité antibactérienne. Selon (Cheriguene, 2014) les *Lactococcus lactis cremoris* représente un effet antibactérien contre les souches pathogènes

- ***Proteus mirabilis (P. mirabilis) :***

Les résultats montrent une inhibition uniforme de 20mm pour la plupart des souches, à l'exception de A2 (*Lactococcus lactis sp cremoris*) 10mm, indiquant une activité antibactérienne globalement constante parmi les souches testées.

- ***Citrobacter freundii* (C. freundii) :**

Les zones d'inhibition sont également uniformes contre *C. freundii*, variant de 20mm à 25mm. La souche F2 (*Streptococcus thermophilus*) se distingue avec une inhibition de 25mm.

## V. DISCUSSION DES RESULTATS

### a. Efficacité des souches lactiques :

Les souches de *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus* et *Bifidobacterium* montrent une activité antagoniste significative contre divers pathogènes urinaires, suggérant leur potentiel comme agents probiotiques. En particulier, certaines souches comme *Lactobacillus delbrueckii* (S1) et *Streptococcus thermophilus* (CH5) montrent une inhibition notable contre des pathogènes spécifiques comme *S. aureus* et *C. freundii*, respectivement.

### b. Comparaison entre les souches pathogènes :

Les souches pathogènes semblent réagir différemment aux souches lactiques.

*E. coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *Citrobacter freundii* montrent une inhibition relativement uniforme par la plupart des souches lactiques. En revanche ; *S. aureus* et *C. albicans* montrent des réponses beaucoup plus variables, indiquant que certaines souches lactiques sont plus efficaces contre certains pathogènes spécifiques.

### c. Effet probiotique :

Les résultats montrent que certains souches lactiques, telles que *Lactobacillus delbrueckii* (S1) et (S2) et *Lactococcus lactis sp cremoris* (A2), pourrait avoir un effet probiotique élevé et une forte activité antibactérienne contre plusieurs pathogènes.

*Lactobacillus delbrueckii* pourrait être développée pour cibler *S. aureus*, et pourrait être efficace contre *E. faecalis* et *C. albicans*.

Ce qui en fait de bon candidats pour des applications probiotiques ou comme agents antibactériens naturels.

Les variations observées entre les souches indiquent des différences dans la production de substances antibactériennes et antifongiques, ce qui pourrait être exploré plus en détail pour le développement de nouveaux traitements.

### d. Comparaison de résultats :

Selon les résultats de **Bouchibane (2022)** ; les *Enterococcus* ne présentent aucune activité contre *Proteus mirabilis* comparant avec nos résultats, *Enterococcus faecium* représente une zone d'inhibition de (20mm) contre *Proteus mirabilis*.

Cependant, **Cheriguene et al. (2007)** ont également mentionné que les souches lactiques isolées du lait de chèvre produisaient des bactériocines.

L'effet antimicrobiennes des souches lactiques isolées est très appréciés vis-à-vis les Gram<sup>+</sup> : *Staphylococcus aureus* et les Gram<sup>-</sup> : *E. coli* (**Bouchibane, 2022**) et *Klebsiella pneumoniae* dont les plus grandes zones ont été enregistré chez les souches qui appartient aux genre *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus* ont montrés des halos d'inhibitions moins importants que celle du genre *Lactobacillus*.

## CONCLUSION

Les bactéries lactiques, connues pour leur propriété probiotique, jouent un rôle crucial dans le maintien de l'équilibre microbien de notre organisme.

Les infections urinaires représentent un problème clinique significatif en raison de leur fréquence, de leurs symptômes désagréables, et de leur potentiel de complications graves ; le traitement standard des IU repose généralement sur l'utilisation des antibiotiques, mais l'augmentation de la résistance bactérienne aux antibiotiques représente un défi majeur pour la médecine moderne. Dans ce contexte, la recherche de solutions alternatives et complémentaires devient essentielle.

L'utilisation des probiotiques, y compris les bactéries lactiques, offre une solution prometteuse et complémentaire pour la prévention et le traitement des infections urinaires, en particulier face à la montée de la résistance bactérienne aux antibiotiques.

L'étude faite sur l'effet probiotique des souches lactiques contre divers souches pathogènes par la production des substances métabolites permettent ainsi de pallier aux problèmes de résistance aux différents infections pathologiques.

Dans le cadre de la réalisation de ce travail, nous avons travaillé sur différents isolats lactiques obtenus à partir de Lait (chamelle, chèvre), Yaourt (Acti<sup>+</sup>). En parallèle, des souches pathogènes de référence (ATCC) et des cultures urinaires contenant *Escherichia coli* et *Enterococcus faecalis* ont été utilisées.

Dans un premier temps, nous avons procédé à l'isolement des bactéries lactiques, suivi d'une série de tests phénotypiques et biochimiques qui ont permis d'identifier les genres suivants (*Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus* et *Bifidobacterium*)

Dans un deuxième temps, nous avons mené une série de tests biochimiques pour identifier les Uro-pathogènes et des tests de confirmation des souches ATCC.

Enfin, nous avons testé nos isolats lactiques (au total de 15 souches) par la méthode des puits vis-à-vis des Uro-pathogènes, afin de tester et mesurer l'activité antimicrobienne

Les résultats montrent que les souches de probiotiques étudiées ont un effet inhibiteur significatif sur la croissance des agents pathogènes responsables des infections urinaires.

Les souches de *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus* et *Bifidobacterium* montrent une activité antagoniste significative contre divers pathogènes urinaires, suggérant leur potentiel comme agents probiotiques.

Les souches pathogènes semblent réagir différemment aux souches lactiques.

*E. coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *Citrobacter freundii* montrent une inhibition relativement uniforme par la plupart des souches lactiques. En revanche ; *S. aureus* et *C. albicans* montrent des réponses beaucoup plus variables, indiquant que certaines souches lactiques sont plus efficaces contre certains pathogènes spécifiques.

- **Effet probiotique :**

Les variations observées entre les souches indiquent des différences dans la production de substances antibactériennes et antifongiques, ce qui pourrait être exploré plus en détail pour le développement de nouveaux traitements.

En conclusion, cette étude confirme le potentiel des probiotiques comme alternative ou complément aux traitements antibiotiques traditionnels pour la gestion des infections urinaires. L'utilisation de probiotiques pourrait offrir une approche thérapeutique prometteuse, réduisant la dépendance aux antibiotiques et minimisant le risque de résistance bactérienne. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour valider ces résultats *in vivo* et évaluer l'efficacité clinique des probiotiques dans la prévention et le traitement des infections urinaires récurrentes.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### A

- Achille (2006) : profil antibiologique des bacteries responsables d'infection urinaire communautaire. These de doctorat en pharmacie. Universite de bamako ; mali
- Ahmed f.m.a et irene k.p. tan., (2007). Isolation of lactic acid bacteria from Malaysian foods and assessment of the isolates for industrial potential. *Bioresource technology*, 98; 1380-1385.
- Aibeche, a & Bellounes, n. (2020). Etude du pouvoir proteolytique des bacteries lactiques, memoire de master. Universite djilali bounaama - khemis miliana, faculte des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre departement de biologie, 44p.
- Al-jeboury gha (2010) in vivo and in vitro study of probiotic effect of *Lactobacillus acidophilus* on pathogenicity of *Proteus mirabilis* isolated from urinary tract infection (UTI).  
*Journal of biotechnology research center*, 4 (2) : 53 – 63
- Amiri, f, boualleg, w, 2014- etude bacteriologique de l'eau de la retenue collinaire « Hadjar Gafta » de la commune Nechmaya (wilaya de Guelma), these de master, universite 8 mai 1945 Guelma, 114p
- Ammor, s., tauveron, g., dufour, e. Et Cevalier i. (2006). Antibacterial activity of lactic acid bacteria against spoilage and pathogenic bacteria isolated from the same small-scale facility. *F Contr*, 17 : 454-461.
- Anabdaraj, m., sivasankari, b., parveen rani, r. 2014. Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on hypercholesterolemia: a review. *Chinese journal of biology*, 2014, 1-7.
- Ana belen florez., susana delgado., baltazar mayo., 2005. Antimicrobial susceptibility of lactic acid bacteria isolated from a cheese environment. *Canadian journal of microbiology*. 51 (1) : 51-8.
- Aries w, dorbane s, ghiaï i, (2014). Infections urinaires communautaires a *Escherichia coli*, memoire de fin d'etude pour l'obtention du doctorat en pharmacie, universite constantine 1, 2014
- Atlan d., béal c., champonier vergés m. C., chapot-chartier m. P., chouayekh h., cocaign – bousquet m., deghorain m., gadu p., gilbert c., goffin p., guédon e., guilloard l., guzzo j., juillard v., ladero v., lindley n., lortal s., loubière p., maguin e., monnet v., monnt v., rul f., tourdot- maréchal r., et yvon m., 2008. *Metabolisme et ingenierie metabolique in : bacteries lactiques de la genetique aux ferments tec & doc, lavoisier. Paris. 271 - 477.*
- Axelsson, I. (2004). *Lactic acid bacteria: classification and physiology. Food science and technology new york marcel dekker*, 139, 1-66.

