

République Algérienne Démocratique et Populaire
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem

Faculté Des Sciences de La Nature et de La Vie

Département de Biologie



UNIVERSITÉ
Abdelhamid Ibn Badis
MOSTAGANEM



UNIVERSITÉ
Abdelhamid Ibn Badis
MOSTAGANEM

Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCE BIOLOGIQUE

Spécialité : Microbiologie fondamentale

Par

**HADRA MAHDJOUBA
&
BENALLOU HOUDA**

Thème :

**L'effet antagonisme des bactéries lactiques vis-à-vis des bactéries
pathogènes responsables des infections urinaires**

Soutenu le 03/07/2023 devant le jury composé de :

Président	CHERIGUENE Abderrahim	Pr	Université de Mostaganem
Encadreur	CHOUGRANI Fadela	Pr	Université de Mostaganem
Examinateur	BEKENNICHE Nahla	MCB	Université de Mostaganem
Co-encadreur	BOUCHIBANE Malika	Dr	Université de Mostaganem

Année Universitaire : 2022/2023

قال الله تعالى:

{يرفع الله الذين امنوا منكم والذين اوتوا العلم درجات والله بما تعلمون خبير}

المجادلة 11

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم:

{من سلك طريقا يلتمس فيه علما سهل الله له طريقا إلى الجنة}

Remerciements

« Louange à Dieu qui nous a donné l'esprit, la volonté, le courage et le Savoir».

Je dois l'aboutissement de ce mémoire à de nombreuses personnes. Tout d'abord, je tiens à remercier l'encadreur **Mme CHOUGRANI Fadela**, professeur à l'université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, pour l'honneur qu'elle m'a fait en dirigeant ce travail, de m'avoir permis de travailler sur un projet des plus intéressants. Je tiens à lui exprimer ma reconnaissance pour sa grande disponibilité, ses conseils et pour son écoute attentive tout au long de l'élaboration de ce modeste travail.

Je tiens à remercier **Mlle BOUCHIBANE Malika** doctorante à l'université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem pour l'honneur qu'elle m'a fait en codirigeant ce travail, pour sa disponibilité, ses conseils, je lui exprime ma profonde reconnaissance pour son aide précieuse. Mes remerciements les plus sincères vont aussi à **Mr CHERIGUENE Abderrahim**, professeur à l'université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider ce jury.

Je tiens à remercier **Mme BEKENNICHE Nahla**, Maitre-assistant A à l'université Abdelhamid Ibn Badis –Mostaganem- d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Un remerciement spécial et chaleureux à l'encontre **Hafida**, technicienne au laboratoire de microbiologie 1 qui m'a tant aidé sur tous les plans, merci pour tes conseils, et ta gentillesse.

Un remerciement pour **Mr Dahou** et le personnel du laboratoire de recherche à Hassi Mameche , merci de nous aider durant ce travail.

Mes remerciements vont également à mes enseignants qui m'ont accompagné pendant mon cursus universitaire et l'ensemble du personnel travaillant aux laboratoires de microbiologie, Université de Mostaganem.

Je tiens à remercier spécialement tous les amis avec qui j'ai passé les moments les plus mémorables et je leur souhaite en beaucoup de succès.

MERCI A TOUS.....

Dédicace :

Avec l'aide de Dieu « الله »

J'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie À :

*A ma mère **Houria**: tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence. La source de tendresse aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner.*

*A mon père **Charef**: Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être et qui m'a toujours encouragée et donné envie d'aller plus loin.*

*A ma très chère sœur (**Chahrazed**)*

*A mes très chères frères (**Mohamed El-Amine et Sid Ahmed**)*

*A ma binôme **Houda** et mon amie **Fathia**, et mes amies de promotion (**Fatima, Wiam, Aya, Ikram**)*

*A toute la famille **Haidra**.*

Mahdjouba



Dédicace :

C'est grâce à Dieu « الله » le tout puissant m'a donné le courage et la volonté pour achever mon travail que je dédie :

Á mes chers parents, qui m'ont doté une éducation digne

*Á mon père « **Miloud** » qui m'a donné confiance, je suis fier de toi, tu es mon seul héros et le meilleur père au monde.*

*Á ma mère «**Daouia** », pour ton amour, tes sacrifices, et tes sacrifices durant toutes mes années d'études*

Que dieu tout puissant vous protège, et vous accorde santé, bonheur et longue vie pour vous puissiez assister à d'autres succès. je vous aime

*Á mon cher unique frère « **islam** », tu m'as donné la vie par ton soutien, Á ma binôme « **Mahdjouba** », dieu te garde ma belle.*

*Á ma très chère amie « **Batoul** » je t'aime ma sœur.*

*Á mes meilleures amies de ma promotion, en particulier « **Wiam** », « **Fatima** », « **Aya** », et « **Ikram** ».*

Á mes oncles, mes tantes, et tous ceux qui ont contribué de près et de loin.

Houda



Résumé

Les bactéries lactiques ont une longue histoire dans la préservation des aliments contre les microorganismes de détérioration. Elles sont couramment utilisées dans les fermentations des aliments. Elles sont capables de produire plusieurs métabolites ayant des effets bénéfiques sur la santé et inhiber la croissance des microorganismes de détérioration des aliments aux conservateurs. Elles peuvent aussi être la clé pour réduire l'utilisation de produits chimiques.

Parmi les métabolites des bactéries lactiques il y a les bactériocines, l'acide lactique, peroxyde d'hydrogène...Ce sont des biomolécules antimicrobiennes efficaces aux différentes infections pathologiques causées par des microorganismes pathogènes comme les bactéries provoquant des maladies très dangereuses tel que les infections dans les voies urinaires la plus commune après celle des voies respiratoires. En effet, ces infections constituent un véritable problème de santé publique.

20 souches lactiques locales d'origine laitier ont été utilisées pour tester leur pouvoir antimicrobienne vis-à-vis des germes pathogènes responsables de infections urinaires à savoir *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis* par contact direct.

L'activité antimicrobienne a été réalisée suivant deux méthodes : la méthode des puits et la méthode des disques. Les résultats ont révélé une bonne activité de nos souches en particulier par la méthode des puits envers les uro-pathogènes. Ceci est observé par l'apparition des zones d'inhibition avec des différents diamètres entre 8 et 30mm. Après on a terminé par l'antibiogramme des 16 souches lactiques pour voir la résistance et la sensibilité de ces bactéries contre 5 antibiotiques.

Les Mots Clés : bactéries lactiques, bactéries pathogènes, activité antimicrobienne.

Abstract

Lactic acid bacteria have a long history in preserving food against spoilage microorganisms, are commonly used in food fermentations, can produce several metabolites with health benefits, and inhibit the growth of spoilage microorganisms in food preservatives. They can also be the key to reducing the use of chemicals.

Among the metabolites of lactic acid bacteria are Bacteriocins, lactic acid, hydrogen peroxide, etc. These are antimicrobial bio-molecular effective against various pathological infections caused by pathogenic microorganisms such as bacteria, causing highly dangerous diseases such as urinary tract infections, the most common after respiratory tract infections, which constitute a real public health problem.

20 local lactic acid bacteria strains of dairy origin were used to test their antimicrobial activity against pathogenic germs responsible for urinary tract infections, namely *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumonia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis* by direct contact.

Antimicrobial activity was assessed using two methods: the well method and the disk method. The results showed good activity of our strains, in particular by the well method, towards uropathogens. This was observed by the appearance of zones of inhibition with different diameters ranging from 8 to 30 mm. We then completed the anti-bio-gram of 16 lactic strains to see the resistance and sensitivity of these bacteria against 5 antibiotics.

Key words: lactic acid bacteria, pathogenic bacteria, antimicrobial activity

ملخص

لطالما كان للبكتيريا اللبنية تاريخا طويلا في المحافظة على الأطعمة من الكائنات الدقيقة الضارة. فهي تستخدم وبشكل كبير في عملية التخمر ولها القدرة على إنتاج العديد من الجزيئات المفيدة في مجال الصحة مانعة بذلك نمو الكائنات المسؤولة عن فساد الأغذية كما بإمكانها إن تكون الحل الأمثل للتقليل من استخدام المواد الكيميائية.

من بين المضادات التي تنتجها بكتيريا حمض اللاكتيك البكتريوسينات ,حمض اللاكتيك,و بيرو كسيد الهيدروجين تعتبر هذه الأخيرة جزيئات حيوية فعالة ضد الالتهابات التي تسببها البكتيريا الضارة ,و التي تؤدي إلى الإصابة بأمراض خطيرة كالتهابات المسالك البولية الأكثر شيوعا,بالإضافة إلى التهابات الجهاز التنفسي. أصبحت هذه العدوى تشكل أزمة صحية حقيقية عامة.

تم استخدام 20 سلالة من بكتيريا حمض اللاكتيك المحلية ذات الأصل اللبني من اجل اختبار قوتها المضادة للميكروبات ضد الجراثيم المسؤولة عن ظهور التهابات المسالك البولية و هي :

Escherichia coli ; Pseudomonas aeruginosa ; Proteus mirabilis ; Klebsiella pneumoniae
Enterococcus faecalis

تم إجراء هذا العمل بطريقتين حيث أظهرت النتائج نشاطا واضحا لسلالاتنا خاصة في تقنية البور ضد بكتيريا التهابات المسالك البولية وقد لوحظ ذلك من خلال ظهور مناطق التثبيط بأقطار مختلفة تتراوح بين 8 إلى 28 مم.

أخيرا أنهينا العمل بدراسة تأثير المضادات الحيوية على كل من 16 سلالة لبنية لمعرفة مقاومتها وحساسيتها اتجاه 5 مضادات حيوية.

الكلمات المفتاحية: البكتيريا اللبنية ' البكتيريا الضارة ' قوة مضادات الميكروبات .

Liste des principales Abréviations

ADN : Acide désoxyribonucléique

AL : Acide Lactique

ATP : acide adénosine tri-phosphorique

ATCC : American Type Culture Collection

BN : billion nutritive

BP : Bactéries pathogènes

CO₂ : dioxyde de carbone

DO : densité optique

HMF : Homo-fermentaires

HTF : Hétéro-fermentaires

IC : Cystite interstitielle

IVU : Infection de voies urinaires

GAP : Glycéraldéhyde phosphate

GIH : Gastro intestinale humain

LAB : Bactéries lactiques

MH: Mueller Hinton

MRS: Man, Rogosa ET Sharpe

PAM : Peptide antimicrobienne

pH : Potentiel hydrogène

RAM : Résistance antimicrobienne

ZI : Zone d'inhibition

Liste des Tableaux

Tableau 1 : division du genre <i>Lactobacillus</i> en sous-genres et en sous-groupes moléculaires(klein et al., 1998).	9
Tableau 2 : Caractéristiques différentielles des bactéries lactiques (Narvhus et Axelsson., 2003)	10
Tableau 3 : Origine et identification des souches des bactéries lactiques.	29
Tableau 4 : Bactéries pathogènes testées.....	30
Tableau 5: l'antibiotique utilisé et leur famille.....	35
Tableau 6: Résultats de l'aspect microscopique des bactéries lactiques	40
Tableau 7: résultats de l'aspect microscopique des bactéries pathogènes	42
Tableau 8 : les moyennes des diamètres d'inhibition des souches indicatrices vis à vis des antibiotiques	55

Liste des figures

Figure 1 : <i>Bifidobacterium sp</i> (Aibeche et al., 2020)	6
Figure 2 : <i>Lactobacillus bulgaricus</i> au microscope électronique (Menad., 2018).....	8
Figure 3 : Genres des bactéries lactiques importantes dans les aliments, montrant des changements de nomenclature de 1980 à 2000 (Narvhus et Axelsson., 2003).....	10
Figure 4 : Mode d'action du peroxyde d'hydrogène produit par les lactobacilles sur les germes pathogènes (Ocana et al., 1999 ; Lepargneur et Rousseau, 2002).....	16
Figure 5 : Mode d'action de l'acide lactique produit par lactobacilles sur les pathogènes (Boskey et al., 2001).	17
Figure 6 : Séquence et structure de l'antibiotique de type A (Nisine), B(Mercacidine) et d'un l'antibiotique « two peptides » (McAuliffe et al., 2001).	20
Figure 7 : Mode d'action des bactériocines de bactéries lactiques (Cotter et al., 2005).....	21
Figure 8 : Voies excrétrices urinaires	24
Figure 9 : causes de maladies de cystite chez l'homme	24
Figure 10 : les causes d'urétrite chez l'homme	25
Figure 11 : <i>E coli</i> observée au microscope électrique (P.Sri chandana; 2015)	26
Figure 12 : <i>Proteus</i> observée au microscope électronique (Ducluzeau., 2006).....	27
Figure 13 : <i>Klebsiella pneumoniae</i> observée au microscope électrique (Thierry ., 2019).....	27
Figure 14 : technique de la préparation d'une culture jeune.....	33
Figure 15 : Schéma des méthodes de l'effet antimicrobien des LAB.	34
Figure 16 : méthode d'antibiogramme sur les bactéries lactiques	36
Figure 17 : Résultat de test catalase.....	37
Figure 18 : Aspect des bactéries lactiques pures en milieu MRS liquide.....	37
Figure 19 : Aspect des souches pathogènes pures en milieu BN.....	38
Figure 20 : Aspect des souches lactiques pures en milieu MRS solide.....	38
Figure 21 : Aspect macroscopique des uro-pathogènes sur milieu Mac Con Key.	39
Figure 22 : Observations microscopiques des bactéries lactiques bacilles (anaérobies) (G : 10x100).	40
Figure 23 : Observations microscopiques des bactéries lactiques couques (aérobies) (G : 10x100)	40

Figure 24 : Observation microscopique des souches pathogènes après la coloration de Gram (Gx100).....	42
Figure 25: L'activité antagoniste des souches lactiques isolées vis-à-vis des bactéries pathogènes.....	45
Figure 26 : Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S4 et S6) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.	46
Figure 27: Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S9et S14) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits	46
Figure 28: Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S15 et S21) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.	47
Figure 29: Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S28 et S30) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.	47
Figure 30 : Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S 101 et S102) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.	48
Figure 31: Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S105 et S107) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.	48
Figure 32 : Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S108 et S109) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.	49
Figure 33: Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S4 et S6) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.	49
Figure 34: Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S111et S103) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.	50
Figure 35: Les moyennes des zones d'inhibition de la souche S104 vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.	50
Figure 36 : L'activité antagoniste des souches lactiques isolée vis-à-vis des bactéries pathogènes par méthodes des disques.	52
Figure 37 : Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S108 et S109) vis-à-vis des germes pathogènes par la méthode des disques.	52
Figure 38: Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S110 et S11) vis-à-vis des germes pathogènes par la méthode des disques	53
Figure 39: Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S112et S102) vis-à-vis des germes pathogènes par la méthode des disques.	53
Figure 40: Antibiogramme des souches lactiques.....	54

TABLE DES MATIERES

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction1

Chapitre I : les données bibliographiques

1. Bactéries lactiques	3
1.1. Généralités	3
1.2. Origine et habitats	3
1.3. Culture des bactéries lactiques.....	4
1.4. Taxonomie et classification	4
1.4.1. Taxonomie des bactéries lactiques	4
1.4.2. Méthodes de classification	4
1.4.3. Classification	5
1.5. Caractéristiques des principaux genres	5
1.5.1. Genre <i>Enterococcus</i>	5
1.5.2. Genre <i>Streptococcus</i>	5
1.5.3. Genre <i>Bifidobacterium</i>	5
1.5.4. Genre <i>Oenococcus</i>	6
1.5.5. Genre <i>Lactococcus</i>	6
1.5.6. Genre <i>Pediococcus</i>	6
1.5.7. Genre <i>Leuconostoc</i>	6
1.5.8. Genre <i>Vagococcus</i>	7
1.5.9. Genre <i>Tetragenococcus</i>	7