### B

- Badis (2004) identification and technological characterization of lactic acid bacteria isolated from raw goat milk from four local goat populations. State doctoral thesis, university of oran.
- Badis, a., laouabdia-sellami, n., guetarni, d., kihal, m., and ouzrout, r. (2005). Caracterisation phenotypique des bacteries lactiques isolees a partir de lait cru de chevre de deux populations caprines locales arabia et kabyle. *Sciences and technology biotechnology*, 23, 30-37.

- Bahri, f. (2014). Isolement et caractérisation des souches de lactobacilles à caractères probiotiques à partir de selles d'enfants (université Constantine 1, microbiologie appliquée).
- Barefoot s.f., Kleanhammer t.r., 1984. Purification and characterization of the lactobacillus acidophilus bacteriocin, lactacin b. *Antimicrobial Agents Chemother.*, 26 : 328-334.
- Barouni, m.n. « étude épidémiologique des infections urinaires communautaires et la résistance des bactéries isolées aux antibiotiques dans un laboratoire de ville tunisienne ». Thèse de doctorat en pharmacie. Tunisie : université de Nantes UFR Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, 10 novembre 2017, p02-38
- Beausoleil, m., n. Fortier, et al. (2007). « Effect of a fermented milk combining lactobacillus acidophilus c11285 and lactobacillus casei in the prevention of antibiotic-associated diarrhea: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. » *Canadian Journal*.
- Beerens h (1990). Year elective and selective insulation medium for bifidobacterium sp. *Letl. Appl. Microbiol.* 11: 155-157.
- Belkhouche f., (2006). Bactéries lactiques du lait cru de vache et microorganismes pectinolytiques des olives noires et vertes : 1. Isolement et identification biochimique. 2
- Benabdelkrim k. Et Bouazza abid l. (2017) : contribution à l'étude de quelques bactéries responsables d'infection urinaire (application de l'extrait de *terfezia claveryi*). Mémoire de master en microbiologie. Université de Tlemcen ; Algérie
- Bezziche r. N. Et Bounemour a. (2018) : les bactéries responsables des infections urinaires. Mémoire de master en biologie moléculaire des microorganismes. Université Frères Mentouri Constantine 1 ; Algérie.
- Bermudez-brito, m., Plaza-diaz, j., Muñoz-quezada, s., Gomez-llorente, c., & Gil, a. (2012). Probiotic mechanisms of action. *Annals of nutrition and metabolism*, 61(2), 160-174.
- Bjorkroth, j., and Holzappel, w., (2006). Genera *Leuconostoc*, *Oenococcus* and *Weissella*. *The prokaryotes*, 4, 267-319.
- Bjorkroth, et Holzappel w, 2003. Genera *Leuconostoc*, *Oenococcus* and *Weissella* in the prokaryotes: an evolving electronic resource for the microbiological community edited by m.dworkin. New York, Springer –Verlag. EPAB March 28.
- Botto h. (2003). Infections urinaires nosocomiales de l'adulte : conférence de consensus 2002, texte long. *Médecine et maladies infectieuses*. 33 : 223s–244s.
- Bouchibane M, 2022-Identification des bactéries lactiques des produits laitiers artisanaux : Aptitudes technologiques et essais de fabrication d'un lait fermenté, thèse de Doctorat, Université de Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 200p.
- Boudersa, w et Nekkaa, r. (2017). Étude de l'activité antibactérienne de bactéries lactiques isolées à partir d'un produit laitier fermenté : le yaourt brassé, thèse de doctorat. Université des Frères Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 84p
- Bougattoucha.w et Boudelaa.y (2010). L'examen cyto-bactériologique des urines, mémoire en ligne, école de formation paramédicale de Skikda Algérie- laborantin diplôme [en ligne] consultée le 02-08-2020, sur : [https://www.memoireonline.com/04/12/5736/m\\_1-examen-to-bacteriologique-desurines12.html](https://www.memoireonline.com/04/12/5736/m_1-examen-to-bacteriologique-desurines12.html)
- Bourdon j.l et Marchal n. (1981). *Technique bactériologique*. Doin. 335p.

- Bruyere f, cariou g, boiteux j, hoznek a, mignard j, escaravagel, bernard l, sotto a, soussy c, coloby p et le ciafu. (2008). Generalites, progres en urologie, p.s4-s8.
- Bruyere f., cariou g., boiteux j-p, hoznek a., mignard j-p., escaravage l.,bernard l., sotto a., soussy c-j., coloby p ., le ciafu., (2008). Generalites. Progresen urologie, 18 suppl. 1, s14-s18.
- Burns, a. J., & rowland, i. R. (2000). Anti-carcinogenicity of probiotics and prebiotics. Current issues in intestinal microbiology, 1(1), 13-24.

## C

- Carbonnelle d., kouyoumdjian s., audurier a., (1988). Bacteriologie medicale techniques usuelles.med. Mal. Inf. France. 251 p.
- Carr frank j., chill don, and maida nino, 2002. The lactic acid bacteria: a literature survey. Critical reviews in microbiology, 28(4): 281–370.
- Chatterjee, c., paul, m., xie, l., and van der donk, w. A. (2005). Biosynthesis and mode of action of lantibiotics. Chem rev.105: 633-684.
- Chemlal-kherraz, d., sahnouni, f., matallah-boutiba, a., & boutiba, z. (2012). The probiotic potential of lactobacilli isolated from nile tilapia (*oreochromis niloticus*)’s intestine. African journal of biotechnology, 11(68), 13220-13227.
- Cheriguene, A., Chougrani, F., Bekada, A. M. A., Soda, M. E., and Bensoltane, A. (2007). Enumeration and identification of lactic microflora in Algerian goats’ milk. African Journal of Biotechnology, 6(15), Art. 15. <https://doi.org/10.4314/ajb.v6i15.57810>
- Cheriguene A, Menad N, Belarbi F, Hammouni R and Moghtet S (2014). The Antibactérien Activity of *Lactococcus lactis* sbsp *cremoris* against *Salmonella* sp. Journal of Medical Microbiology & Diagnosis 3:1.
- Cholakov, r., tumbarski, y., yanakieva. V., dobrev, i., salim.y., and denkova, z. (2019). Antimicrobial activity of *leuconostoc lactis* strain bt17, isolated from a spontaneously fermented cereal (boza). Journal of microbiology, biotechnology and food sciences, 7(1), 47-49.
- Compus de microbiologie médicale : <http://www.microbes-edu.org/>
- Coudeyras, s., & forestier, c. (2010). Microbiote et probiotiques : impact en sante humaine. 2& ; canadian journal of microbiology, 56(8), 611-650.
- Corrieu g., luquet, f. M. (2008). Bacteries lactiques de la genetique aux ferments. Lavoisier, paris.

## D

- Daoudi, h & khelef, c. (2018). Contribution a l’etude de l’activite antimicrobienne des bacteries lactiques isolees à partir du lait cru, these de doctorat. Universite echahid hamma lakhdar -el oued, 104p
- Daniel, j. Et williamson, d. (2003). Les infections urinaires ; une approche clinique ; pp : 246-247
- Daniel j g thirion., david williamson. (2003). Les infections urinaires : une approche clinique, pharmactuel vol. 36 no 5.
- Debre, b. Saighi, d et peyromaure, m. « urologie, connaissances et pratique ». Edition masson. Paris : 1992, p191.

- Delaeare. (2000). Infections urinaires communautaires et diarrhees infectieuses aiguës. 119 : s110-s117.
- Delavierre. (2007). Prostatite chronique et syndrome douloureux pelvien chronique de l'homme. Enquete aupres des urologues français dominique, 17 : 69-76. Diallyl constituents against helicobacter pylori. Applied and environmental microbiology. 66
- Dellaglio f., de roissard h., torriani s., curk m.c., janssens d. 1994. Caracteristiques generales des bacteries lactiques. P. 25-116. In : de roissard h., luquet f.m. (ed) bacteries lactiques. Vol i. Lorica: uriage, paris, france.
- Dellaglio, f. ; h.eroissart ; s.torriani ; m.c.curk and d.janssens (1994). Bacteries lactiques, volume 1. Uriage : lorica. P.25-30-48.
- Delorme, c., bartholini, c., bolotine, a., ehrlich, s.d.and renaud, p. (2010). Emergence of a cell wall protease in the streptococcus thermophilus population. Apl. Env. Microbiol., 76(2): 451-460
- De man jc, rogosa m, sharpe me (1960) medium of lactobacilli. Journal applied bacteriology, 23: 130–135
- Denis f., ploy m. C., martin c., bingen e., quentin r., (2007). Bacteriologie medicale : techniques usuelles. Elsevier masson. 594 p.
- De roissart h.b, 1986. Bacterie lactique in:"lait et produits laitiers" par f.mluquet tech et doc, lavoisier ,3-43.
- Desmazeaud, m. (1996) les bacteries lactiques dans : l'alimentation humaines : utilisation et innocuite. Cahiers agricultures, 5, pp : 331-343.
- De-vos, p., garrity, g. M., jones, d., krieg, n. R., ludwig, w., rainey, f. A., schleifer, k. H., and whitman, w. B. (2009). The firmicute bergey's manual of systematic bacteriology. Springer new york, 2, 63-67.
- Djinni i., 2009-etude taxonomique de souches d'actinomycetes halophilesmoderees productrices de substances antimicrobiennes isolees dans la region de bejaia. Memoire de magister en microbiologie appliquee, universite a. Mira de bejaia : 154p.
- Domart, a et bournef, j. « nouveau larousse medicale ». Canada : 1989, p1064-1066.
- Dortu, c. (2008). Isolement drune bacterie lactique produisant de la sakacin g et utilisation sur des matrices alimentaires wallonie-europe. Doctorat : 155
- Doumandji a., hellal a., saidi n., 2010. Purification de la bacteriocine a partir de lb.acidophilus 11, rev. Microbiol. Ind. San et environn., 4 : 25-47.
- Duhamel m. (2013). Les infections urinaires chez la femme. These pour le diplome d'etat de docteur en pharmacie : conseils a l'officine.
- Dunne c., omahony l., murphy l.,thornton g., morrissey d., ohalloran s., feeney m.,flynns.,fitzgerald g., daly c., kiely b., osullivan g.c.,shanaham f and collins j.k.in vitro selection criteria for probiotic bacteria of human origin: correlation with in vivo findings am.j.clin.nutr,(2001) 73: 386-392. In (etude de quelques proprietes probiotiques des quelques souches lactobacillus isolees de lait chamelle et de chevre [memoire de fin d'etudes] universite abdel hamid ibn badis).

## E

- Eklund, t. (1989). Organic acids and esters. In: gould, g.w. (eds). Mechanisms of action of food preservation procedures. Elsevier applied science. London. 161-200.

- Emonet. S., harbarth. S., van delden. C. (2011). Infection urinaire de l'adulte. Revue medicale suisse. Rev med suisse. 7: 912-6.

## F

- Falgas me, betsi ji, athanasiou s. Probiotics for prevention of recurrent vulvovaginal candidiasis: a review. J antimicrob chemother, 2006
- Faure, s., pubert, c., rabiller, j., taillez, j., & amp ; yvain, a. L. (2013). Que savons-nous des probiotiques ? Actualites pharmaceutiques, 52(528), 18-21.
- Feigin et cherry. (2004). Text book of paediatric infectious diseases, 5 the edition, v.b.sanders company.canada.
- Fenton m.p. 1987. An investigation into the sources of lactic acid bacteria in gras silage. J. Appl. Bacteriol. 62 : 181-188.
- Fihn sd. Acute uncomplicated urinary tract infection in women. N engl j med. 17 juill 2003 ;349(3) :259-66
- Foxman b. (2002). Epidemiology of urinary tract infections: incidence, morbidity and economic costs. American journal of medicine. 113 :5s-13s.
- Foxman b., barlow r., d'arcy h., gillespie b., sobel jd. (2000). Self-reported incidence of urinary tract infection and associated costs, ann epidemiol, vol. 10, pp, 509–515.
- François, a., brandstätter, h., brechet, a.-c., & huttner, a. (2013). Infections urinaires. Departement de medecine communautaire, de premier recours et des urgences, service de medecine de premier recours, hopitaux universitaires de geneve (hug).
- François, a ; brandstätter, h ; brechet, a-c ; huttner, a (2013). Infections urinaires [en ligne] consulte le 03-07-2020. <https://www.hugge.ch/sites/interhug/files/structures/medecine-de-premierrecours/documents/infos-soignants/infections-urinaires-arce>.
- Franck amk, kegma f, weerkamp ha (1993). Growth and survival of bifidobacteria in milk. Neth. Milk. Dairy j. 47 : 151-164.
- Fuller, r. 1989. Probiotics in man and animals. J. Appl. Bacteriol. 66(5):365-378.

## G

- Gálvez, a., abriouel, h., ben omar, n., and lucas, r. (2011) food applications and regulation
- Gálvez, a., abriouel, h., lópez, r. L. et benomar, n. (2007). Bacteriocin-based strategies for food biopreservation. Int. J. Food microbiol. 120: 51-70.
- García-solache, m., and rice, l. B. (2019). The enterococcus: a model of adaptability to its environment. Clinical microbiology reviews, 32(2), 18-58.
- Gill, h. S., f. Doull, k. J. Rutherford, and m. L. Cross. 2000. Immunoregulatory peptides in bovine milk. Br. J. Nutr. 84 (s1): s111-s117.
- Gill, m ; schutze, g (1999). Citrobacter infections des voies urinaires dans les enfants. The pediatric infectious disease journal, vol 18-n° 10, p 889-892.
- Gilliland se (1985) role of starter culture bacteria in food preservation. Dans bacterial starter cultures for food. Gilliland se
- Girard r., pierre bénite., (2009). Infection urinaire. Cclin sud-est.
- Goursaud, j. (1995) le lait de vache, composition et priorites physico-chimiques.in : lait et produits laitiers vache-brebis-chevre. (tome1). Ed. Masson, paris, p: 25-36.

- Guessas b, adjoudj f, hadadji m and kihal m (2012) isolation and identification of lactic acid bacteria from dhan, a traditional butter and their major technological traits. *World applied sciences journal* 17 (4): 480-488
- Guiraud jet galzy p, 1989. *Analyse microbiologique dans les industries. L'usine nouvelle*, paris, 3-22.
- Griebing, t. L. (2005). Urologic diseases in america project: trends in resource use for urinary tract infections in women. *The journal of urology*, 173, 1281-1287. doi :10.1097/01.ju.0000155596.98780.82
- Guyalbert, k. « etude bacteriologique des infections urinaires ». Rapport de stage au centre pasteur du cameroun : 2008, p15.

## H

- Hadadji m, benama r, saidi n, henni de, kihal m (2005). Identification of cultivable bifidobacterium species isolated from breast-fed infants' faeces in west-algeria. *Afr. J. Biotechnol.* 4(5): 422-430.
- Hakkache, r. « les infections urinaires chez le nourrisson et l'enfant. These pour l'obtention du doctorat en pharmacie ». Rabat : universite mohammed v faculte de medecine et de pharmacie, 2015, p04.
- Hammes, w. P. And r. F. Vogel (1995). *The genus lactobacillus. The genera of lactic acid bacteria*, springer: 19-54.
- Hamraras d. Et azerine f. (2015) : etude physiopathologie des infections urinaires. Memoire de master en regulation endocrinienne et physiopathologie. Universite djilali bounaama khemis miliana ; algerie.
- Harlay, a. « dictionnaire de sciences medicales ». Editeur ellipses : 1997, p291
- Harrison r. 2002. Structure and function of xanthine oxidoreductase: where are we now?
- Hassaine o, 2013. caracteristiques d'interet technologiques de souches de bacteries lactiques isolees de lait camelin du sud algerien. These de doctorat en biotechnologie. Universite d'oran
- Hawa, t. « les infections urinaires dans le service de nephrologie et d'hemodialyse de l'hopital du point g ». These de doctorat en medecine. Bamako : universite de bamako, 2006, p24.
- Hickling d.r. sun t.t. et wu x.r. (2015). Anatomy and physiology of the urinary tract. relation to defense. *Microbial infection* .3(4): 10.1128.
- Hogg t., (2008), *essential microbiology*, john wiley et sons, ltd., pp188-190
- Holzapfel, w. H. And u. Schillinger (2002). &quot;introduction to pre-and probiotics.&quot; *food research international*.35(2): 109-116.
- Holzapfel, w. H., p. Haberer, et al. (2001). &quot;taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition.&quot; *the american journal of clinical nutrition*.73(2): 365s-373s.
- Hooton tm. Uncomplicated urinary tract infection. (2012). *N engl j med*. 15 mars 2012; 366(11) :1028-37.
- Hopkins, w.j., heisey, d. M., lorentzen, d. F et uehling, d.t. (1998); a comparative study of major histocompatibility complex and red blood cell antigen phenotypes as risk factors for recurrent urinary tract infections in women. *The journal of infectious diseases*; vol. 177, 1296-1301.

- Ho t.n.t., tuan n., deschamps a. And caubet r., (2007). Isolation and identification of lactic acid bacteria (lab) of the nem chua fermented meat product of vietnam. Int. Workshop on food safety and processing technology. 134-142.

## I

## J

- Janssen, m., geeraerd, a.h., cappuyens, a., garcia-gonzalez, l., schockaert, g., houteghem, n.v., vereecken, k.m., debevere, j., devlieghere, f. Et impe, j. (2007). Individual and combined effects of ph and lactic acid concentration on l. *Innocua*
- Jaworski, m.p. (2006). « kidney and nephron ». [en ligne] wikimedia commons. Disponible sur: « [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kidney\\_and\\_nephron\\_v4\\_antares42.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kidney_and_nephron_v4_antares42.svg) » consulté le 1 mars 2020.
- Jidar k., (2007). Prevalence du staphylocoque dore resistant a la methicilline chez les patients hospitalises en dermatologie. These de doctorat : universite paris descart faculte de medecine paris descart. 55p.
- Jones d., (1978). Composition and differentiation of the genus streptococcus. In: streptococci. Ed. Academic press, london, 1-49.