1.5.10. Genre <i>Weissella</i>	7
1.5.11. Genre <i>Carnobacterium</i>	7
1.5.12. Genre <i>Lactobacillus</i>	8
1.6. Voies métaboliques	11
1.6.1. Voie homo-fermentaire	11
1.6.2. Voie hétéro-fermentaire	11
1.7. Intérêt des bactéries lactiques	11
1.7.1. Dans l'industrie alimentaire	11
1.7.2. Dans le domaine thérapeutique	12
1.8. Exigences nutritionnelles.....	12
1.8.1. Exigences en acides aminés	12
1.8.2. Exigences en sels minéraux :.....	13
1.8.3. Exigences en glucides	13
1.8.4. Exigences en bases azotés.....	13
1.8.5. Exigences en vitamines	13
1.8.6. Exigences en cations	14
1.9. L'effet antagonisme des bactéries lactiques	14
1.10. Facteurs inhibiteurs	15
1.10.1. Peroxyde d'hydrogène	16
1.10.2. Acides organiques.....	16
1.10.3. Dioxyde de carbone	17
1.10.4. Reutéline	17
1.10.5. Di acétyle.....	18
1.10.6. Phages lactiques.....	18
1.10.7. Bactériocines	18
2. Les bactéries pathogènes (responsables des infections Urinaires)	22
2.1. Généralités :	22

2.2. Les infections urinaires :	22
2.2.1. Epidémiologie et Physiopathologie :	22
2.2.2. Les types d'infections urinaires bactériennes.....	23
2.3. Caractéristiques des uropathogènes	25
2.3.1. <i>Escherichia coli</i> :.....	25
2.3.2. <i>Proteus mirabilis</i>	26
2.3.4. <i>Klebsiella pneumoniae</i>	27
2.3.5. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> :	27
2.3.6. <i>Enterococcus Faecalis</i>	28

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II. Matériel et méthodes.....	29
1. Lieu et objectif	29
2. Matériel	29
2.1. Matériel biologique.....	29
2.2 Matériel non biologique	31
3. Méthodes	31
3.1. Revivification des souches	31
3.2. Vérification de la pureté des souches lactiques.....	31
3.3. Conservation des souches	32
3.4. L'effet antimicrobien des souches lactiques	32
3.6. Test de sensibilité aux antibiotiques	35

Chapitre III : Résultats et discussion

III. Résultats et discussion	37
1. Vérification de la pureté des souches.....	37
1.1. Test catalase	37
1.2. Critères macroscopiques	37
1.3. Critères microscopique :	39

2. Résultats de l'effet antimicrobien	43
2.1. Résultats de méthode des puits.....	43
2.2. Résultats de méthode des disques.....	51
2.3. Résultats d'antibiogramme	54
4. Conclusion et perspectives	56

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Introduction

La fermentation des produits laitiers trouve son origine dans les anciennes civilisations. Pendant des milliers d'années, nos régimes alimentaires, tant au niveau local qu'international, ont inclus une famille d'aliments particuliers : appelés aliments fermentés .Ces aliments «vivants» formés par des micro-organismes ont des caractéristiques microbiologiques, biochimiques et physico-chimiques très différentes de celles de leurs matières premières. **(Health benefits of fermented foods., 2021)**

Tous les produits alimentaires sont concernés par la fermentation lactique. Le lait devient un fromage et un yaourt, aussi des produits carnés aux saucissons et saucisses, de poisson à des sauces ou à des pâtes. Les produits végétaux peuvent appartenir transformés par cette fermentation qui assurera une bonne tranquillité et sécurité alimentaire, par acidification et production des bactériocines. Ainsi que la qualité finale des produits alimentaires via production des composés d'arôme. Les bactéries lactiques appartiennent à des genres et espèces différents généralement reconnues comme non toxiques. De plus, on peut leur attribuer une efficacité indéniable et bénéfique pour la santé humaine **(Desmazeaud., 1996)**.

Les bactéries lactiques utilisées dans l'alimentation sont consommées quotidiennement et en grande quantité par des populations très importantes **(Sophie et Gérard., 2001)**. Elles sont utilisées dans nombreux produits laitiers dont le fromage, le yaourt, et les laits fermentés. Ces bactéries contribuent à la saveur, la texture ainsi qu'à la production des composés d'arômes. Elles inhibaient la prolifération des microorganismes par une production des composés inhibiteurs comme les bactériocines en abaissant aussi le pH à partir de la production de l'acide lactique **(Desmazeaud., 1998)**. Cette prolifération des microorganismes est la raison principale de la détérioration des aliments. Ces microorganismes se trouvent partout dans l'environnement sur les animaux, les plantes, et même les humains. Certains de ces bactéries ne provoquent que l'altération des produits alimentaires alors que d'autres rendent les consommateurs malades. Les gènes pathogènes sont capables de causer des maladies, des intoxications, et des toxi-infections en produisant des toxines.

Notre manuscrit est structuré en une synthèse bibliographique articulée autour de trois chapitres :

Le premier chapitre présente le groupe des bactéries lactiques et leurs caractéristiques.

Le deuxième chapitre présente le groupe des bactéries pathogènes et certains responsables des infections urinaires.

Le dernier chapitre comprend l'activité antagoniste.

Ce travail consiste à mettre en évidence l'effet antagoniste des bactéries lactiques vis-à-vis les bactéries pathogènes responsables des infections urinaires. Cette étude est présentée comme suit :

La 1^{ière} partie consiste à repiquer et revivifier les souches lactiques et les souches pathogènes dans leurs propres milieux.

La 2^{ième} partie inclut l'identification des bactéries lactiques en se réalisant des tests physiologiques sur ces souches.

Enfin, la dernière partite comprendre la réalisation de la recherche l'activité antagoniste de ces souches lactiques vis-à-vis les souches pathogènes.

Partie bibliographique

I. Bactéries lactiques

1.1. Généralités

Le terme « bactéries lactiques » signifie les bactéries produisant de l'acide lactique par fermentation des glucides, tolérantes à un pH acide, existent dans des nombreux niches écologiques (**Desmazeaud., 1983**). Elles forment un groupe hétérogène, décrit premièrement au début de XXe siècle par Orla Jensen (**Leveau et Bouix., 1993 ; Pilet et al., 2005**).

Les bactéries lactiques présentent certains caractères communs. Elles sont des bactéries anaérobies facultatives ou micro-aérophiles sous forme coc-ci ou bâtonnet, généralement immobiles, non sporules, à Gram positif et catalase négative (certains ont un pseudo catalase), avec une absence du cytochrome oxydase et du nitrate réductase(**Harrati.,1987**). Ces bactéries ont été inclus avec le statuts « GRAS » à la liste des organismes de qualité alimentaire destinée à la consommation sans aucun risque (**Papadimitriou et al.,2016**).

1.2. Origine et habitats

Depuis une période de 2,75 milliards d'années bien avant l'apparition d'oxygène dans l'atmosphère, les bactéries lactiques ont été retrouvées au niveau des sédiments, c'est ce qui pourrait justifier leur caractère anaérobie. Une étude phylogénique des bactéries mentionne leurs apparition avant celle des cyanobactéries (**Quiberoni et al., 2001**).Les bactéries lactiques sont ubiquiste, on les trouve dans des différents niches écologiques :le lait, les produits laitiers, les poissons, et les végétaux (**Sophie et al.,2001**).Elles se produisent naturellement dans des milieux naturels et multi produits alimentaires, et se trouvent dans les environnements riches en nutriments. Généralement, les bactéries lactiques sont le principale groupe microbien qui se développe sur le viande et les produits carnés (**Makela et al.,1992**).En outre, il est bien connu que ces bactéries parmi une grande population des microorganismes habitent dans les tractus digestifs GIH(gastro-intestinal humain)en formant étroitement une unité intégrée avec l'hôte « la microbiote intestinal » (**Hayouni et al.,2008**).Ainsi, on peut trouver quelques espèces dans les muqueuses humains et animales, les cavités buccales et aussi vaginales(**Bjorkroth et Koort.,2001**).

1.3. Culture des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques ont besoin d'un milieu riche en différents nutriments pour la croissance (des acides aminés, des acides gras, des sucres, des sels...) et pauvre en oxygène (**Hammes et Hertel., 2006**). Donc elles sont cultivées sur le milieu Man, Rogosa Sharpe.

Le MRS est un milieu riche offre des différentes sources de carbone et d'azote aux bactéries à culture difficile (**Makhloufi., 2011**).

1.4. Taxonomie et classification

1.4.1. Taxonomie des bactéries lactiques

La taxonomie des bactéries lactiques est en évolution depuis la description du *Bacterium lactis*. Au cours de ces dix dernières années, le nombre de nouvelles espèces augmente avec excès. Les réorganisations effectuées ont participé à fusionner des espèces en une seule ou identifier une espèce comme un nouveau genre (**Pot., 2008**).

1.4.2. Méthodes de classification

La 1^{ère} classification des bactéries lactiques a été établie en 1919 par Orla Jensen (**Belyagoubi., 2014**). En raison de l'identification des bactéries lactiques dans les produits fermentés, les méthodes qui ont été utilisées sont généralement divisées en deux groupes.

1.4.2.1. Méthode moléculaire ou génotypique

Cette méthode englobe les techniques protéomiques, métaboliques, et les technologies génomiques

1.4.2.2. Méthode phénotypique

Elle englobe les techniques biochimiques, physiologiques, et chimio-taxonomiques (**El Sheikha et Hu., 2020**).

La classification phénotypique des bactéries lactiques est tellement basée sur les caractéristiques morphologiques, mode de fermentation des sucres, la tolérance aux pH acides, alcalins et à l'éthanol, la capacité de croissance à des hautes concentrations de sels et différents températures, l'hydrolyse de l'arginine, la configuration de l'acide lactique produit...etc. Ensuite, les constituants de la paroi cellulaire et la composition en acides gras sont aussi des marqueurs chimio-taxonomiques qui ont été également utilisés pour la classification (**König et Frohlich., 2009**).

1.4.3. Classification

Les bactéries lactiques sont classées dans le phylum des firmicutes, classe des « bacille », ordre des « *Lactobacillales* » renfermant trente-cinq genres répartis sur six familles selon (Paul et al., 2009).

Actuellement, elles sont regroupées en treize genres différents (Carine et Philippe., 2009). *Enterococcus*, *Oenococcus*, *Tetragenococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Bifidobacterium*, *Carnobacterium*, *Aerococcus*, *Vagococcus*, *Weisslla*, *Pediococcus*.

1.5. Caractéristiques des principaux genres

Douze parmi ces genres sont uniquement utilisés dans la biotechnologie alimentaire.

1.5.1. Genre *Enterococcus*

Ce genre contient des cellules ovoides isolées homo-fermentaires en paires ou en courtes chaînes. Quelques espèces sont mobiles grâce à des petits flagelles et d'autres possèdent des pseudo-catalases. Les *Enterocoques* caractérisent par une tolérance à 6,5% de Na Cl au pH=9,5, et par une croissance à 10°C et 45°C avec une température optimale de 35 à 37 °C (Foulquie et al., 2006).

1.5.2. Genre *Streptococcus*

Ce genre est immense, alors sa classification est inconstante. Il est généralement divisé en trois groupes : pyogène (la plupart sont hémolytiques et pathogènes), oral tel que *St.bovis*, et d'autres streptocoques qu'ils sont rencontrés dans les aliments comme *Streptococcus thermophiles* qui se caractérise par son habitat (les produits laitiers) et sa fonction non pathogène.

Ces genres sont des chimio-organotrophes, anaérobies facultatifs, homo-fermentaires, possèdent une catalase négative avec une température de croissance entre 25et 45°C (Boudersa et al., 2017).

1.5.3. Genre *Bifidobacterium*

Les *Bifidobacterium* ont un pH optimal de croissance de 6,7 jusqu'à 7 avec une température comprise entre 37et 41°C. Elles ont une forme irrégulière d'un V ou une morphologie bifide en forme d'un Y. Ce sont des hétéro-fermentaires ont la capacité de dégrader les hexoses en produisant de l'acide lactique et acétique (Aibeche et al., 2020).

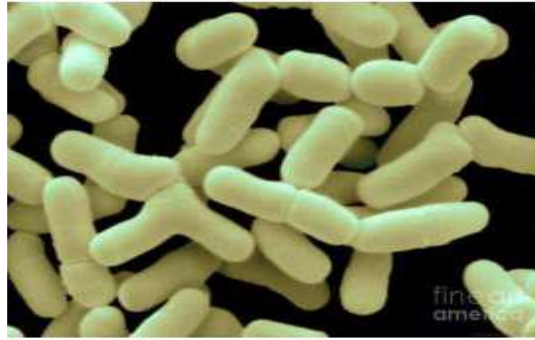


Figure 1 : *Bifidobacterium sp* (Aibeche et al., 2020)

1.5.4. Genre *Oenococcus*

Ce genre comprend des cellules immobiles d'une forme ovoïde et un arrangement en chaînes ou en paires. Elles sont généralement non protéolytiques, non hémolytiques, exigent des milieux riches en facteurs de croissances et en acides aminés avec un pH optimum de 6 à 6.8 et une température de 20 à 30 °C (Maitre,2012 ;Kot et al.,2014).

1.5.5. Genre *Lactococcus*

Les souches *Lactococcus* ont de morphologie des cocci, forment des paires simples ou des chaînes courtes. Les sont de type mésophiles avec une température optimale variée entre 10 et 40 °C. Ce genre se développe généralement à un pH proche de la neutralité et à 4% de Na Cl. Elles sont un habitat typique des plantes, des animaux, et de leurs produits (Yerlikaya., 2018).

1.5.6. Genre *Pediococcus*

Ce genre se présente sous forme des coques à Gram positif lenticulaires ou sphériques. Elles sont immobiles, non sporules, anaérobies facultatives, possèdent une catalase le plus souvent négative, à une fermentation hétéro-lactique. En générale, elles sont isolées des boissons fermentées, du matériel végétal (*Pediococcus parvulus*), des produits laitiers, et de viande. Les *Pediocoques* se composent de 12 espèces, certains se caractérisent par leur capacité à se développer dans un milieu contenant des teneurs très élevées, jusqu'à 18% de Na Cl, tel que les *Pediococcus halophilus* (Benhamada et al., 2020).

1.5.7. Genre *Leuconostoc*

Ce genre se compose de dix espèces fastidieuses dans leurs exigences nutritionnelles. Elles présentent une morphologie ovoïde et généralement allongées qui s'arrangent en chaînes ou en paires (Kot et al., 2014).Les *Leuconostoc* sont acidophiles avec un pH de croissances est égale à 6,5. Mais certains peuvent croitre à un pH de 4,5. La température optimale de ce genre

est entre 20 et 30 °C. Elles sont des hétéro-fermentaires obligatoires (**Gonzalez et al., 2008**). Un grand nombre de *Leuconostoc* peut produire des polysaccharides extracellulaires qu'il est possible d'utiliser comme des agents alimentaires épaississants ou stabilisants (**Narvhus et Axelsson., 2003**).