## K

- Kabeerdoss j., r. S. Devi et al. (2011). "effect of yoghurt containing bifidobacterium lactis bb12® on faecal excretion of secretory immunoglobulin a and human beta-defensin 2 in healthy adult volunteers." *nutr j*10: 138.
- Kelly w.j., davey g.p., ward l.j. 1998. Characterization of lactococci isolated from minimally processed fresh and vegetables. *Int. J. Food microbiol.* 45: 85-92.
- Kihal m, provost h, lhotte me, huang dq and divies c (1996) instability of plasmid encoded citrate permease in leuconostoc. *J.app microbiol* 22 :219-223.
- Kim, j., muhammad, n., jhun, b. H., & yoo, j. W. (2016). Probiotic delivery systems: a brief overview. *Journal of pharmaceutical investigation*, 46(4), 377-386.
- Klaenhammer t.r., barrangou r., buck b.l., azcarate-peril m.a., altermann e.,(2005). Genomic features of lactic acid bacteria effecting bioprocessing and health. *Fems microbiol*, vol. 29 n°3, p. 393–409.
- Klaenhammer t.r. (1993). Genetics of bacteriocins produced by lactic acid bacteria. *Fems microbiology rev*, 12: 39-86
- Klaenhammer t. R (1988). "bacteriocins of lactic acid bacteria." *biochimie* 70 (3): 337-349.
- Klaenhammer t. R (1998). "functional activities of lactobacillus probiotics: genetic mandate." *international dairy journal*.8(5-6): 497-505.
- Klein, g., pack, a., bonaparte, c. Et reuter, g. (1998). Taxonomy and physiology of probiotic lactic acid bacteria. *Int j food microbiol* 41: 103f125
- König h. Et frohlich j., (2009). *Biology of microorganisms on grapes, in must and in wine.* Ed springer-verlag., berlin heidelberg, p 109.
- König, h., fröhlich, j. (2009). *Biology of microorganisms on grapes, in must and in wine.* Springer-verlag berlin heidelberg, germany

- König h. Et Fröhlich j., 2009 - biology of microorganisms on grapes, in must and in wine. Springer- verlag. Berlin. Heidelberg : pp18-20.
- Kouta, k (2009). Infection urinaire chez les diabetiques adulte. Memoire de magistere : microbiologie. Universite ourgla: kasdi- merbah –ourgla, p 9-76.

## L

- Labioui h., el-moualdi l., el-yachoui m. Et ouhssine m., (2005), selection desouches de bacteries lactiques antibacteriennes, bull. Soc. Pharm. Bordeaux, vol.144, pp 237-250.
- Laforet, j. « le systeme urinaire inferieur : modelisation et validation experimentale. Étude de son activation selective ». These pour obtention du doctorat. Montpellier : universite montpellier ii, 2009, p06.
- Lamarre (2015). L'abrégé d'anatomie et de physiologie humaine. 7 édition, dans l'appareil urinaire, p155-163.
- Lanciotti, r., patrignani, f., bagnolini, f., guerzoni, m. E. Et gardini f. (2003). Evaluation of diacetyl antimicrobial activity against escherichia coli, listeria monocytogenes and staphylococcus aureus. Food microbiology, 20: 537-543.
- Land, m. H., k. Rouster-stevens, et al. (2005). & quot; lactobacillus sepsis associated with probiotic therapy. & quot; pediatrics.115(1): 178-181.
- Lansier, f ; crouzols, g ; lechaud m (2002). Livre d'hygiene et biologie humaines, editeur delagrave, france
- Laville, m et martin, x. « nephrologie et urologie, sois infirmiers ». 4eme edition jour des connaissances : 2007, p18-19.
- Lepot, f. « anatomie et physiologie du corps humain ». Edition lamarre. France : 2011, p43.
- Leveau j.y, bouix m. Et derojssart m, 1991. La flore lactique. Technique d'analyse de controle dans les iaao. 2eme edition tome3. Tech et doc., lavoisier, 2-40.
- Lievin-le moal, v., & amp; servin, a. L. (2014). Anti-infective activities of lactobacillus strains in the human intestinal microbiota: from probiotics to gastrointestinal anti-infectious biotherapeutic agents. Clinical microbiology reviews, 27(2), 167-199.
- Lobel, b. Et soussy, c.j. (2007) ; les infections urinaires ; springer ; paris ; 10-13p.
- Luquet, f.m., (1986). Bacteries lactiques. In : lait et produits laitiers (vache, chevre, brebis). Technique et documentation lavoisier.

## M

- Madec f. Epidemiologie des problemes urinaires chez la truie en elevage intensif. Bulletin des gtv, 1990, 2 : 39-45
- Madigan m., et martinko., 2007. Biologie des micro-organismes. Ed. Pearson. Paris.
- Mami, a., henni, j. E.et kihal, m. (2008). Antimicrobial activity of lactobacillus species isolated from algerian raw goat's milk against staphylococcus aureus. World j. Dairy & sci. 3: 39-49.
- Markowiak, p., & amp; śliżewska, k. (2017). Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. Nutrients, 9(9), 1021.
- Martensson, o. (2002). Lactic acid bacteria fermentation in oat-based suspension. Doctoral thesis, lund university, sweden.

- Martín r, and langella p. Emerging health concepts in the probiotics field: streamlining the definitions. *Front microb.* 2019; 10: 1047. Doi: 10.3389/fmicb.2019.01047
- Martirosyan, d. M., & leem, c. (2019). The bioactive compounds of probiotic foods/supplements and their application in managing mental disorders. *Bioactive compounds in health and disease*, 2(10), 206-220.
- Mathara jm, schillinger u, museve kutima ph, mbugua sk et holzapfel wh. (2004). Isolation, identification and characterisation of the dominant microorganisms of kule naoto: the maasai traditional fermented milk in kenya. *International journal of food microbiology*. 94, 269– 278
- Matsuzaki t. And chin j (2000). "modulating immune responses with probiotic Bacteria. " *immunology and cell biology*.78(1): 67-73.
- Mcfarland, l. V. (2007). "meta-analysis of probiotics for the prevention of traveler's diarrhea."*travel médecine and infectious disease*.5(2): 97-105.
- Mcmillan, a., m. Dell, m. P. Zellar, s. Cribby, s. Martz, e. Hong, j. Fu, a. Abbas, t. Dang, w. Miller, and g. Reid. 2011. Disruption of urogenital biofilms by lactobacilli. *Colloids surf. B biointerfaces*. 86(1) :58-64.
- Mechai, a. (2009). Isolement, caracterisation et purification de bacteriocines produites par des bacteries lactiques autochtones : etudes physiologiques et biochimiques, these de doctorat. Universite badjimokhtar- annaba, 99p.
- Menad N., 2018. Effet antagoniste des bacteries lactiques isolees à partir du lait de vache vis à vis de salmonella sp. Thèse de doctorat, Université ABDELHAMID IBN BADIS-MOSTAGANEM, 196p.
- Meziani m (2012) contribution du diagnostic biochimique bacterien dans l'établissement des parentes phylogenetiques : cas des enterobacteries et pseudomonas. These de magister specialite : biochimie. Universite mentouri constantine
- Mitsuoka, t. (1990). "bifidobacteria and their role in human health."*journal of Industrialmicrobiology*.6(4): 263-267.
- Mkrtchyan, h., gibbons, s., heidelberg, s., zloh, m., limaki, h.k. 2010. Purification, characterization and identification of acidocin lchv, an antimicrobial peptide produced by lactobacillus acidophilus n.v. er 317/402 strain narine. *Int.j. antimicrobial agents.*, 35: 255-260
- Mofredj, a., bahloul, h., and chanut, c. (2007). *Lactococcus lactis* : un pathogene opportuniste, *medecine et maladies infectieuses*, 37(4), 200-207.
- Mohammedi, s. « l'infection urinaire chez l'enfant : mefiez-vous des complications ».2013, vol 15, p11.
- Monteagudo-mera, a., rastall, r. A., gibson, g. R., charalampopoulos, d., & chatzifragkou, a. (2019). Adhesion mechanisms mediated by probiotics and prebiotics and their potential impact on human health. *Applied microbiology and biotechnology*, 103(16), 6463-6472.
- Mozzi, f and vignolo, g. M. (2010). *Biotechnology of lactic acid bacteria: novel applications*. Blackwell publishing, 54 :35-57.

## N

- Nagpal r., a. Kumar et al. (2012). & quot;probiotics, their health benefits and applications for developing healthier foods: a review. & quot; fems microbiology letters.334(1): 1-15.
- Nagpal r., h. Yadav et al. (2007). & quot; potential of probiotics and prebiotics for symbiotic functional dairy foods: an overview. & quot; international journal of probiotics and prebiotics. 2(2/3): 75.
- Nasrollahzadeh, a., mokhtari, s., khomeiri, m., & saris, p. E. J. (2022). Antifungal preservation of food by lactic acid bacteria. Foods, 11(3), 395. Doi: 10.3390/foods11030395
- Ng qx, peters c, venkatanarayanan n, goh yy, ho cy, and yeo ws. Use of lactobacillus spp. To prevent recurrent urinary tract infections in females. Med hypotheses. 2018; 114: 49-54. Doi: 10.1016/j.mehy.2018.03.001
- Nousiainen j., javanainen p., setala j. Et wright a.v. “lacticacidbacteria as animal probiotics”.2004. In: lactic acid bacteria: microbiological and functional aspects (salminen s., wright a.v. et ouwehand a.). 3e ed., marcel dekker, inc. New york. 547-560. In (etude de quelques proprietes probiotiques des quelques souches lactobacillus isolees de lait chamelle et de chevre [memoire de fin d’etudes] universite abdel hamid ibn badis).