1.5.8. Genre *Vagococcus*

Ce genre comprend des cellules ovoïdes isolées en paires ou en chaînes. Elles ont des flagelles péri-triches, ce qui leur donne la capacité d'être mobile. Leur température de croissance est 10°C (**Ammor et al., 2006**).

1.5.9. Genre *Tetragenococcus*

Les *Tetragenococcus* rassemblent les cellules immobiles sphériques ou ovoïdes avec un diamètre de 0,5 à 1 µm formant des tétrades après la division en deux directions perpendiculaires. Elles peuvent être isolées en paires. Ces bactéries sont des homo-fermenteurs incapables de produire le CO₂ et de réduire les nitrates ni d'hydrolyser l'arginine. Elles ne peuvent pas croître à 10 et 45°C mais la température optimale de leur croissance est entre 25 et 35 °C (**Tosukhowong et al., 2005**). Ce genre contient des souches anciennement considérées comme *P.halophilus* (**Narvhus et Axelsson., 2003**). Elles sont aussi résistantes à des concentrations très élevées en sel (> 18 Na Cl). Les *Tetragenocoques* jouent un rôle important dans la fabrication des produits alimentaires avec une haute concentration de sel tel que les sauces de soja (**Masuda et al., 2005**).

1.5.10. Genre *Weissella*

Les espèces de ce genre sont composées de courts bacilles, des coco-bacilles, ou des coques ovoïdes. Les *Weissella* possèdent une réponse positive à coloration de Gram et une catalase négative. Elles sont immobiles et sporulées en présentant de manière isolée, groupée par deux, ou en courtes chaînes (**Walter et al., 2001**). La température optimale de leur croissance est 15°C, cependant quelques espèces peuvent croître dans une température de 42 à 45°C (**Kot et al., 2014**).

1.5.11. Genre *Carnobacterium*

Ce genre constitue des bacilles minces, droits ou légèrement incurvés. Elles sont mobiles ou immobiles, non sporulés, anaérobies facultatives à un métabolisme fermentatif. Elles possèdent une catalase négative, Gram positif, nitrate réductase négative, et oxydase négative. Les *Carnobacterium* ne sont pas capables de croître sur des milieux à base d'acétate mais elles peuvent se développer à des pH plus élevés que ceux des *Lactobacillus ssp* (jusqu'à

pH=9.1). Leur température optimale est à 10 °C mais parfois à 0 °C. Principalement, elles produisent de l'acide L-lactique et elles ont un peptidoglycane du type A1 gamma (Collins et al., 1987).

1.5.12. Genre *Lactobacillus*

Ce genre est caractérisé par des cellules sous forme bâtonnets : longs et fins, très courts, incurvés, ou même ovidés. Elles se définissent comme des bactéries non mobiles à Gram positif. Ce sont des souches acidophiles d'un pH optimum de 5.5 à 6.2. Leur température optimale est de 30 à 40 °C, mais elles peuvent aussi croître à température allant de 2 à 53 °C. Quelques souches restent viables à 55 °C dites « les thermophiles » (Tailliez., 2004).

Les lactobacilles sont anaérobies en utilisant les hydrates de carbone comme la principale source d'énergie. Leur métabolisme est exclusivement fermentaire en réalisant une fermentation homolactique suivant la voie d'Embden Meyerhof ou une fermentation hétérolactique suivant la voie des pentoses phosphate (Prescott et al., 2003).

La taxonomie des *Lactobacilles* a été basée sur ces propriétés phénotypiques. Alors selon la température de croissance et la voie de la fermentation des hexoses, ce genre a été divisé en trois sous-genres « *Streptobacterium* », « *Betabacterium* » et « *Thermobacterium* » (klein et al., 1998).

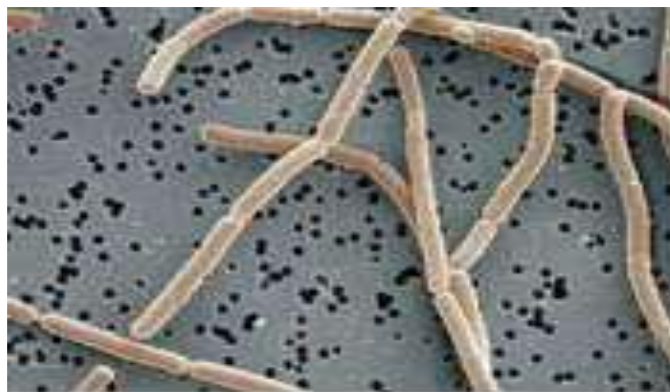


Figure 2 : *Lactobacillus bulgaricus* au microscope électronique (Menad., 2018)

Tableau 1 : division du genre *Lactobacillus* en sous-genres et en sous-groupes moléculaires (klein et al., 1998).

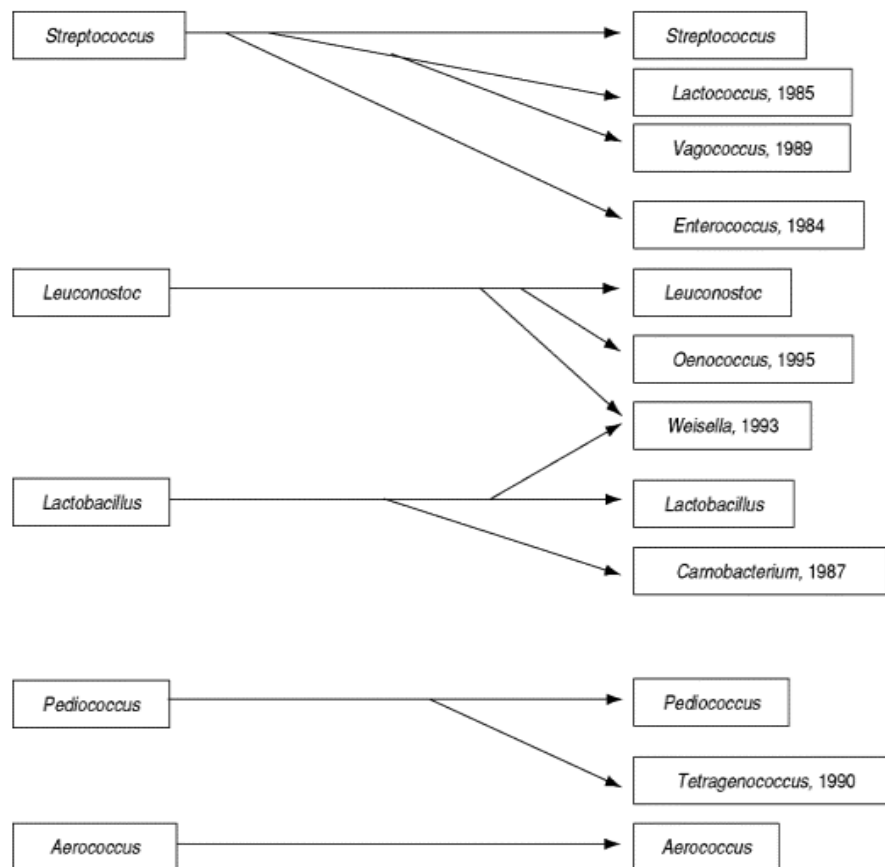
Groupe de lactobacilles	Voie de fermentation	Température de croissance	Représentants utilisés comme probiotiques
Sous- genre			
	Homo-fermentatif	15°C négatif 20°C négatif 45°C négatif	<i>L.acidophilus</i>
<i>Streptobacterium</i>	Homo-fermentatif	15°C positif 45°C négatif	<i>L.casei</i> <i>L.sakei/L.curvatus</i>
<i>Betabacterium</i>	Hétéro-fermentaire	Aucune règle générale	<i>L.reuteri/L.fermentum</i>
Sous-groupe moléculaire			
Groupe A	Homo-fermentaire obligatoire pas de fermentation des pentoses	Sans objet	<i>L.acidophilus</i>
Groupe B	hétéro-fermentaire facultative (gaz des pentoses)	Sans objet	<i>L.casei</i> <i>L.sakei/L.curvatus</i>
Groupe C	Hétéro-fermentaire obligatoire (gaz de glucose et des pentoses)	Sans objet	<i>L.reuteri/L.fermentum</i>

Tous les genres des LAB possèdent des différentes caractéristiques physiologiques qui sont représentées dans le tableau.

Tableau 2 : Caractéristiques différentielles des bactéries lactiques (Narvhus et Axelsson., 2003)

Character	Rods		Cocci							
	Carno- bacterium	Lacto- bacillus	Aero- coccus	Entero- coccus	Lactococcus Vagococcus	Leuconostoc Oenococcus	Pedio- coccus	Strepto- coccus	Tetragenococcus	Weissella ^b
Tetrad formation	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-
CO ₂ from glucose ^c	- ^e	±	-	-	-	+	-	-	-	+
Growth at 10 °C	+	±	+	+	+	+	±	-	+	+
Growth at 45 °C	-	±	-	+	-	-	±	±	-	-
Growth in 6.5% NaCl	ND ^f	±	+	+	-	±	±	-	+	±
Growth in 18% NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Growth at pH 4.4	ND	±	-	+	±	±	+	-	-	±
Growth at pH 9.6	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
Lactic acid ^d	L	D, L, DL ^g	L	L	L	D	L, DL ^g	L	L	D, DL ^g

Parmi ces genres cités, seulement cinq répondent aux caractéristiques Générales d'une bactérie lactique typique : *Aerococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus* (Salminen et al., 2004).

**Figure 3 :** Genres des bactéries lactiques importantes dans les aliments, montrant des changements de nomenclature de 1980 à 2000 (Narvhus et Axelsson., 2003).

1.6. Voies métaboliques

Selon la voie empruntée et le produit final la fermentation, les BL sont classées en deux groupes suivants :

1.6.1. Voie homo-fermentaire

Ce groupe comprend les *Lactocoques*, les *Pediocoques*, et certains *Lactobacilles*. À partir d'une molécule de glucose consommée dans des conditions de croissance optimales, cette voie permet de produire deux molécules de lactate et deux molécule d'ATP (**Thompson et Gentry-Weeks., 1994**). Après son transfert vers la cellule, le glucose subit une phosphorylation afin de transformer en fructose qui est phosphorylé à son tour en fructose 1-6 di-phosphate ensuite clivé en dihydroxyacétone phosphate et GAP. Ces derniers sont transformés en pyruvate qui est doit être réduit dans la dernière étape en acide lactique (le produit unique) donc c'est le fermentation homolactique (**Mozzi et al., 2010**).

Dans le cas des conditions défavorables (ex : limitation du glucose), le métabolisme des bactéries lactiques se diversifie vers la voie de fermentation des acides mixtes en produisant également l'acide acétique, l'acide formique, l'éthanol, ou le CO₂ (**Cocaign-Bousquet et al., 1996**).

1.6.2. Voie hétéro-fermentaire

Les principaux groupes présentant ce type de métabolisme sont les *Leuconostocs* et quelques *Lactobacilles* (**Raynaud., 2006**). Les bactéries lactiques hétéro-fermentaires utilisent la voie des Pentoses phosphate qui consiste à la déshydrogénation du glucose puis sa phosphorylation afin de donner le 6-phospho-gluconate qui subit une décarboxylation en résultant le pentose clivé en GAP (glycéraldéhyde phosphate) qui suit la voie de glycolyse produisant l'acide lactique et l'acétyle phosphate. Ce dernier sera réduit en éthanol. En raison de la production d'éthanol, de CO₂, de l'acétate en plus l'acide lactique, cette fermentation est donc appelée hétéro-lactique (**Salminen et al., 2004**).

1.7. Intérêt des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques ont un rôle très important dans l'industrie alimentaire et le domaine thérapeutique.

1.7.1. Dans l'industrie alimentaire

Les bactéries lactiques sont utilisées dans la fermentation et la bio conservation de plusieurs aliments. D'abord, les bactéries *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* sont

responsables en production du yaourt, des laits fermentés, et du fromage (Yateem et al., 2008). En addition, ces bactéries sont essentielles dans la production du vin, des viandes, du pain au levain, des boissons, et des charcuteries afin d'améliorer les caractéristiques organoleptiques de ces produits fermentés et augmenter leur durée de conservation sans utiliser les conservateurs chimiques, en sécrétant des substances antimicrobiennes (Dortu et Thonart., 2009).

En industrie alimentaire, les souches doivent remplir certaines conditions tel que la capacité de dominance, d'améliorer les caractéristiques organoleptiques, de conservation, facilité de culture, et de maintenance des propriétés désirables durant le stockage, ainsi l'absence de la pathogénicité et l'activité toxique (Marth et Steele., 2001).

1.7.2. Dans le domaine thérapeutique

Plusieurs bactéries lactiques ramènent des bénéfices à l'hôte. Elles jouent un rôle très important dans la maturation du système immunitaire et confirment une balance microflore intestinale (Yteem et al., 2008). Des études ont montré que ces bactéries ont aussi un rôle curatif et préventif sur différents types de diarrhées (Mkrtchyan et al., 2010). D'autres ont affirmé leur capacité de diminuer les allergies liées aux aliments grâce à leur activité protéolytique. (El-Ghaish et al., 2011). Quelques souches ont prouvé la capacité d'empêcher la colonisation du vagin par certaines bactéries pathogènes et de prévenir les rechutes chez les femmes souffrantes d'inflammation fréquente répétée de la vessie, en l'utilisant sous forme des suppositoires (Uehara et al., 2006).

1.8. Exigences nutritionnelles

Les bactéries lactiques ne sont pas capables de synthétiser un certain nombre d'éléments variables d'une espèce à une autre, donc elles sont auxotrophes, vu leur faible biosynthèse. Alors ces bactéries ont un besoin distinctif pour leur nutrition. C'est pour cela, elles sont considérées comme le groupe le plus exigeant de point de vue nutritionnelle (Dridier et Prevost., 2009). Elles ont besoin de nombreux substrats complexes phosphatés, azotés, soufrés et aussi des facteurs de croissance tels que les vitamines et les cations (Desmazeaud., 1983).

1.8.1. Exigences en acides aminés

Les bactéries lactiques sont incapables d'accomplir la synthèse des acides aminés. Donc elles nécessitent l'intervention des sources oxygènes pour assurer leur métabolisme (Luquet., 1986). Les exigences en acides aminés des *Lactobacillus* sont différentes de celles des

Streptococcus, elles ont besoin de l'aspartate, d'histidine, de lysine, de leucine, de valine, de méthionine. Mais les Streptocoques ont besoin de cystéine, de valine, de méthionine, d'acide glutamique, d'histidine, de leucine, et de tyrosine ou de tryptophane (Lenoin et al., 1992).

1.8.2. Exigences en sels minéraux :

Les exigences en éléments minéraux des bactéries lactiques ne sont pas encore connues. Les éléments majeurs comme le magnésium et le manganèse sont généralement requis (Imbert et Blandeau., 1998 ; Letrot et Juillard, 2001 ; Corrieu et al., 2008), Ils ont un rôle dans la nutrition des *Lactobacillus* (Ledesma et al., 1977 ; Mazali., 1992). Alors que les besoins en potassium et en calcium sont moins systématiques mais les besoins en fer dépendants des microorganismes (Pandey et al., 1994 ; Imbert et Blandeau., 1998). Le zinc a un effet positif pour la croissance de quelques LAB. Cependant, il est toxique à forte concentration. Au contraire, le cadmium, le sodium, et le cuivre présentent un effet inhibiteur (Corrieu et al., 2008).

1.8.3. Exigences en glucides

Les bactéries lactiques sont capables de fermenter les glucides (Wood et Holzappel., 1995 ; Bazo., 2011). Par exemple *S. thermophilus* fermente et transforme rapidement du lactose en lactate en utilisant des différentes sources comme le saccharose, lactose, galactose, fructose, et glucose. Alors elle est adaptée à croître en présence de lactose comme une source de carbone (Vaillantcourt et al., 2002 ; Vanden et al., 2004 ; Ben-Yahia., 2012)

1.8.4. Exigences en bases azotés :

Les bases pyrimidiques et puriques ne sont pas vraiment essentielles aux métabolismes chez les LAB (Desmazeaud., 1983). Certaines souches du genre *Lactococcus* produisent l'acide dans le lait par le mélange adénine guanine uracile et xanthine. Les *Lactobacilles* exigent la présence d'adénine, de désoxyguanine, de cytosine, de thymidine, de guanine, et d'uracile (Law et Kolstard., 1988).

1.8.5. Exigences en vitamines

Les vitamines jouent un rôle irremplaçable des coenzymes dans le métabolisme cellulaire. Mais les bactéries lactiques ne sont pas capables de synthétiser ces éléments. Les *Streptococcus thermophiles* ONT une exigence essentielle en acide pantothénique (B5), et en riboflavine (B2), à moindre degré en thiamine (B1), en acide nicotinique (B3) ou en

nicotinamide et en biotine (B8). La pyridoxine et ses dérivés (B6) poussent forcément sa croissance (Desmazeaud., 1983).

1.8.6. Exigences en cations

Les cations jouent un rôle principal dans la nutrition et les différentes réactions métaboliques des bactéries lactiques (Boyaval et al., 1988. Amouzou et al., 1985) ont démontré le rôle du Mg^{2+} sur *Streptococcus thermophilus*. Le manganèse a des effets importants chez les bactéries lactiques, il est nécessaire pour la structure et le fonctionnement des enzymes, la détoxification des cellules mises en présence de l'oxygène. Le potassium est important pour la régulation du pH intracellulaire, il est exigé pour la croissance de *Lb.helverticus*, *Lb.casei*, et *E.faecali*. Le sodium exerce un effet sélectif sur des différentes espèces des bactéries lactiques (Luquet et Roissard., 1994).

1.9. L'effet antagonisme des bactéries lactiques

Les agents pathogènes d'intoxication alimentaire et d'altération des aliments continuent d'avoir un impact négatif sur la santé publique et l'industrie alimentaire. Les épidémies d'intoxication alimentaire ont augmenté la mortalité (Salam et al., 2021). La contamination des aliments représente un grand problème pour les consommateurs. L'exploitation des inactions bactériennes est une tactique de lutter contre les bactéries indésirables par la sécrétion des agents ou des produits natales (Hinda et Chérifa., 2018). L'écosystème microbien est stable uniquement avec des nombreux micro-organismes interagissant les entre eux, ce qui influence finalement d'autres micro-organismes dans la population. Le système écologique des microbes comprend beaucoup interactions hôte-pathogènes à apprendre la prédation, le commensalisme, le parasitisme, l'inhibition, et la compétition avec nourriture (Salam et al., 2021). Afin d'établir une niche écologique, les bactéries utilisent des plusieurs voies pour inhiber la croissance des concurrents microbiens. Certaines voies exercent indépendamment une toxicité sur les cellules voisines telles que la production des antibiotiques ou les bactériocines. De nombreux mécanismes d'antagonismes nécessitant un contact cellulaire ont été identifiés. Cette compétition microbienne se fait par l'intervention des toxines intégrés dans la membrane cellulaire des bactéries productrices (Timothy et al., 2020). Les bactéries lactiques sont largement utilisées dans l'industrie agro-alimentaire selon leur rôle en fermentation et la conservation alimentaire en produisant des divers inhibiteurs (Hadjazem et Mazouz., 2021). Les bactéries lactiques sont capables de produire ces agents antimicrobiens qui exercent une forte activité antagoniste contre des certains microorganismes, y a compris les germes pathogènes et les germes d'altération. Les bactéries

lactiques sont une source précieuse de composants bioactifs avec plusieurs fonctions (katarzyna, .2022).

1.10. Facteurs inhibiteurs

Les bactéries lactiques sont bénéfiques lorsqu'elles sont ajoutées aux aliments car elles ont la capacité d'empêcher la croissance des agents pathogènes. L'activité antagonisme contre les pathogènes intestinaux et alimentaires est une partie essentielle des propriétés pro-biotiques des bactéries lactiques. L'objectif global de la prolongation de la durée de la conservation est de maintenir la sécurité, la stabilité, et le stockage des produits alimentaires, cela peut être réalisé par le contrôle de croissance des micro-organismes d'altération et des bactéries pathogènes. Donc elles sont importantes dans la fermentation, la conservation et le stockage des aliments. Il est à noter que l'action de ces agents antimicrobiens n'impacte pas négativement les qualités nutritionnelles et sensorielles des aliments, en préservant ainsi leur structure physico-chimique (Huey-Chum et al ., 2020). Les propriétés antimicrobiennes des bactéries lactiques peuvent être associées à des nombreux éléments. Elles sont le résultat de l'action combinée de différents facteurs biologiques provenant de leurs activités métaboliques. Ces facteurs contribuent une fermentation naturelle réussie des produits alimentaires riches en glucides pour les animaux. L'activité métabolique des bactéries lactiques joue un rôle prépondérant, leur capacité à produire rapidement des grandes quantités de produits finaux avec une réduction concomitante du pH est le facteur majeur de ces fermentations. Bien que leurs effets spécifiques soient difficiles à quantifier. D'autres produits métaboliques tels que le peroxyde d'hydrogène et di-acétyle peuvent également contribuer à l'antibiose globale et au potentiel de conservation de ces produits (Dorbrogoszsven et al ., 1990). La capacité antagonisme de ces bactéries lactiques représente un facteur très important pour l'évaluation des pro-biotiques. Cette capacité comprend la réduction de l'adhésion bactérienne pathogène à l'intestin, l'agrégation, et la coagulation, ainsi que la production de substances antimicrobiennes telles que les bactériocines (Ah-Rang et al ., 2018). Les bactéries lactiques et leurs produits sont utilisés dans la sécurité alimentaire pour l'inhibition de la prolifération des microorganismes de détérioration des aliments et des agents pathogènes d'origine alimentaire, l'atténuation des infections virales associée aux aliments créatifs, matériaux d'emballage, aussi pour l'augmentation de la valeur nutritionnelle des aliments en favorisant la santé intestinale grâce à la production des produits naturels (Salam et al ., 2021).

Les bactéries lactiques produisent de nombreux composants antimicrobiens qui sont utilisés dans la fermentation et la bio-conservation des aliments (Labioui et al., 2005). Parmi ces composées :

1.10.1. Peroxyde d'hydrogène

Certaines espèces des bactéries lactiques sont capables de produire de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et peuvent inhiber les bactéries pathogènes dépourvues de catalase, grâce à la réaction en chaîne des anions su-peroxydes favorisant l'oxydation toxique avec l'effet antimicrobienne (Nuria et al., 2019)

L'accumulation de H_2O_2 se fait principalement chez les espèces dépourvus des principales enzymes de piégeage du peroxyde d'hydrogène, tel que la catalase et la NADH, s'accumule dans le milieu de croissance extracellulaire et produit dans le métabolisme central du carbone et du l'énergie (Rosanne et al., 2014).

Généralement, les bactéries lactiques possèdent une catalase négative. Alors, l'activité antimicrobienne cause une accumulation de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) par l'action des oxydases en particulier les *Lactobacilles* (Deschel., 1989). Le H_2O_2 possède un effet antimicrobien qui peut être expliqué par la production des radicaux libres comme le groupement sur peroxyde O_2 et hydroxyle OH capables de ravager l'ADN bactérien (Touati, 2000).

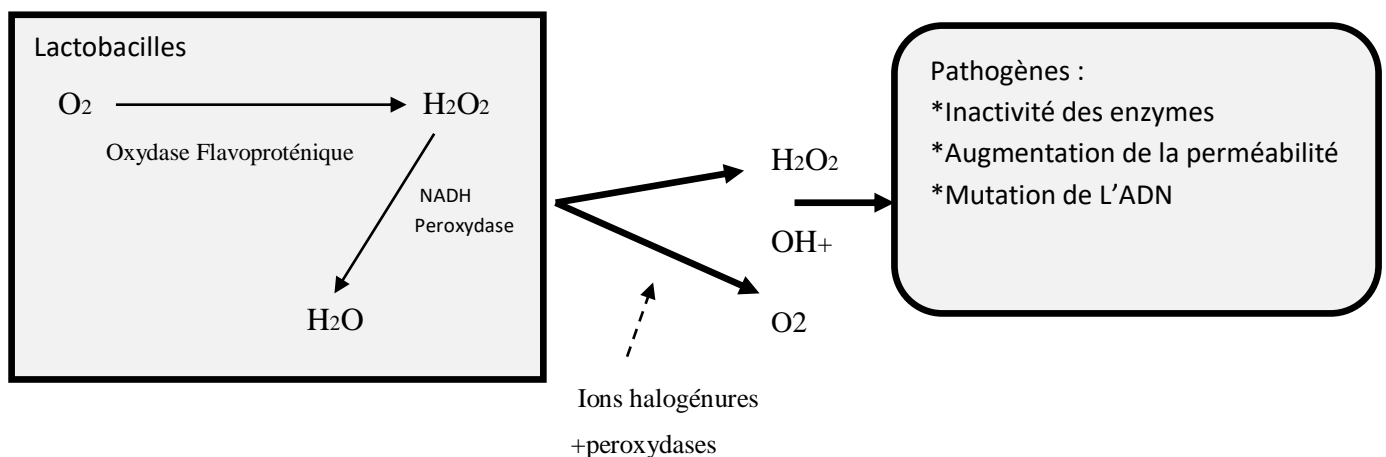


Figure 4 : Mode d'action du peroxyde d'hydrogène produit par les lactobacilles sur les germes pathogènes (Ocana et al., 1999 ; Lepargneur et Rousseau, 2002)

1.10.2. Acides organiques

Dans la métabolisme des bactéries lactiques, certains processus métaboliques tels que la fermentation de l'acide lactique peuvent synthétiser une variété d'acides organiques (Yapi et

al., 2021). L'acide lactique est un composant organique produit à partir de la fermentation par des différents micro-organismes capables d'utiliser plusieurs sources de glucides. Les bactéries lactiques produisant l'acide lactique en tant que produit principale du métabolisme des sucres par fermentation homolactique et hétéroblastique, ont montré que des concentrations d'acide lactique peuvent inhiber complètement la croissance des agents pathogènes comme *E. coli*, *Salmonella spp* (Nuria et al., 2019).

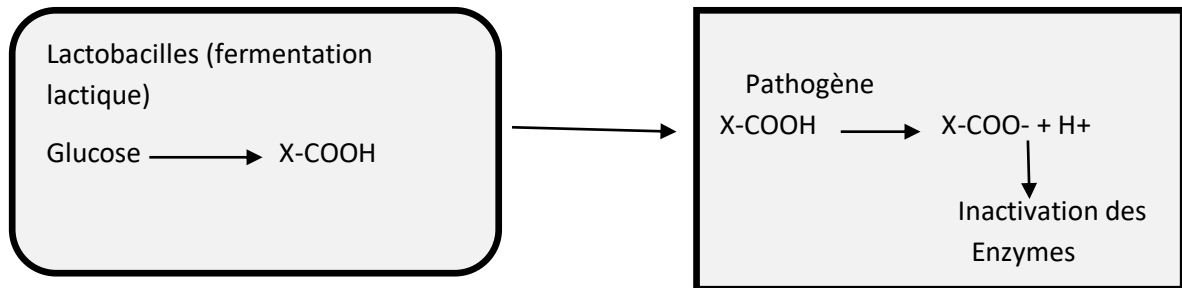


Figure 5 : Mode d'action de l'acide lactique produit par lactobacilles sur les pathogènes (Boskey et al., 2001).

Certains *Lactobacilles* et *Lactocoques* possèdent des activités lipolytiques peuvent causer une production des acides gras comme on le voit dans la fermentation du lait fermenté (Rao et al., 1984) et des saucisses sèches. Ces acides présentent une activité contre les bactéries à Gram positif. Leur activité antifongique dépend de la concentration, de la composition, et du pH de milieu (Gould., 1991).

1.10.3. Dioxyde de carbone

Pendant la fermentation de certains substrats par les bactéries lactiques hétéro-fermentaires, le CO₂ crée des conditions anaérobies dans le milieu, pouvant conduire à l'élimination des bactéries aérobies strictes. Ceci peut aussi favoriser le développement des flores anaérobies qui pourrait être parfois néfastes et empêcher la croissance de nombreux microorganismes aérobies comme la flore d'altération psychrophile à Gram négatif (Papa., 2011)

1.10.4. Reutérine

La reutérine (3-hydroxypropionaldehyde) est l'un des antibiotiques produits par les bactéries lactiques le plus caractérisé, purifié, et identifié. C'est une substance antimicrobienne qui est considérée comme un métabolite secondaire pendant la fermentation anaérobie (du glycérol)

par certaines espèces de *Lactobacillus (reutri)*, ainsi par d'autres genres bactériens non lactiques tels que *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Bacillus* et *Clostridium* (El-Ziney et al., 1998). Il possède des activités et des objectifs procaryotes (Gram positif ou Gram négatif). Il est appliqué à la fois en secteur médical plus qu'en secteur alimentaire (Vollenweider., 2004). Cependant, cet antibiotique bloque la synthèse de l'ADN, ce qui explique son large spectre d'actif. La reutéricycline est le seul antibiotique à un type d'acide tétramique. Son spectre d'inhibition est large et comprend de certaines bactéries pathogènes à Gram+ (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* ...), ainsi *Salmonella spp* et *Escherichia coli*. (El-Ziney et al, 1998)

1.10.5. Di acétyle

Il est synthétisé par différents genres des bactéries lactiques comme *Lactococcus sp*, *Leuconostoc sp* et *Pediococcus sp*, *Lactobacillus sp*. Le di acétyle (C₄H₆O₂) est un des composants aromatiques essentiels du beurre. Il a des propriétés antimicrobiennes qui sont dirigées contre les levures, les bactéries Gram-négatif, et les bactéries Gram-positif non lactiques, ces dernières y sont moins sensibles (El Ziney et al, 1998).

1.10.6. Phages lactiques

Les bactériophages des bactéries lactiques sont un exemple de parasitisme. Au cours de la fermentation, les phages peuvent tout à coup conduire à la lyse des souches dominantes, une altération du produit fermenté, et des importantes pertes économiques pour les industriels (Sieuwerds et al., 2008).

1.10.7. Bactériocines

Les bactériocines ont été découvertes pour la première fois en 1925 par Gratia. La première bactériocine, isolée d'*Escherichia coli*, a une activité bactéricide contre une autre souche d'*E. Coli*. Cette découverte sont des peptides antimicrobiens produits par des bactéries des gammes d'hôte étroite ou large (Paul et al., 2005). Particulièrement les bactéries lactiques comprennent divers genres tels que *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Weissella*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Carnobacterium*, *Bifidobacterium* ... (Atieh et al., 2021).