## O

- Ouwehand, a.c and vesterlund, s. (2004). Antimicrobial components from lactic acid bacteria in lactic acid bacteria, microbiological and fonctional aspect. Third edition. Marcel dekker.

## P

- Patal, s., and gupta, r.s., (2018). Robust demarcation of fourteen different species groups within the genus streptococcus based on genome-based phyligenies and molecular signatures. Infection genetics and evolution, 66, 130-151.
- Patterson (2008). Probiotiques : bien faits au- dela des fonctions nutritionnelles de base. Aafc.1-4.
- Pauline (2018). A quoi sont dues les iu et comment les eviter ? [en ligne] consultee le 01-06-2020, sur : [Http: //amp-sante-lafigaro.fr/actualite/2011/12/02/16221-comment-prevenir-infectionsurinaires](http://amp-sante-lafigaro.fr/actualite/2011/12/02/16221-comment-prevenir-infectionsurinaires), consulte le : 02/06/2020
- Perry j.j., stalex j.t et lory s., 2004. Microbiologie cours et questions de revision. Edition person education france. P 617-634.
- Petranxien n. E et lapied, 1981. Qualite bacteriologique du lait et produits laitiers. Tech et doc., lavoisier,11-18.
- Pilet m.f., magras c., fererich m., 2005. Bacteries lactiques. In : bacteriologie alimentaire (federighi m.). 2e ed., economica. Paris. Pp 219-240.
- Pirotta mv, gunn j, chondros p, grover s, o’malley p, hurley s, et al. Effect of lactobacillus in preventing post-antibiotic vulvovaginal candidiasis: a randomised controlled trial. Bmj, 2004, 329, 548.
- Pringsulaka o., thongngam n., suwannasai n., atthakor w., pothivejkul k. Et rangsiruji a., (2011), partial characterization of bacteriocins produced by lactic acid bacteria isolated from thai fermented meat and fish products, food control, 23: pp 547-551.

## Q

- Querin. S., valiquette. L., 2000- physiopathologie des maladies du rein et des voies urinaires. Maloine, Canada

## R

- Rakhis, S., & Ladjal, H. (2016). Etude de quelques propriétés probiotiques des quelques souches *Lactobacillus* isolées de lait chamelle et de chèvre, mémoire de master. Université Abd El Hamid Ibn Badis Mostaganeme, faculté de science de la nature et de vie, 74p.
- Ruiz- Moyano, S., Martin, A., Benita, M.J., Nevado, F.P. and Cordoba, M.G. (2008). *Meat Sciences*, (80), 715-721.

## S

- Saidi n, guessas b, bensalah f, badis a, hadadji m, henni je, prevost h, kihal m., 2002. Caractérisation des bactéries lactiques isolées du lait cru de chèvre des régions arides d'Algérie. *Journal algérien des régions arides*, 01 :01-14.
- Salahshoori niaei f, farah taj navab a. Effects of valeriana officinalis and ciprofloxacin on kidney histopathology in rats pyelonephritis by pseudomonas aeruginosa. *Rev environ sci biotechnol*. 2022; 1(1): 23-27. Available at: [https://rbes.rovedar.com/article\\_160898.html](https://rbes.rovedar.com/article_160898.html)
- Salminen s., gorbach s., lee y.k. et benno y (2004). Human studies on probiotic: wheat is scientifically proven today. In: *lactic acid bacteria: microbiological and functional aspects (salminens., wrightt.a.v. et ouwehand a.)*. 3<sup>e</sup> ed., marcel dekker, inc, newyork. 515-530.
- Salminen, s., and von wright, a. (2004). *Lactic acid bacteria. Microbiological and functional aspects*, 139, 7.
- Salminen s., wright a.v. et ouwehand a., (2004), *lactic acid bacteria, microbiological and functional aspects*, marcel dekker, inc., u.s.a.
- Sandine w. E., (1988). New nomenclature of the rod-shaped lactic acid bacteria. *Biochimie*, 70 : 519-522.
- Sayad I., (2008). Qualité physicochimique et bactériologie des eaux de l'écosystème lacustre lac des oiseaux (wilaya de taraf). Mémoire de magister. Université Badji Mokhtar Annaba. Algérie. 125 p.
- Scardovi v. (1986). Genus bifidobacterium. In: holt jc, ed. *Bergey's manual of systematic bacteriol*. Volume. 2. 9th ed. Baltimore: williams & wilkins. Pp. 1418-1434.
- Schleifer, k. H., kraus, j., dvorak, c., kilpper-bälz, r., collins, m. D., & fischer, w. (1985). Transfer of streptococcus lactis and related streptococci to the genus lactococcus gen. Nov. *Systematic and applied microbiology*, 6(2), 183-195.
- Schultz m., a. Timmer et al. (2004). & quot; lactobacillus gg in inducing and maintaining remission of crohn's disease. & quot; *bmc gastroenterology*. 4 (1): 5.
- Simpson p.i., ross r.p., fitzgeald g.f., stanton c., (2004). Bifidobacterium psychraerophilum sp. Nov. And aeriscardovia aeriphila gen. Nov, sp.nov, isolated from a porcine caecum [en ligne]. Acces internet: (<http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/bb/psychraerophilum.html>)
- Smeltzer, s et bare, b. « soins infirmiers en médecine et en chirurgie : fonctions rénales ». 4<sup>e</sup>me édition : 2006, p135.

## T

- Terzaghi BE and Sandine WE (1975) Improved medium for lactic streptococci and their bacteriophages. *Applied Microbiology*, 29: 807-813
- Thompson J., Gentry-Weeks C.R., 1994. Métabolisme des sucres par les bactéries lactiques. In : *Bactéries lactiques* (De Roissart H. et Luquet F.M.). Loriga, Uriage. 1 : 239-290.
- Toutou Sissoko M. (2006) : Infections urinaires à Bamako : aspects épidémiologiques, bactériologiques et cliniques. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Bamako ; Mali

## U

- Uehara, S., Monden, K., Nomoto, K., Seno, Y., Kariyama, R., Kumon, H. (2006). A pilot study evaluating the safety and effectiveness of *Lactobacillus vaginal* suppositories in patients with recurrent urinary tract infection. *Int. J. Antimicrobial Agents*

## V

- Vasiljevic, T., & Shah, N. P. (2008). Probiotics—from Metchnikoff to bioactive. *International Dairy Journal*, 18(7), 714-728.
- Vuke- Weledji S.A. (2014). Infections et colonisation urinaires à entérocoque a l'HMI Mohammed V de rabat. Thèse de docteur en pharmacie, faculté de médecine et de pharmacie. Université. Mohamed V, 135 p

## W

- Wollowski, I., G. Rechkemmer, et al. (2001). "Protective role of probiotics and prebiotics in colon cancer."*The American journal of clinical nutrition*.73(2): 451s-455s.

## X

## Y

- Yadav h., s. Jain et al. (2007). " antidiabetic effect of probiotic dahi containing lactobacillus acidophilus and lactobacillus casei in high fructose fed rats. " *nutrition*.23(1): 62-68.
- 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.
- Yan, f., & polk, d. B. (2009). Mechanisms of probiotic regulation of host homeostasis. In: michail s., sherman p.m. (eds). *Probiotics in pediatric medicine* (pp. 55-56). Humana press.
- Yan, t., & goldman, r. D. (2020). Les probiotiques pour la diarrhee liee aux antibiotiques chez l'enfant. *Canadian family physician*, 66(1), e9-e11.
- Yateem a., balba m t., al-surrayai t., al-mutairi b. And al-daher r., 2008. Isolation of lactic acid bacteria with probiotic potential from camel milk. *International. Journal of dairy. Science*: 3(4): pp 194-199

- Yehia, h. M., ghanem, s., elobeid, t., mosilhey, s. H., and savvaidis, i. N. (2017). In vitro characterization of a vancomycin resistant strain of *leuconostoc lactis* isolated from chicken carcasses and its activity against some foodborne pathogens. *African journal of food science*. 11(10), 337-345.