1.10.7.1. Caractéristiques des bactériocines

Les bactériocines sont des substances protéiques synthétisés par des ribosomes d'une longueur de 20 à 60 acides aminés (Aleksandra et al., 2017). Ce sont des peptides

antimicrobiens thermostables qui ont un énorme potentiel en tant que conservateur alimentaire et antibiotique contre des agents pathogènes multi-résistants (**Rodney et al ., 2018**). Elles sont de faible poids moléculaire secrété par les cellules bactériennes prédatrices pour inhiber les cellules présentes dans le même écosystème. Ainsi, ces peptides ont des propriétés antibactériennes natives antivirales et antifongiques supplémentaires (**Veeresh et al ., 2018**). Ensuite, les bactériocines représentent un intérêt dans la conservation des denrées alimentaires grâce à leur capacité de réguler la microflore existe dans les produits fermentés (**Dortu ., 2009**).

1.10.7.2. Synthèse des bactériocines

Toutes les bactériocines sont synthétisées par les ribosomes dans le cytoplasme des cellules productrices de manière constante sous forme moléculaire positif. La présence d'un peptide « leader » permet la sécrétion des bactériocines dans le milieu extérieur (**Jasniewski, 2008**). Elles sont codées par des gènes spécifiques sous forme de peptide, ne contenant que les 20 acides aminés pertinents, dans le code génétique (**Rashmi et al., 2019**). Le formulaire modification post-traductionnelle étendue, biologiquement active et mature nécessite de produire : modification spécifique des acides aminés, formation des endopeptides Thio-éther et/ou amino-éther, peptide leader retiré du côté N-terminal et transporté peptides à la matrice extracellulaire. En plus de ces fonctions, il est obligatoire de procurer d'autres étapes contrôlées comme la régulation de leurs mécanismes biosynthétiques et immunitaires afin d'assurer les cellules produisant leurs propres bactériocines (**Rashmi et al., 2019**).

Sur la base de ces observations, il n'a été constaté que le premier gène spécifique contenant un gène de structure de bactériocine.

1.10.7.3. Classification de bactériocines

Les bactériocines sont récemment classées selon leur taille, activités, structure, poids moléculaire, modifications post-traditionnelles, et caractéristiques génétiques (**Mokoena, 2017**) Les classes essentielles sont :

Classe I (les antibiotiques) : des peptides < 5kDa, formés post-traditionnellement divisés en deux types :

Classe Ia : des peptides cationiques hydrophobes allongés contenant jusqu'à 34 acides aminés (**Carine et Philippe ., 2009**)

Classe Ib : des peptides globulaires chargés négativement ou sans charge nette contenant jusqu'à 19 acides aminés (Carine et Philippe ., 2009)

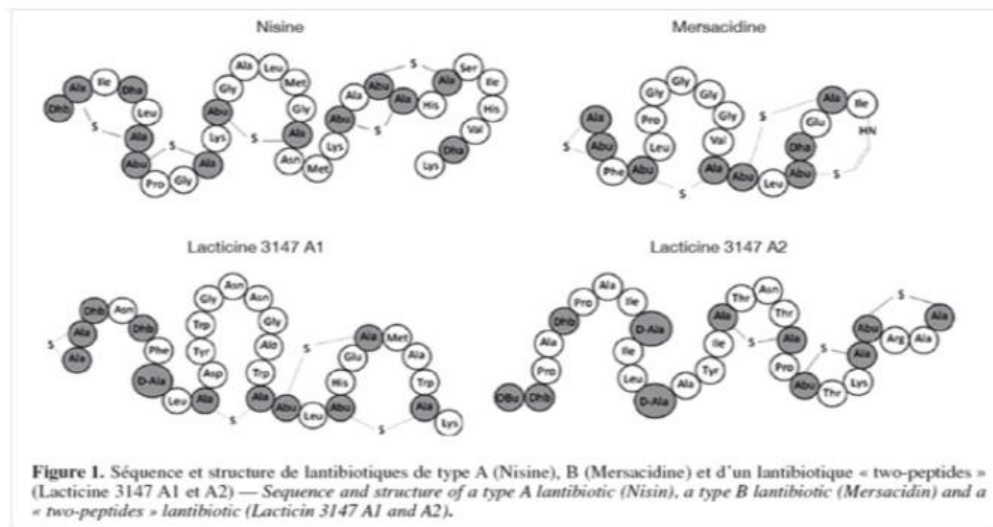


Figure 6 : Séquence et structure de l'antibiotique de type A (Nisine), B (Mersacidine) et d'un l'antibiotique « two peptides » (Mcauliffe et al., 2001).

Classe II (les bactériocines peptidiques): des peptides < 10 K Da, stables à la chaleur et ne contenant pas des acides aminés modifiés. Leur point isoélectrique varie entre 8 et 10. Cette classe est divisée en trois sous classes (Drider et al., 2009)

Sous-classe IIa : contient entre 27 et 48 acides aminés. Il sont une partie N-terminale hydrophobe contenant la séquence consensus (Fimland et al., 2000).

Sous classe IIb : deux types de bactériocines de classe IIb peuvent être distingués : le type E (Enhancing) et de type S (Synergy) ou les peptides sont complémentaires.

La sous classe IIc : contient les bactériocines qui ne peuvent pas être classés dans les autres sous-classes (Carine et Philippe., 2009)

Classe III : des protéines >30kDa sensibles à la chaleur. Cette classe ne contient que ces bactériocines : l'helveticin J produit par *Lactobacillus helveticus* A, l'enterolysin A produire par *Enterococcus faecium*, la zoocin A produire par *Spreptococcus milleri* (Nilsen et al ., 2003).

Classer IV : des peptides requérant une partie carbohydratée ou lipidique pour avoir une activité. Aucune bactériocine de cette classe n'a été décrite (Carine et Philippe., 2009)

1.10.7.4 Le mécanisme d'action de bactériocine

Les Bactériocine peuvent éliminer directement les bactéries pathogènes en inhibant la biosynthèse de la paroi cellulaire bactérienne. Selon (**Tagg et al., 1976**) le mode d'action des bactériocines comporte deux étapes :

1^{ère} étape : consiste à savoir si la bactériocine est absorbée sur un récepteur spécifique à la membrane des cellules cibles.

2^{ème} étape : étape irréversible impliquant des modifications pathologiques des cellules cibles. (**Chung et al., 2000**) ont démontré que les bactériocines agissent comme les pores se forment dans la membrane plasmique des cellules cibles, perte de composants cellulaires (ATP, K+) qui jouent un rôle dans le maintien de l'homéostasie réserve énergétique et pH intracellulaire. Cette perte d'intégrité conduit à la synthèse des macromolécules (ADN, ARN, protéines). Alors que (**Schved et al., 1994**) ont affirmé que les bactériocines peuvent avoir trois types d'action :

- Effet bactériostatique : Ralentit ou stoppe la croissance .
- Effet bactéricide : Perte de la viabilité et lyse cellulaire tel que la Nisine.
- Effet bactéricide sans aucune lyse cellulaire.

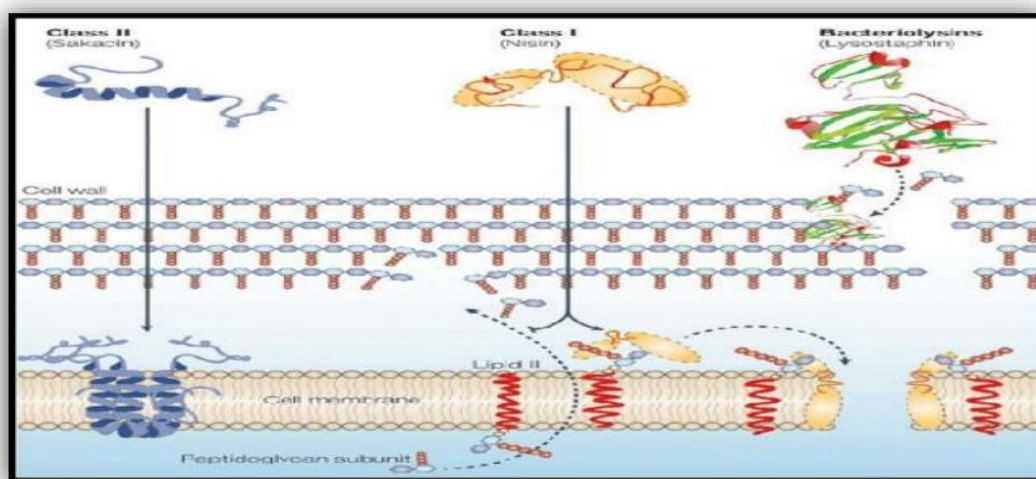


Figure 7: Mode d'action des bactériocines de bactéries lactiques (**Cotter et al., 2005**)

2. Les bactéries pathogènes (responsables des infections Urinaires)

2.1. Généralités :

Le Corps humain c'est un écosystème complexe et florissant, il contient environ 10^{13} cellules humaines ainsi qu'environ 10^{14} cellules bactériennes, fongiques et protozoaires, qui représentent des milliers d'espèces microbiennes. Ces microbes appelés Flore normale, sont généralement limités à certaines zones du corps, notamment la peau, la bouche, le gros intestin ..., certaines microbes (les bactéries pathogènes) sont capables de causer des maladies ou la mort (**Bruce et al ., 2002**).

Les bactéries pathogènes (BP), sont des bactéries capables de provoquer des maladies lorsqu'elles pénètrent dans le corps et peuvent se propager dans l'eau, l'air, le sol, les aliments ...Elles expriment une large gamme des molécules qui se lient aux cibles des cellules hôtes pour faciliter les réponses de l'hôte. Les stratégies moléculaires utilisées par des bactéries pour interagir avec l'hôte peuvent être uniques à des agents pathogènes spécifiques ou conservées dans plusieurs espèces différentes. Une des clés de la lutte contre les maladies bactériennes est l'identification des caractéristiques de toutes ces différentes stratégies (**Wilson et al., 2002**). Il y a certains germes pathogènes responsables des maladies très dangereuses surtout dans le système urinaire.

2.2. Les infections urinaires :

2.2.1. Epidémiologie et Physiopathologie :

Depuis des années les infections urinaires représentent un problème majeur dans la pathologie infectieuse. Elles sont causées par une gamme d'agents pathogènes et peut être considérées comme l'un des types d'infection les plus courants d'origine alimentaire, nosocomiale et récurrente. Surviennent lorsque les bactéries extérieures au corps pénètrent dans les voies urinaires par l'urètre, elles commencent à se multiplier. (**Ana et al ., 2015**).

Les infections des voies urinaires (IVU) sont des infections bactériennes humaines les plus courantes touchant 150 millions de personnes chaque année dans le monde, et sont responsables d'une morbidité et d'une mortalité importante, entraînant une augmentation des coûts de santé, en particulier chez les femmes, les bébés et les personnes âgées (**Timothée., 2017**).

Les infections urinaires ont une grande variété de présentation, certaines sont des simples infections qui peuvent être gérées avec des antibiotiques ambulatoires et ont une évolution clinique rassurante avec une bonne progression presque universelle. D'autres peuvent également être compliquées par plusieurs facteurs de risques pouvant entraîner un échec du traitement (Ayan et al., 2022).

Une infection de voies urinaires est définie comme une infiltration microbienne des voies urinaires autrement stériles, l'une des infections bactériennes les plus courantes dans le monde. (IVU) englobent les infections de l'urètre (urétéríte), de la vessie (cystite), de l'uretère (urétéríte) et des reins (pyélonéphrite)... (Dielubanza et al., 2011).

Certaines personnes sont plus à risque de contacter une infection urinaire, elle est plus fréquenté chez les femmes car leurs urètres sont plus courtes et plus proches du rectum. Cela facilite l'entrée des bactéries dans les voies urinaires.

2.2.2. Les types d'infections urinaires bactériennes

Les infections urinaires bactériennes peuvent affecter l'urètre, la prostate, la cystite, peut être non compliquée et généralement supposée être une cystite ou une pyélonéphrite. Elles se produisent chez les femmes ou des patients qui ont un diabète. Les IU compliquées peuvent toucher les deux sexes à tous les âges surtout chez les femmes enceintes, les diabétiques, les patientes de maladie rénale chronique ou instrumentation ou chirurgie récente du tractus urinaires (Paola et al., 2008).

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

Utilisation de spermicides.

Activités sexuelles.

Troubles du comportement mictionnel (mictions rares, retenues, incomplètes).

Diabète déséquilibré et/ou compliqué (neuropathie vésicale).

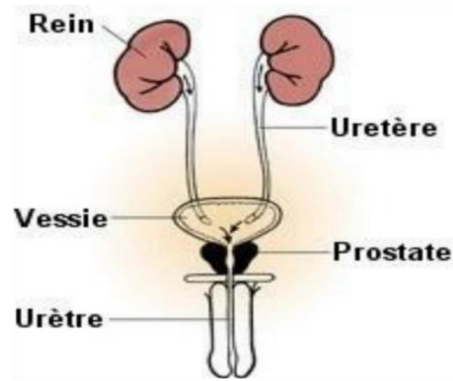


Figure 8 : Voies excrétrices urinaires

a. Les infections urinaires basses

Cystite :

La cystite interstitielle (IC), est une inflammation chronique de la vessie qui entraîne des douleurs vésicales chroniques ainsi qu'une urgence et une fréquence urinaire (Maryam et al., 2019). Ce sont des infections très courantes. L'augmentation rapide des infections causées par des uro pathogènes multi-résistantes *E.coli* sont responsables de la majorité des infections de la vessie (Thomas et al., 2012)

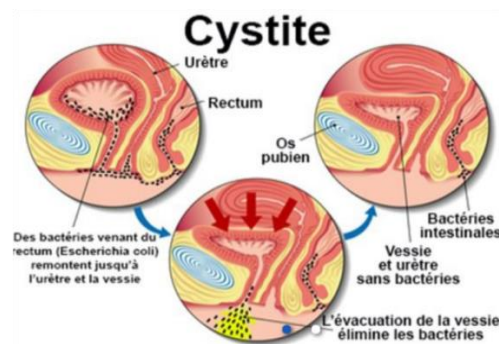


Figure 9 : causes de maladies de cystite chez l'homme

Urétrite :

L'infection de l'urètre par les bactéries se produit lorsque les microorganismes qui accèdent à l'urètre de manière aiguë ou chronique colonise les nombreuses glandes péri-urétrales des portions bulbaires et mobiles de l'urètre féminin (Ashley et al., 2022). L'infection de l'urètre entraîne chez l'homme une difficulté à uriner, une douleur à l'écoulement de l'urine et généralement un écoulement urétral (Forster R., 1990).

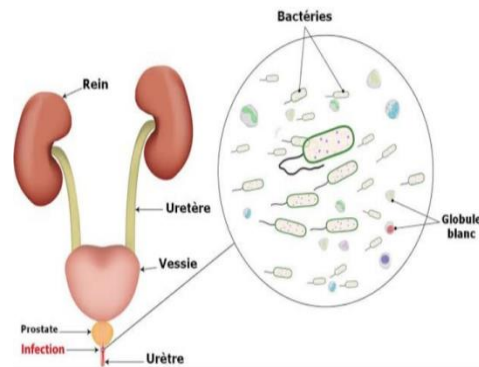


Figure 10 : les causes d'urétrite chez l'homme

Prostatite :

Est une inflammation douloureuse de la prostate, elle s'agit d'une affection courante qui peut toucher les hommes de tout âge, peut être aiguë ou chronique peut survenir à la suite d'une infection urétrale ascendante ou d'un reflux d'urine infectée dans des conduits prostatiques se déversant dans l'urètre postérieur (**Delavierre., 2007**)

La prostate bactérienne est causée principalement par des bactéries coliformes *Pseudomonas aeruginosa* et *Entérocoques faecalis*. Il est souvent difficile à guérir et nécessite généralement un traitement prolongé (4 à 16 semaines) avec un agent antimicrobien approprié qui atteint des niveaux thérapeutiques dans le système sécrétoire prostatite (**Meares ., 1991**).

b. Les infections urinaires hautes :

La pyélonéphrite

C'est une atteinte des voies urinaires hautes et du parenchyme rénal. Les signes cliniques sont: la fièvre élevée, les vomissements, les lombalgies aiguës et chroniques, définie par des critères : cliniques et bactériologiques (**Pangon et Chaplain., 2003**).

La plupart des infections urinaires sont causées par des souches spécialisées généralement les entérobactéries ou les bactéries nosocomiales ex : *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa* ...

2.3. Caractéristiques des uropathogènes

2.3.1. *Escherichia coli*:

Theodore Escherichia est un microbiologiste pédiatre allemand qui a commencé une étude sur les microbes intestinaux, fut en 1865 l'inventeur d'une bactérie particulière *Bacterium coli* commune qui sera appelée plus tard *Escherichia coli* (**Zachary et al ., 2015**).

Depuis plus d'un siècle, il est connu qu'*Escherichia coli* est classé comme une bactérie Gram-négative en forme bâtonnet anaérobie facultative, non sporulée, oxydase négative dans la famille des *Enterobacteriaceae*. La bactérie habite principalement le tractus intestinal inférieur des animaux à sang chaud. (J jang et al., J 2017)

Ce sont des bactéries généralement commensales de la microflore bactérienne normale du tube digestif de l'homme, *E coli* peut également être à l'origine de pathologie extra-intestinale. C'est un agent responsable des infections urinaires qui a des caractéristiques particulières leur permettent de profiter de l'environnement de la vessie (Betsy et al ., 2003)

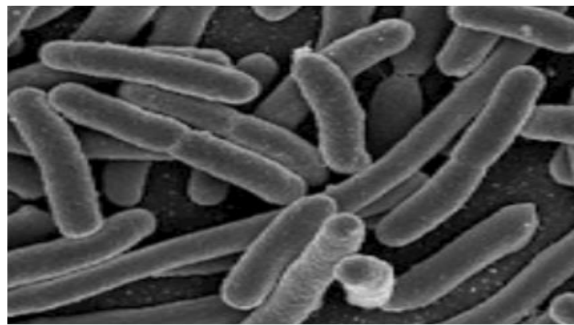


Figure 11 : *E coli* observée au microscope électrique (P.Sri chandana; 2015)

2.3.2. *Proteus mirabilis*

Elles ont été décrites pour la première fois en 1885 par le microbiologiste allemand Gustav Hauser, au sein de la famille des *Enterobacteriaceae*, qu'il avait révélé leur caractéristique de croissance intensive en essaimage (Dominique., 2016). C'est un uropathogène opportuniste, forme bâtonnet Gram négatif. Elle est bien connue par sa capacité à essaimer de manière robuste sur les surfaces selon un motif en œil de bœuf saisissant. Cliniquement, cet organisme est plus souvent pathogène pour les voies urinaires chez les patients subissant un catharisme au long cours (Jessica et al ., 2015).

Proteus mirabilis est capable de provoquer des infections symptomatiques des voies urinaires notamment la cystite et la pyélonéphrite, accompagnée par une lithiase urinaire. Le développement de calculs vésicaux ou rénaux dus à l'alcalinisation de l'urine à partir de l'hydrolyse de l'urée en dioxyde de carbone et en ammoniac est catalysé par l'uréase, (Chelsi et al ., 2018) présent dans les cas de bactériurie asymptomatique, en particulier chez les personnes âgées et les patientes atteints de diabète de type 2. Les infections par cette bactérie peuvent provoquer la formation de calculs urinaires (urolithiase) . (Harry, 2019).

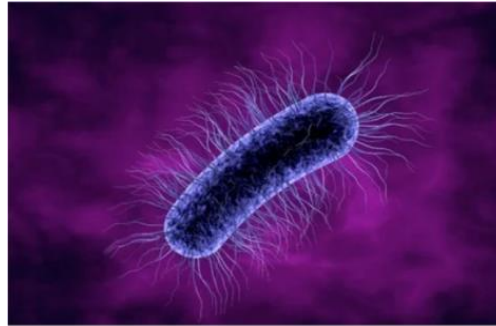


Figure 12 : *Proteus mirabilis* observée au microscope électronique (Ducluzeau., 2006)

2.3.4. *Klebsiella pneumoniae*

Elles ont été décrites indépendamment en 1885. Ces bâtonnets à Gram négatif colonisent le tractus intestinal humain considéré comme le principal réservoir de ces pathogènes opportunistes multi-résistants. Elles sont connues par leurs fréquences élevées et diversité des gènes de résistance aux antimicrobiens (RAM). Dans les conditions favorables, elle provoque des diverses maladies infectieuses, notamment des (IVU), des pneumonies et des abcès du foie (Agata.,2022). Les caractéristiques phénotypiques de cette bactérie comprennent la motilité d'essaimage, la production d'uréase et d'hémolysine, et la synthèse de nombreux fibrine d'adhérence (Rebecca M et Michel B ., 2018).



Figure 13 : *Klebsiella pneumoniae* observée au microscope électrique (Thierry, 2019).

2.3.5. *Pseudomonas aeruginosa*:

Pseudomonas aeruginosa est un agent pathogène bacille à Gram négatif ubiquitaire appartenant aux Protéobactéries qui sont des pathogènes opportunistes (Larry et al ., 2022) ce qui est devenu une cause importante de l'infection, en particulier chez les patients immunodéprimés dont les mécanismes de défense de l'hôte sont compromis. Elle est fréquemment liée aux infections nosocomiales telles que la pneumonie, les infections des voies urinaires et la bactériémie. (Garima et al., 2014).

2.3.6. *Enterococcus Faecalis*

Enterococcus Faecalis (précédemment identifié comme *Streptococcus Faecalis*), est une bactérie anaérobie facultative à gram positif et catalase négatif implique dans des nombreuses infections mortelles ou réfractaires chez l'homme (**Jingwen et al., 2020**). Ce sont des bactéries à faible GC, non sporulées, et chimioorganotrophes fermentaires obligatoires (homo fermentaires), qui sont classées actuellement parmi les agents pathogènes hospitaliers multi-résistants les plus répandus dans le monde. Elles sont capables de provoquer diverses infections, notamment la septicémie, plaies chirurgicales et leurs infections. Le germe *Enterococcus* comprend plus de 40 espèces écologiquement causées par deux espèces : *E.faecalis* et *E.faecium* (**Daria et al ., 2013**). La maladie à *Enterocoques* a été décrite pour la première fois en détail à la fin du 19^e siècle. Le terme « *Enterocoques* » a été inventé par Thiercelin en 1899, lorsqu'il décrit des bactéries commensales intestinales capables de devenir pathogènes. Elles ont généralement une température de croissance de 10 à 45 °C, produisant de l'acide lactique comme produit final de la fermentation du glucose, sans production de gaz. *Enterococcus faecalis*, bien qu'un commensal intestinal, soit une cause fréquente de nombreuses infections humaines graves, y compris les (IVU), responsables d'environ 11000 cas par année. (**Monica et louis ., 2019**).

Partie expérimentale

II. Matériel et méthodes

1. Lieu et objectif

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire (microbiologie), laboratoire pédagogique de l'université Abdelhamid Ibn Badis –Mostaganem-, durant la période allant de Mars à Juin de l'année 2023. L'objectif principal de l'étude consiste à étudier l'effet antimicrobien des souches lactiques isolées localement vis-à-vis des bactéries pathogènes responsables des infections urinaires.

2. Matériel

2.1. Matériel biologique

Lors de ce travail, **20 souches** de bactéries lactiques (**Tableau 3**) ont été utilisées pour tester leur pouvoir antimicrobien. Toutes les souches ont été isolées, purifiées et identifiées par une technique moléculaire (Spectrométrie de masse MALDI-TOF MS) par notre Co-Encadreur Docteur **BOUCHIBANE Malika (Bouchibane et al., 2022)**.

Cinq bactéries pathogènes ont été testées comme présenter dans le **Tableau (4)**.

Tableau 3 : Origine et identification des souches des bactéries lactiques.

Code des souches	Origine	Région	Score d'identification MALDI-TOF MS	Identification
SL102	J'ben	Blida	2.18	<i>Lactobacillus plantarum</i>
SL110			2.152	<i>Lactobacillus plantarum</i>
SL111			1.802	<i>Lactobacillus plantarum</i>
SL101			1.94	<i>Lactobacillus plantarum</i>
SL105		Naâma	2.012	<i>Lactobacillus plantarum</i>
SL106			2.186	<i>Lactobacillus plantarum</i>
SL30			2.289	<i>Enterococcus faecium</i>
SL112			2.031	<i>Lactobacillus</i>

				<i>fermentum</i>
SL07		Médéa	1.905	<i>Lactobacillus fermentum</i>
SL9		Bechar	2.276	<i>Enterococcus faecium</i>
SL15		Khenchela Khenchela	2.267	<i>Lactococcus lactis ssp lactis</i>
SL109			1.859	<i>Lactobacillus fermentum</i>
SL21			2.260	<i>Enterococcus faecium</i>
SL107			1.859	<i>Lactobacillus fermentum</i>
SL14	Zebda	Khenchela	2.384	<i>Enterococcus faecium</i>
SL103			1.947	<i>Lactobacillus plantarum</i>
SL108		Médéa	1.742	<i>Lactobacillus fermentum</i>
SL04	L'ben	Blida	1.862	<i>Lactobacillus fermentum</i>
SL104			2.161	<i>Lactobacillus plantarum</i>
SL28	Smen	Naâma	2.262	<i>Enterococcus faecium</i>

Tableau 4 : Bactéries pathogènes testées

Souches	Code
<i>Escherichia coli</i>	ATCC25922
<i>Proteus mirabilis</i>	ATCC35659
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC27853
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	ATCC 700603
<i>Enterococcus faecalis</i>	ATCC 29212

2.2 Matériel non biologique

Milieux de culture et Appareillage (Annexe I et II).

3. Méthodes

3.1. Revivification des souches

Les souches lactiques qui ont été conservées auparavant dans le glycérol sont revivifiées par deux repiquages sur les bouillons **MRS** et **M17** à 37°C pendant 24h.

Les souches pathogènes qui ont été conservées au paravent dans la gélose nutritive inclinée sont revivifiées sur le bouillon nutritif à 37°C pendant 24h.

3.2. Vérification de la pureté des souches lactiques

La vérification de la pureté des souches lactiques été réalisée par un ensemencement en strie sur les géloses **MRS** et **M17** suivi d'incubation à 37°C pendant 48 à 72h en anaérobiose et aérobie. Cette opération est répétée deux fois, ensuite la pureté a été confirmée par un test de catalase et un examen macroscopique et microscopique.

La vérification de la pureté des souches pathogènes a été réalisée par un ensemencement en stries de chaque espèce dans son milieu spécifique puis les boites ont été incubées à 37°C pendant **18 à 24** heures.

3.2.1. Test de catalase

La catalase est mise en évidence en émulsionnant la culture bactérienne à tester dans une solution fraîche d'eau oxygénée à 10 volumes. Un dégagement gazeux abondant sous forme de mousse traduit la décomposition de l'eau oxygénée sous l'action de l'enzyme à tester (**Larpent et al., 1990**).

3.2.2. Examen macroscopique

L'examen macroscopique a été effectué par l'étude de la taille, la forme et la couleur des colonies obtenues sur les géloses, et aussi par l'observation d'un trouble sur les bouillons.

3.2.3. Examen microscopique

L'examen microscopique des colonies à été effectué par la coloration de Gram pour déterminer le type de Gram, leurs morphologies et leur mode de regroupement.

-La coloration de Gram a été réalisée selon la méthode suivante :

-Sur une lame, fixer à la chaleur une culture bactérienne jeune ;

- Recouvrir la lame avec le colorant le violet de gentiane pendant 1 minute ;
- Laver à l'eau ;
- Ajouter du Lugol pendant 1 minute ;
- Décolorer avec l'alcool à 95° pendant 30 seconde ; puis rincer à l'eau ;
- Réaliser une contre coloration en utilisant la Fuchsine et laisser agir 1 minute ; laver à l'eau ;
- Après séchage sous mettre la lame sous une observation microscopique ($\times 100$). Les bactéries à Gram positif apparaissent en violet et les bactéries à Gram négatif apparaissent en rose (Singleton ., 1999).

3.3. Conservation des souches

La conservation des souches à courte durée a été faite sur géloses inclinées à 4°C. Et pour une longue durée, les cultures jeunes ont été placées en tubes Eppendorf contenant les bouillons MRS ,17 (bactéries lactiques) ou BN (pour les bactéries pathogènes) additionnées de 30% (v/v) de glycérol stérile puis conservées à 20°C (Badis et al, 2003).

3.4. L'effet antimicrobien des souches lactiques

3.4.1. Préparation des pré-cultures des souches lactiques et pathogènes

Des colonies pures de bactéries lactiques ont été inoculées dans des tubes à essai contenant 7 ml de MRS liquide et incubées à 37°C pendant 24h.

Les colonies pures des souches pathogènes ont été inoculées dans le bouillon nutritif, et incubées pendant 18 à 24h à 37 C°.

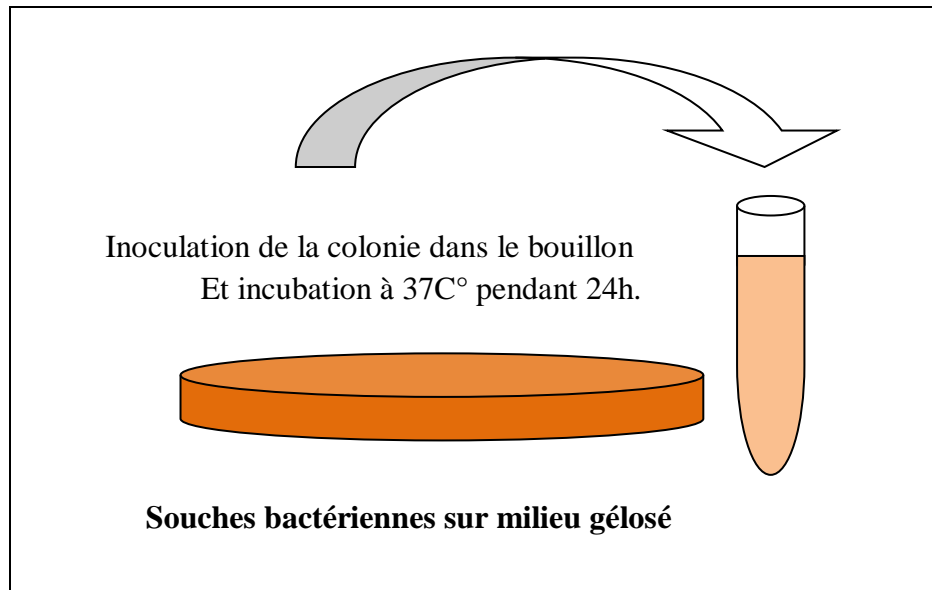


Figure 14: technique de la préparation d'une culture jeune.