## Z

- Zalan, z., hudacek, j., stetina, j., chumcholova, j. Et halasz, a. (2010). Production of organic acids by *lactobacillus* strains in three different media. *Eurfood res technol* 230 :395-404.
- Zarour k., benmechernene z., hadadji m., moussa-boudjema b., henni j e. And kihal m., 2013. Caractérisation microbiologique et technologique des espèces de *leuconostoc mesenteroides* du lait cru de chèvre et de chèvre d'Algérie. *Revue « nature and technologie » b-sciences agronomiques et biologiques* 8 :39-47.
- Zergoug A, 2017-Effet des probiotiques et bactériocines vis-à-vis des pathogènes responsables des infections urinaires, Thèse de Doctorat, Université ABDELHAMID IBN BADIS-MOSTAGANEM, 166p
- Zergoug A, Cheriguene A, Chougrani F, (2016) In vitro antibacterial activity of lactic acid bacteria isolated from goat's raw milk of MOSTAGANEM (west Algeria) against Gram negative bacteria responsible for urinary tract infections, *South Asian Journal of Experimental Biology*, vol 6, 15-22
- Zheng, g., ruan., l., sun, m., and ganzle, m. (2015). A genomic view of *lactobacilli* and *pediococci* demonstrates that phylogeny matches ecology and physiology. *Application environment microbial*, 81, 7233-7243.
- Zielinska, d., kolozyn-krajewska, d. (2018). Food-origin lactic acid bacteria may exhibit probiotic properties: review. *Biomed research international*, 2018, 1-15

# ANNEXES

## ANNEXES I

### **Milieu MRS (De Man, Rogosa and Sharpe, 1960)**

Extrait de levure	05 g
Extrait de viande	10 g
Peptone	10 g
Acétate de sodium	5 g
Citrate d'ammonium	2 g
Glucose	20 g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	2 g
MgSO <sub>4</sub>	0,25 g
MnSO <sub>4</sub>	0,05 g
Agar-agar	15g
Eau distillée	1000 ml

pH =6,8

### **Milieu MRSc (De Man, Rogosa and Sharpe, 1960) + Cystéine**

Extrait de levure	05 g
Extrait de viande	10 g
Peptone	10 g
Acétate de sodium	05 g
Citrate d'ammonium	02 g
Glucose	20 g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	02 g
MgSO <sub>4</sub>	0,25 g
MnSO <sub>4</sub>	0,05 g
Cystéine-HCl	0,5 g
Eau distillée	1000 ml

pH =6,8

### **Milieu MRS bouillon (De Man, Rogosa and Sharpe, 1960)**

Peptone	02 g
Extrait de levure	05 g
Extrait de viande	10 g
Glucose	20 g
Polysorbate 80	01 g
Citrate d'ammonium	02 g
Acétate de sodium	05 g
Sulfate de magnésium	0,10 g
Sulfate de manganèse	0,05 g
Phosphate disodique	02g
pH =6,2	

### **Milieu MRS-BCP Sans Extrait De Viande : "Man, Rogosa, and Sharpe**

#### **Broth with BCP (Bromocresol Purple)"**

Extrait de levure	05 g
Extrait de viande	10 g
Peptone	10 g
Acétate de sodium	05 g
Citrate de sodium	02 g
Glucose	20 g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	02 g
MgSO <sub>4</sub>	0,25 g
MnSO <sub>4</sub>	0,05 g
Pourpre de bromocrésol	0,025 mg
Eau distillée	1000 ml
pH =6,8	

### **Milieu Mueller-Hinton (Mueller et Hinton, 1941)**

Infusion de viande de bœuf	3000 cm <sup>3</sup>
Peptone de caséine	17,5 g
Amidon de maïs	1,5 g
Agar-agar	17 g
pH=7.4	

### **Milieu désoxycholate William I. Taylor, 1965**

Peptone	10 g
Citrate de sodium	01 g
Lactose	10 g
Rouge neutre	0,03 g
Désoxycholate de sodium	01 g
Chlorure de sodium	05 g
Hydrogénophosphate de potassium	02 g
pH =7,1	

### **Milieu Hektoen (Sylvia Hektoen, 1968)**

Protéose peptone	12 g
Chlorure de sodium	05 g
Citrate de fer ammoniacal	1,5 g
Lactose	12 g
Fuchsine acide	0,1 g
Agar-agar	14 g
Extrait de levure	03 g
Sels biliaires	09 g
Salicine	02 g
Saccharose	12 g
Bleu de bromothymol	0,065 g
pH =7,5	

### **Milieu chapman (George Chapman, 1945)**

Peptone	10 g
Extrait de viande	01 g
Chlorure de sodium	75 g
Mannitol	10 g
Rouge de phénol	0.025 g
Agar	15 g
pH=7.4	

### **Milieu Citrate de Simmons (James Simmons, 1926)**

Citrate de sodium	01 g
Hydrogénophosphate de potassium	01 g
Dihydrogénophosphate d'ammonium	01 g
Agar-agar	15 g
pH=6,9	

### **Milieu Cétrimide (King, Ward, et Raney, 1954)**

Peptone de gélatine	16 g
Acide nalidixique	15 g
Sulfate de potassium	10 g
Chlorure de magnésium	1,4 g
Agar-agar	10 g
pH=7,1	

### **Milieu King A (Elizabeth O. King, 1954)**

Peptone dite "A"	20 g
Glycérol	10 g
Sulfate de potassium	10 g
Chlorure de magnésium	1,4 g
Agar purifié	12 g
pH = 7,2	

### **Gélose nutritive (Julius Richard Petri, 1880)**

EXTRAIT DE VIANDE	01 g
EXTRAIT DE LEVURE	02 g
PEPTONE	05 g
CHLORURE DE SODIUM	05 g
AGAR	15 g
pH =7.4	

### **Bouillon nutritive (par litre)**

Extrait De Viande	01 G
Extrait De Levure	02 G
Peptone	05 G
Chlorure De Sodium	05 G
pH =7.4	

### **Bouillon Schubert**

Tryptoptone	12g
Tryptophane	01g
Mannitol	09g
Bile de bœuf déshydratée	25g
Chlorure de sodium	05g
Phosphate monopotassique	1.5g
Phosphate di-potassique	3.5g
Lauryl-sulfate de sodium	0.2g
Eau	1000ml
pH =7.6	

### **Milieu Mannitol mobilité**

Hydrolysate tryptique de caséine	10 g
Mannitol	7,5 g
Rouge de phénol	0,04 g
Nitrate de potassium	1 g
Agar-agar	3,5 g
pH = 7,6	

### **Milieu VF (Viande Foie)**

Base viande foie	30 g
Glucose	02 g
Agar	06 g
pH = 7,4	

### **Milieu OGA "Oxydase Test Agar"**

Extrait de levure	05 g
Glucose	20 g
Agar-agar	12 g
pH =7,0	

### **ANNEXES II**

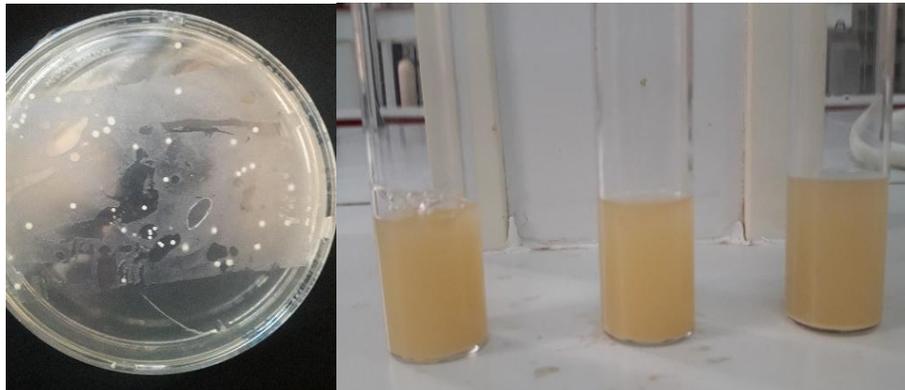
#### **Eau physiologique**

Chlorure de sodium	8,5 g
Peptone	0,5 g
Eau distillé	1000 ml
pH =7	

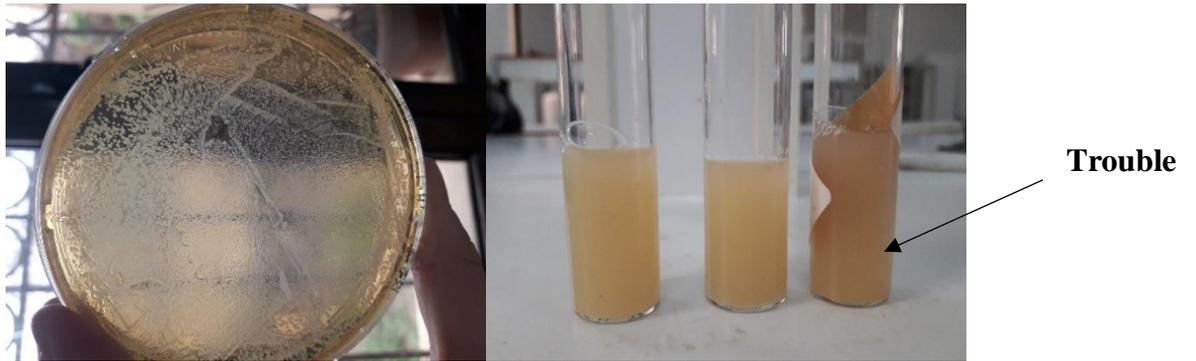
#### **Eau Peptonée**

Peptone Exemple d'indole	10 g
Chlorure de sodium	5 g
pH=7.2	

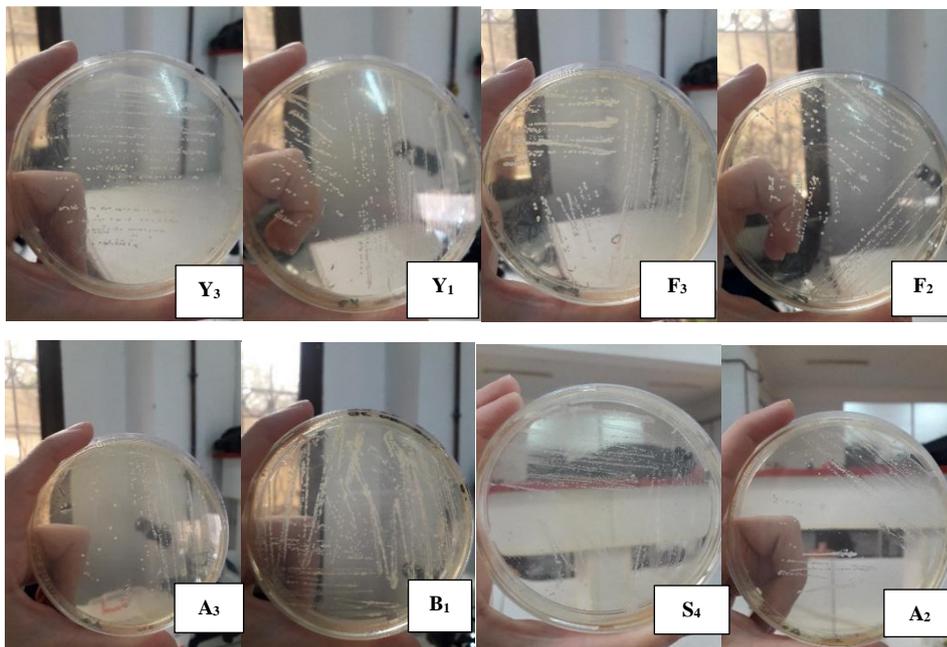
### **Annexes III : Photos des Résultats**



**Figure 1** : Isolement des souches lactiques à partir du lait sur  
Gélose MRS et Bouillon MRS



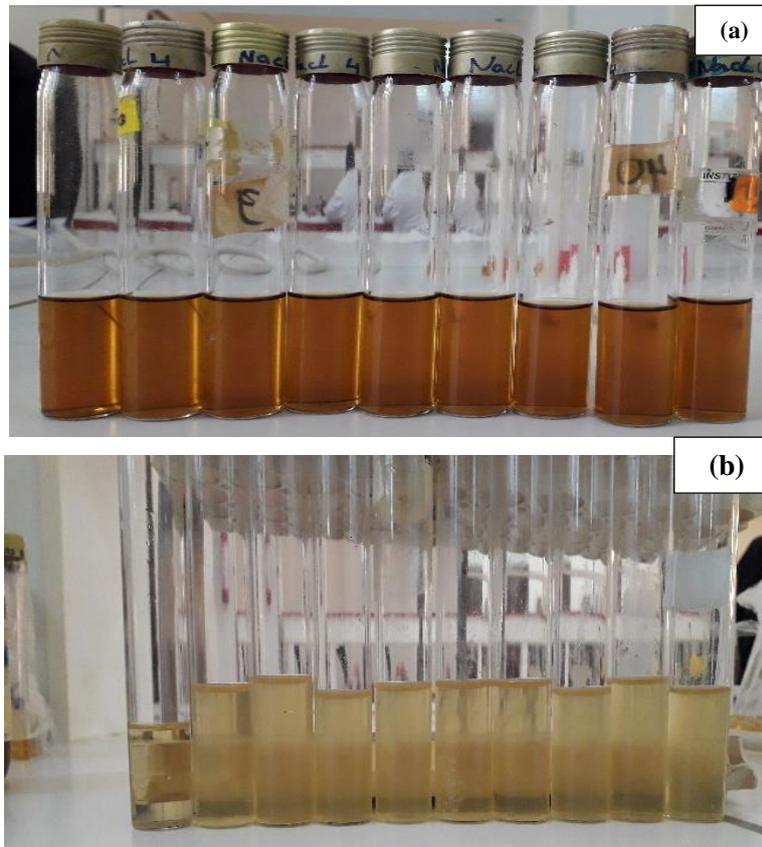
**Figure 2 :** Isolement des bifidobactéries à partir du Yaourt sur  
Gélose MRSc et Bouillon MRSc



**Figure 3 :** Observation macroscopique des souches lactiques purs

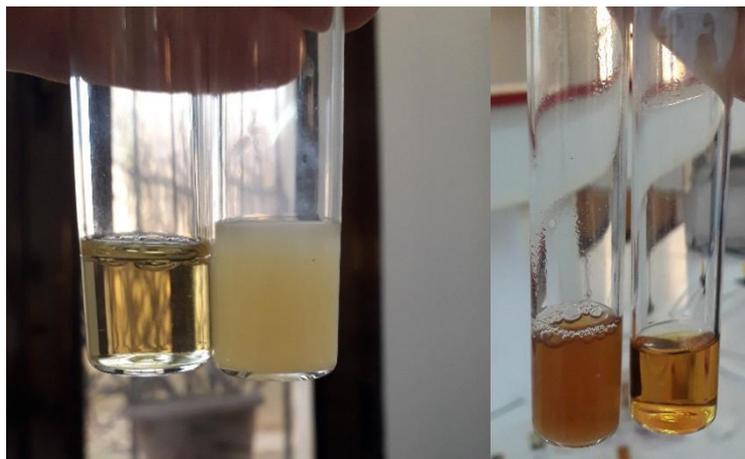


**Figure 4** : Croissance bactérienne à 15°C.



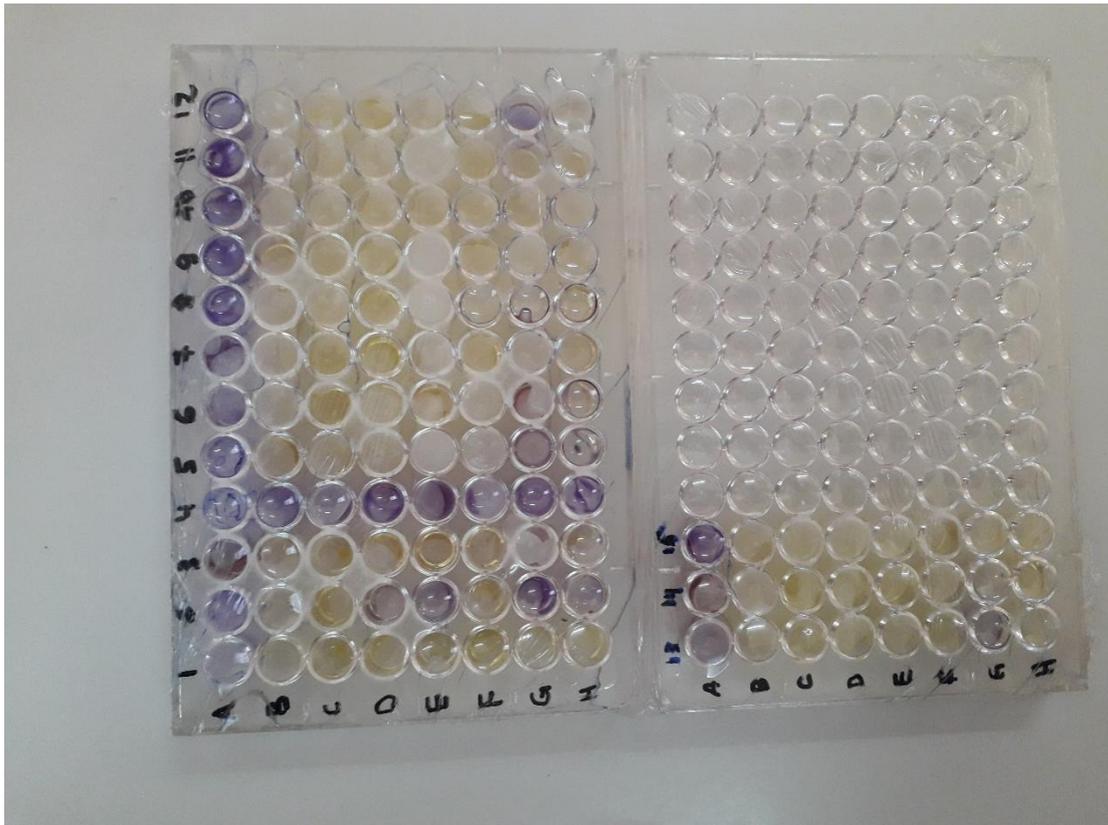
(a) : NaCl 4% ; (b) : NaCl 6.5%

**Figure 5** : Croissance sur différentes concentrations de NaCl



(a) : pH 4.5 ; (b) : pH 9.5

**Figure 6** : Croissance sur différentes concentrations de pH



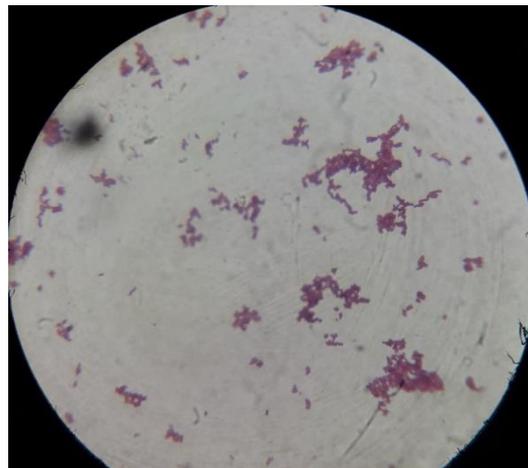
1 : S1 / 2 : S2 / 3 : S4 / 4 : S5 / 5 : F1 / 6 : F2 / 7 : F3 / 8 : Y1 / 9 : Y2 / 10 : Y3 / 11 :  
 A1 /  
 12 : A2 / 13 : A3 / 14 : B1 / 15 : CH5