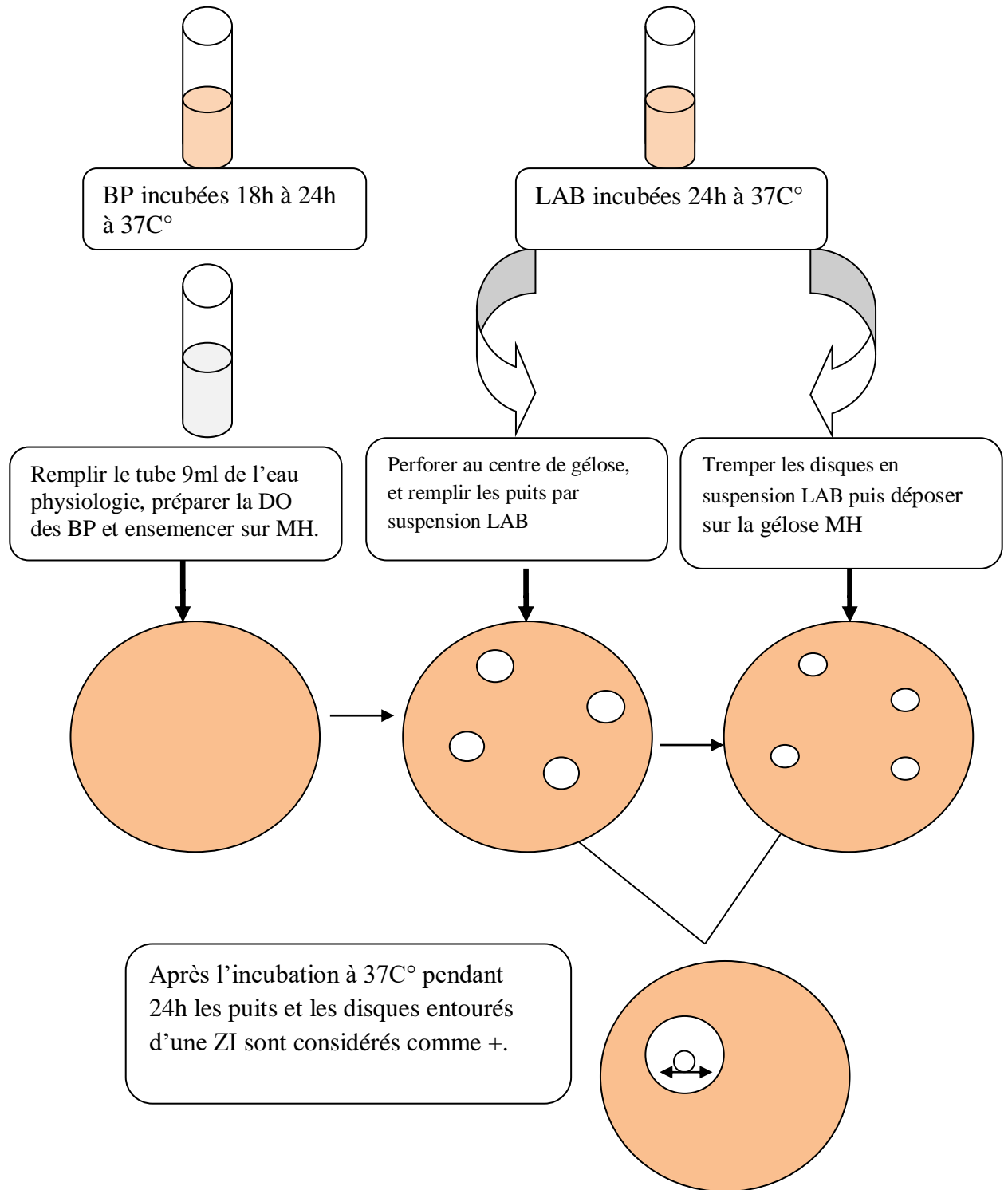
3.4.2. Détection de l'effet antimicrobien

Deux méthodes ont été utilisées pour la mise en évidence de cette activité : méthodes de diffusion en puits et méthodes des disques :

Les cultures jeunes des bactéries ont été ajustées à une DO de 0.08 à 0.1 à 620 nm et étalées sur du milieu MH puis laissées 1h à une température ambiante. Ensuite des puits ont été effectués et un volume de 100µl d'une culture jeune des souches lactiques a été ajouté à chaque puits. Les boîtes ont été maintenues à 4°C pendant 1h avant l'incubation à 37°C pendant 24h.

Pour l'évaluation de cet effet par la technique des disques de papier wattman, la même procédure que celle décrite précédemment a été réalisée sauf que les disques ont été trempés dans la suspension bactérienne des cultures lactiques puis déposés sur la gélose MH.

L'effet antimicrobien a été estimé en mesurant les diamètres des zones qui ont été apparues autour des puits et des disques (**Bouchibane, 2023**).



Z_i = diamètre de la zone d'inhibition obtenue – diamètre du puits (6mm).

Figure 15 : Schéma des méthodes de l'effet antimicrobien des LAB.

3.6. Test de sensibilité aux antibiotiques

Pour déterminer le comportement des espèces lactiques vis-à-vis de certains antibiotiques, nous avons testé leurs résistances par diffusion sur milieu MRS solide à la disposition des disques d'antibiotiques commerciaux (**Tableau 5**). A partir de cultures jeunes des souches lactiques, on a raclé quelques colonies (5 à 7) que l'on a ajoutées à 10ml d'eau physiologique. Après homogénéisation, les préparations ainsi préparées sontensemencées par étalement à l'aide d'écouvillon imbibé de la culture bactérienne. Après séchage des boîtes, on dépose stérilement les disques d'antibiotiques à la surface du milieu (5 à 7 par boîtes). Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 à 48h. La lecture des résultats consiste à mesurer les diamètres des zones claires d'inhibitions. Les résultats ont été exprimé comme sensible ($S \geq 21$ mm), intermédiaire (I entre 16-20mm), et résistance ($R \leq 15$ mm). (**Bouchibane., 2023**).

Tableau 5: l'antibiotique utilisé et leur famille.

Sigle / Symbole	Famille
AMC 300 (25ug)	Béta-lactamine
VA (30ug)	Glycopeptides
CS (10ug)	Polymyxines
L (500mg)	Lincosamides
PB300 (2mg/l)	polypeptides

AMC 300 : Amoxicilline (25ug), **VA** : Vancomycin (30ug), **CS** : Colistin (10ug),
L : Lincomycine (500mg), **PB 300** : polymyxine B (2mg/l).

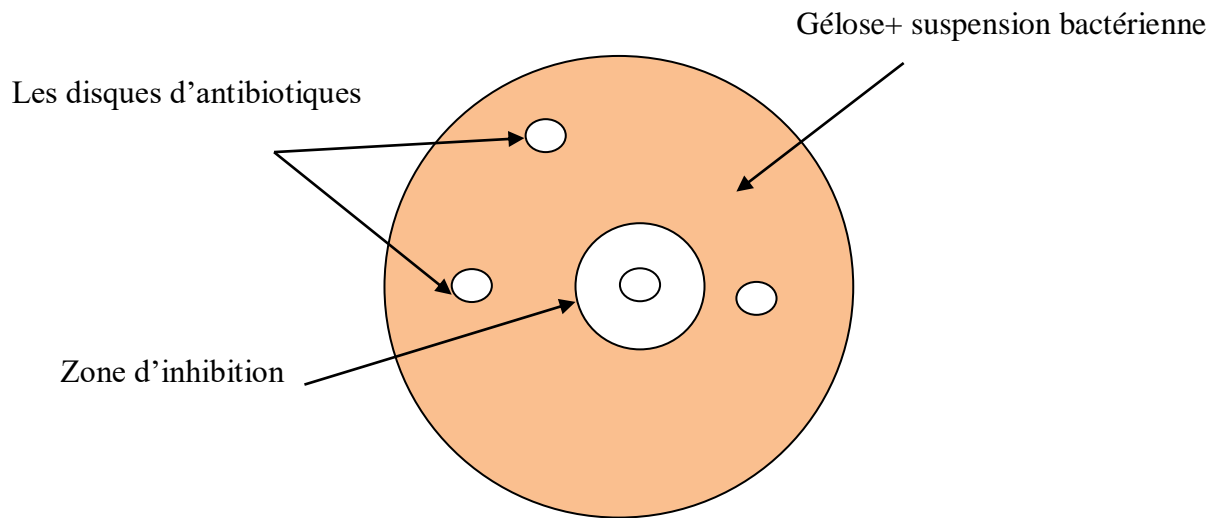


Figure 16: méthode d'antibiogramme sur les bactéries lactiques

Résultats et discussion

III. Résultats et discussion

1. Vérification de la pureté des souches

Après l'opération de purification, nous avons obtenu des souches pures, les colonies sont d'un aspect (couleur, taille et forme) typique et homogène.

1.1. Test catalase

Toutes les souches lactiques sont de catalase négative à cause de l'absence de dégagement gazeux (O₂), comme le montre la **figure 17**.



Figure 17 : Résultat de test catalase

1.2. Critères macroscopiques

L'observation macroscopique du développement des bactéries sur les bouillons (MRS et BN) a montré la présence d'un trouble (**figure 18 et 19**).

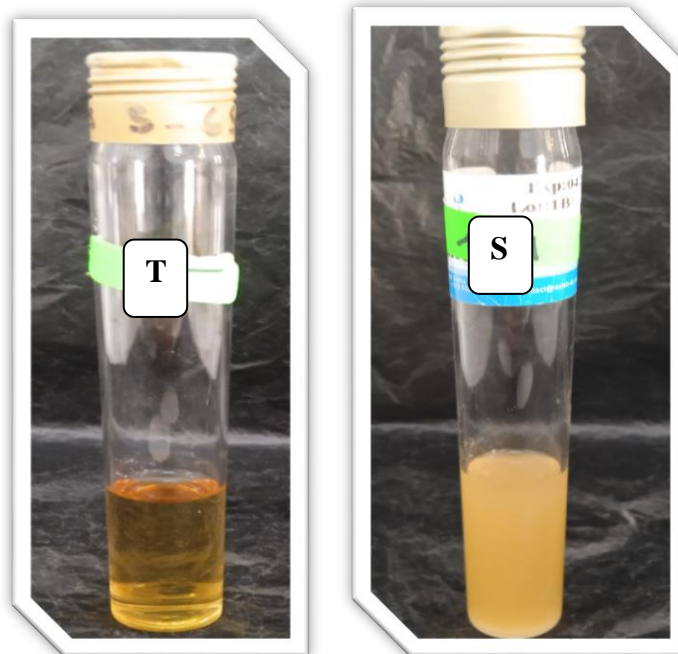


Figure 18 : Aspect des bactéries lactiques pures en milieu MRS liquide

T : Témoin S : Culture microbienne

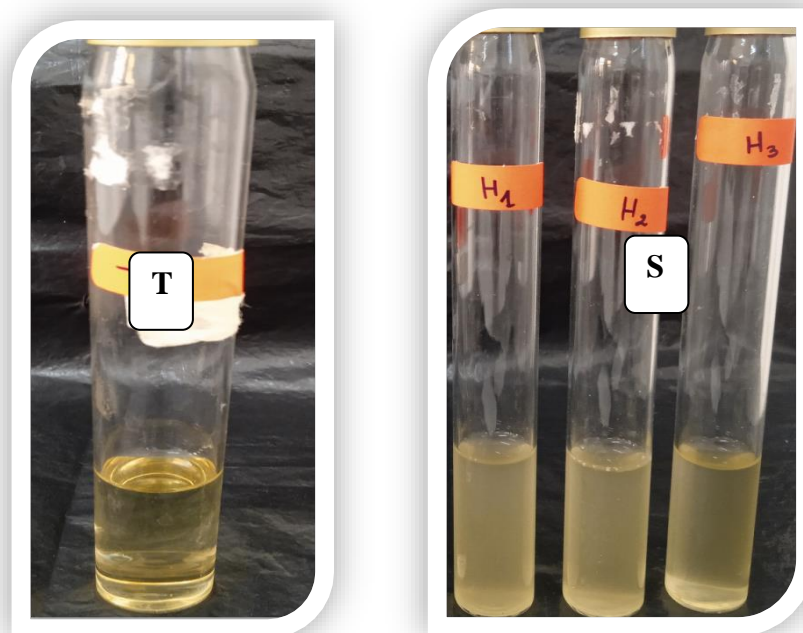


Figure 19 : Aspect des souches pathogènes pures en milieu BN

T : Témoin S : Culture microbienne

Sur milieu MRS solide, les souches ont donné des colonies lenticulaires parfois circulaires, de petites tailles à moyenne d'environ 1mm de diamètre, blanchâtres, laiteuses ou crèmes, avec un contour régulier et lisse (**Figure20**).

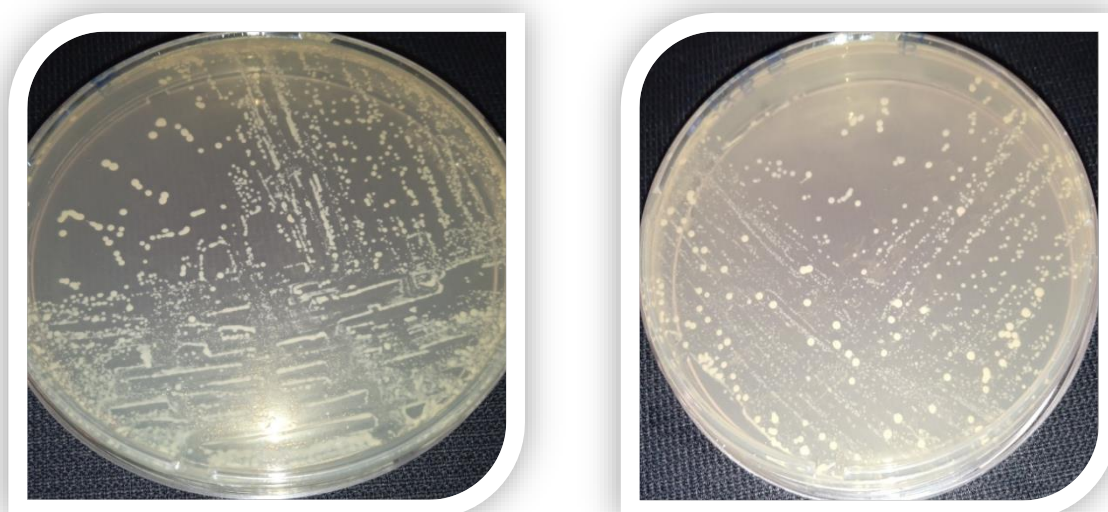


Figure 20 : Aspect des souches lactiques pures en milieu MRS solide.

Les souches indicatrices cultivées sur milieu Mac Con Key avaient un aspect arrondi, à contour régulier (**Figure 21**).