A : Témoin / B : Glucose / C : Lactose / D : Fructose / E : Sucrose / F : Maltose

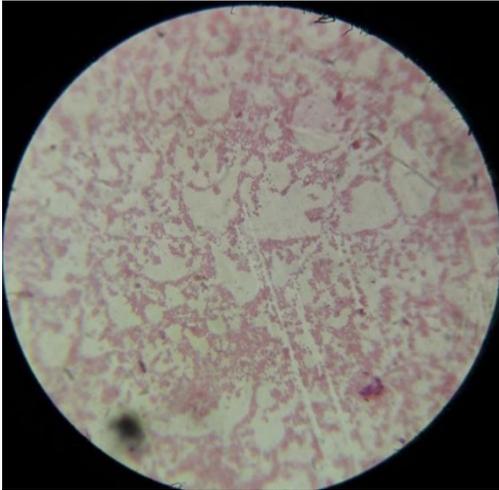
**Figure 7 : Profil Fermentaire des Souches Lactiques**



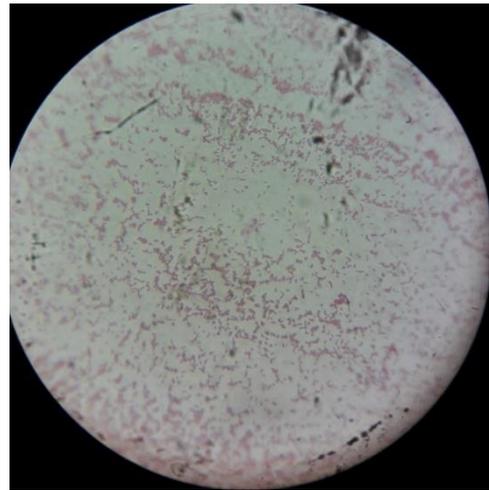
1 : Observation microscopique d'*E. coli*



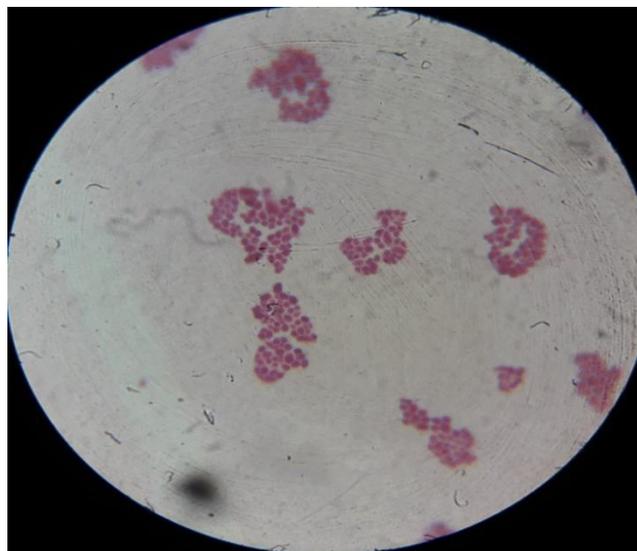
2 : Observation microscopique de *S. aureus*



3 : Observation microscopique de *C. freundii*



4 : Observation microscopique de *P. aeruginosa*



5 : Observation microscopique de *C. albicans*

**Figure 8** : Observation microscopiques des Uropathogènes



**Figure 9** : La recherche du Catalase chez *S. aureus*

Annex04 : Tableaux de références.

Tableau 01 : Caractéristiques des *Lactobacillus*.

Tableau 12 - Caractéristiques des *Lactobacillus*

Groupe	<i>Lactobacillus</i>										<i>Thermobacterium</i>			
	<i>Lactobacillus</i>					<i>Streptobacterium</i>					<i>Thermobacterium</i>			
	<i>L. jirovecii</i>	<i>L. lactis</i>	<i>L. acidophilus</i>	<i>L. fermentum</i>	<i>L. bulgaricus</i>	<i>L. casei</i>	<i>L. casei</i>	<i>L. casei</i>	<i>L. casei</i>	<i>L. casei</i>	<i>L. casei</i>	<i>L. casei</i>	<i>L. casei</i>	<i>L. casei</i>
CO <sub>2</sub> sur glucose	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Culture à 15 °C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Culture à 45 °C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Arginine (NH <sub>4</sub> )	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Amygdaline	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Esculine	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Culture teepol 0,4 %	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Arabinose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cellobiose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gluconate	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lactose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mannitol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mélezitose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Melibiose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Raffinose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rhamnose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ribose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Saccharose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Trehalose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sorbitol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Xylose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Acide lactique (type)	DL	DL	DL	DL	DL	DL	DL	DL	DL	DL	DL	DL	DL	DL
Sérotype	E	E	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
% acide sur lait	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Auxotrophies	F	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

v : variable ; R : riboflavine ; P : pyridoxal ; F : acide folique ; B : vitamine B12 ; T : thymidine ; - : non déterminé  
 \* voisin de *L. frigidus* ; \*\* voisin de *L. delbrueckii* ; \*\*\* = *L. casei* ; \*\*\*\* = *L. rhamnosus* ; \* = *L. tolerans* = *L. paracasei* tolerans ; \*\* = voisin de *L. reuteri* ; \*\*\* = voisin de *L. frugii*

Tableau 02 : Caractéristiques des *Leuconostoc*.

Tableau 15 - Caractéristiques des *Leuconostoc*

	<i>Leuconostoc</i>					Autres <i>Leuconostoc</i>
	<i>L. lactis</i>	<i>L. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>	<i>L. mesenteroides</i> subsp. <i>dextranicum</i>	<i>L. mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides</i>	<i>L. paramesenteroides</i>	
Culture à 37 °C	+	-	+	v	v	v
Résistance 15 min à 55 °C	+	-	v	v	v	v
Production d'acétolone (citrate)	-	+	-	-	-	+
Saccharose	+	-	+	+	+	v
Arabinose	-	-	-	+	+	+
Trehalose	-	-	+	+	+	+
Fructose	+	-	+	+	+	v
Production de dextrane	-	-	+	+	v	v
Esculine	-	-	v	v	v	v
Arginine	-	-	-	-	-	-
Lait tourmesolé	a/AC	-	-	a/-	-	-
Groupe selon Garvie	2	1	4	5/6	3	-

v : variable ; a : acidification légère ; A : acidification ; C : coagulation.

Tableau 03: Caractéristiques des *Enterococcus*, *Lactococcus* et *Streptococcus*.

Tableau 14 - Caractéristiques des *Enterococcus*, *Lactococcus* et *Streptococcus*

	Enterococcus			Lactococcus			Streptococcus					
	<i>E. faecalis</i>	<i>E. faecium</i>	<i>E. faecium</i>	<i>L. lactis</i> (subsp. <i>cremoris</i> )	<i>L. lactis</i> (subsp. <i>lactis</i> )	<i>L. delbrueckii</i>	<i>S. applanctus</i>	<i>S. bovis</i>	<i>S. dysgalactiae</i>	<i>S. mitis</i>	<i>S. pyogenes</i>	<i>S. thermophilus</i>
Groupe sérologique	D	D	D	N	N	N	B	D	C	C	C	C
Hémolyse	αβ	D	(α)	+	+	+	(β)	(α)	(α)	(α)	(α)	(α)
Croissance à 10 °C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Croissance à 45 °C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Croissance à pH 9,6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Croissance à 6,5 % NaCl	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Croissance sur milieu bilé	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Résistance 30 mn à 63 °C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Résistance à l'optochine	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Croissance sur lait « bleu »	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Arginine	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Résistance au tellurite	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Hydrolyse de l'hippurate	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Réduction du TTC	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lait tournesolé	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	+	AC	+	+	A	AC
Lactose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Maltose	(+)	(+)	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mannitol	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melibiose	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acétoïne (VP)	v	v	v	+	-	-	+	v	-	-	-	v
Citrate	v	+	-	(+)	-	+	-	-	-	-	-	-
CO <sub>2</sub> sur citrate	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
β-glucuronidase	-	-	-	+	-	-	(+)	+	+	-	(-)	-
Gélatinase	-	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrolyse de l'amidon	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Esculine	+	+	+	v	v	v	-	+	-	v	v	-

v : variable ; (+) : positif pour la plupart des souches ; A : acidification ; R : réduction ; C : coagulation ; - : non déterminé ; \* : + sur citrate

Figure 11 : Les tableaux de références des souches lactiques