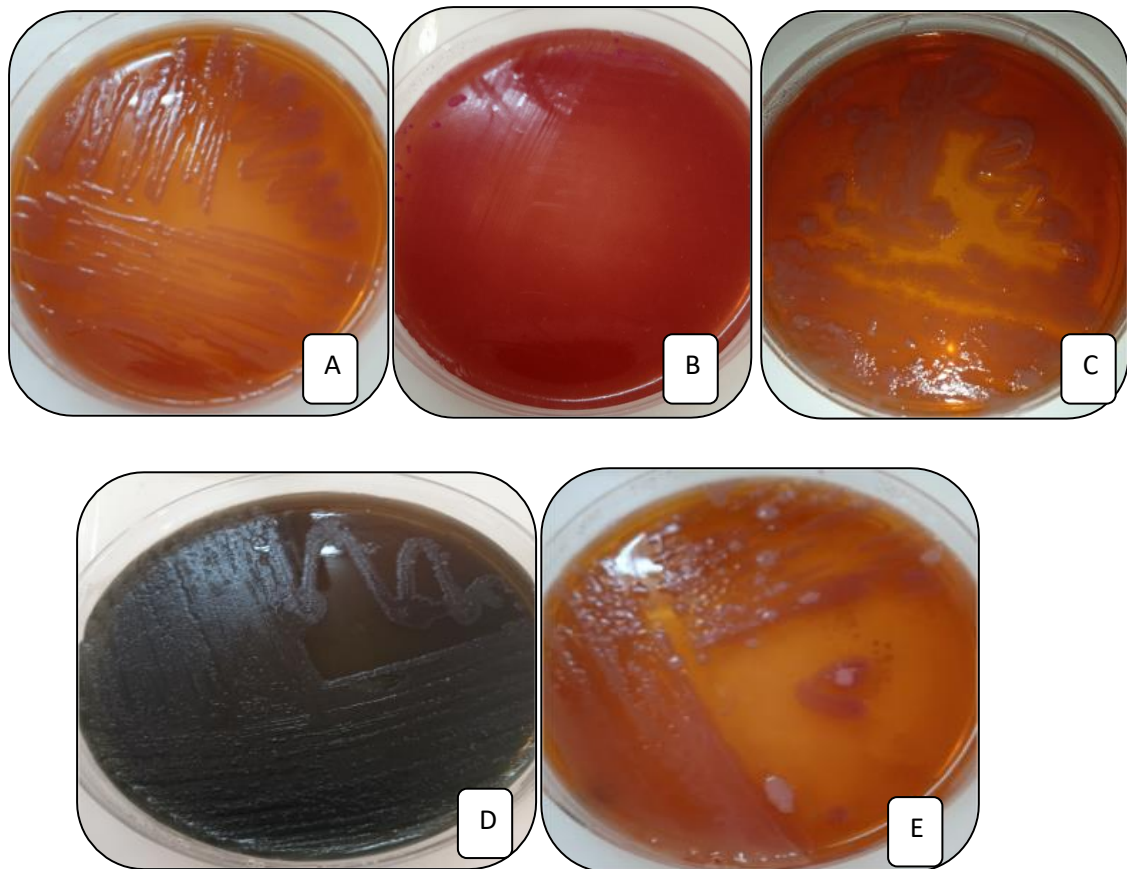


Figure 21 : Aspect macroscopique des uro-pathogènes sur milieu Mac Con Key.

A : *Escherichia coli* (ACC 25922) **B** : *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212) **C** : *Proteus mirabilis*(ATCC35659) **D**:*Pseudomonas.aeruginosa*(ATCC27853) **E** :*Klebsiella pneumoniae*(ATCC700603).

1.3. Critères microscopique :

L'observation microscopique a montré que toutes les souches lactiques sont à Gram positif, se présentent sous forme des Bacilles (**figure 22**) et des coques (**Figure 23**) disposés diplocoques et en chainettes, et leurs aspects microscopiques sont notés dans le **Tableau 06**.

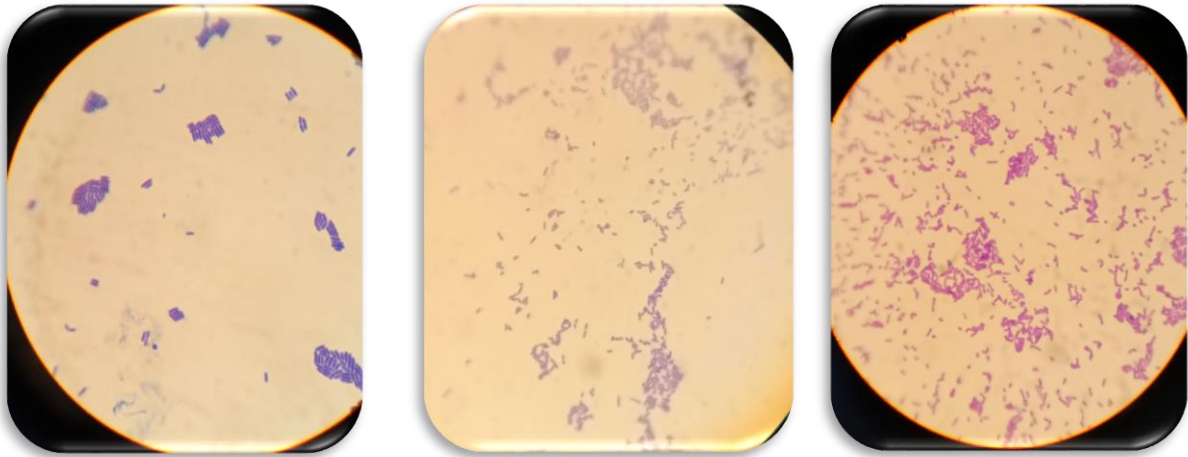


Figure 22 : Observations microscopiques des bactéries lactiques bacilles (anaérobies) (G : 10x100).

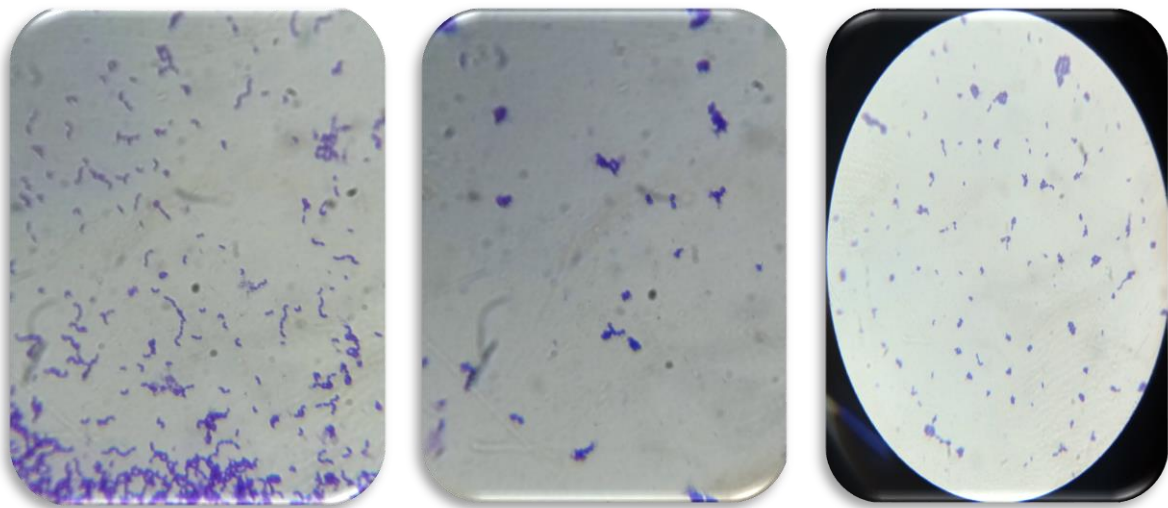


Figure 23 : Observations microscopiques des bactéries lactiques couques (aérobies) (G : 10x100)

Tableau 6 : Résultats de l'aspect microscopique des bactéries lactiques

Les souches	Code	Forme	Mode de Regroupement	Gram	Catalase
<i>Lactobacillus plantarum</i>	SL102	Bacilles longs	Isolée en chaînette		
<i>Lactobacillus plantarum</i>	SL110	Bacilles courts	En chaînettes		
<i>Lactobacillus plantarum</i>	SL111	Bacilles courts	En chaînettes		
<i>Lactobacillus plantarum</i>	SL101	Bacilles	Tétrade isolée		

		courts		Positif (+)	Catalase (-)
<i>Lactobacillus plantarum</i>	SL105	Bacilles long	En chaînettes		
<i>Lactobacillus plantarum</i>	SL106	Bacilles courts	En chaînettes		
<i>Enterococcusfaecium</i>	SL30	Cocci	En amas		
<i>Lactobacillus fermentum</i>	SL112	Bacilles moyen	En chaînettes		
<i>Lactobacillus fermentum</i>	SL07	Bacilles long	En chaînettes		
<i>Enterococcusfaecium</i>	SL9	Cocci	diplocoques		
<i>Lactococcuslactis</i>	SL15	Coccobacilles	En chaînettes		
<i>Lactobacillus fermentum</i>	SL109	Bacilles courts	En chaînettes		
<i>Enterococcusfaecium</i>	SL21	Coccobacilles	En chaînettes		
<i>Lactobacillus fermentum</i>	SL107	Bacilles moyen	En chaînettes		
<i>Enterococcusfaecium</i>	SL14	Cocci	Diplocoques		
<i>Lactobacillus plantarum</i>	SL103	Bacilles long	Chaînette isolée		
<i>Lactobacillus fermentum</i>	SL108	Bacilles courts	En chaînette		
<i>Lactobacillus fermentum</i>	SL04	Bacilles courts	En chaînette isolée		
<i>Lactobacillus plantarum</i>	SL104	Bacilles courts	En chaînette		
<i>Enterococcusfaecium</i>	SL28	Coques courts	tétrade		

L'observation microscopique des bactéries pathogènes a été constatée la présence des différentes formes de cellules bacilles bâtonnets ou coques. Le mode d'association varie d'un isolat à l'autre. Ces observations permettent de les classer initialement selon le Gram, et leur morphologie. Les résultats de l'observation microscopique des souches pathogènes sont présentés dans la **Figure 24** et le **Tableau 07**.

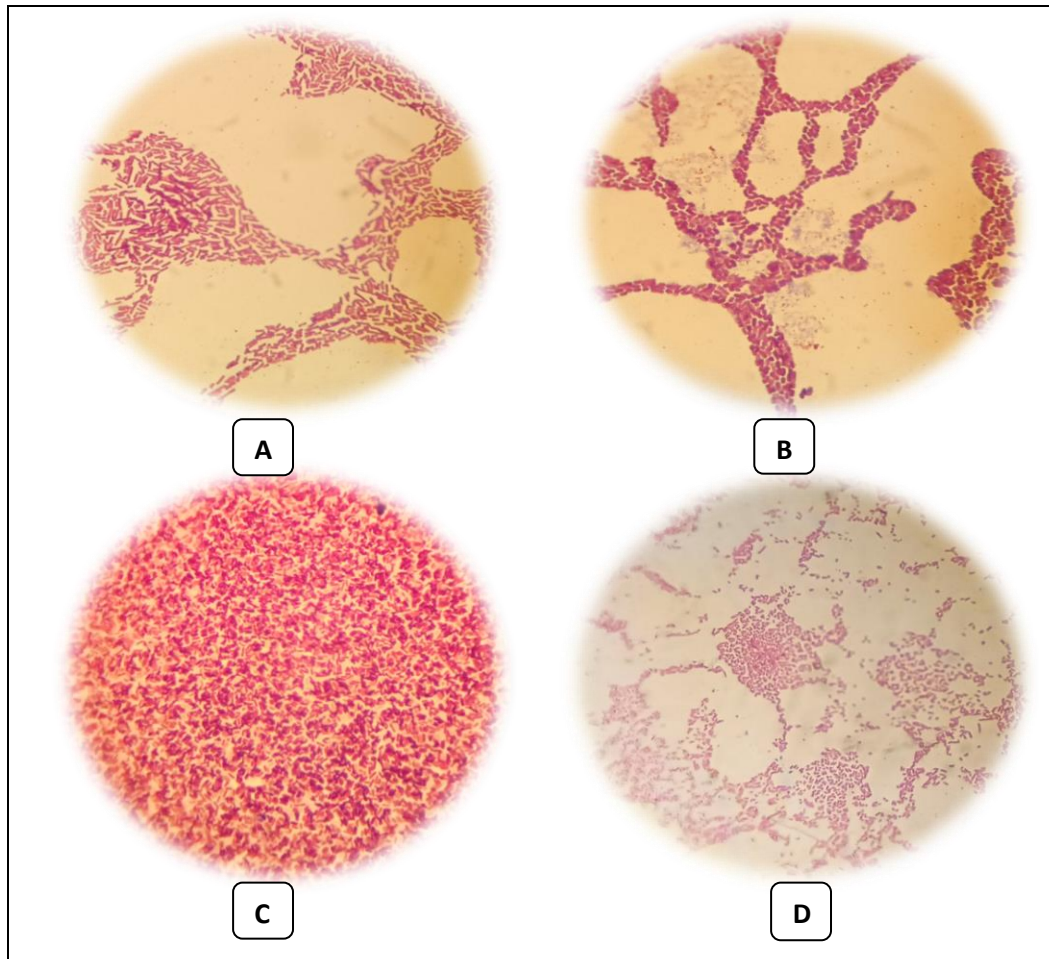


Figure 24 : Observation microscopique des souches pathogènes après la coloration de Gram (Gx100).

A: *Escherichia coli* (ACC 25922)

B: *Klebsiella pneumoniae* (ATCC700603)

D : *Proteus mirabilis* (ATCC35659)

C : *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853)

Tableau 7: résultats de l'aspect microscopique des bactéries pathogènes

Les souches pathogènes	Morphologie	Gram
<i>Escherichia coli</i>	Bacille bâtonne	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Bacille bâtonne	-
<i>Proteus mirabilis</i>	Bacille bâtonne	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Bacille bâtonne	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	Couques en chaines	+

2. Résultats de l'effet antimicrobien

La capacité compétitive des bactéries lactiques découle de leur activité fermentaire associée à la production des divers composés antimicrobiens pour inhiber la prolifération des microorganismes. De nombreuses substances à activité antagoniste produites par les bactéries lactiques ont été régulièrement mises en évidence (**Rodrigues., 2002**).

Les bactéries lactiques produisent un grand nombre des métabolites aux propriétés antimicrobiennes, tels que les acides organiques, le peroxyde d'hydrogène, le dioxyde de carbone, le di acétyle et les bactériocines (**Dortu et Thonart, 2009**).

Dans cette partie nous avons testé la capacité d'inhibition des (20 souches) lactiques vis-à-vis des bactéries pathogènes responsables des infections urinaires, à savoir *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis* par contact direct en utilisant deux méthodes (des puits et les disques). On a fait trois répétitions pour chaque bactérie pathogène, puis calcule les moyennes d'inhibition.

2.1. Résultats de méthode des puits

L'inhibition se traduit par la formation des zones claires, autour des souchesensemencées par touche. Les diamètres des zones d'inhibitions (**Zi**) et leurs moyennes sont représentées dans les histogrammes et **figure (25)**.

Après trois répétitions, nous remarquons que les bactéries lactiques testées ont montré une activité antimicrobienne différente d'une souche à autre avec divers zones d'inhibition ,en calculant les moyennes suivantes :

0 à 28 mm contre *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC27853),

0 à 22,3 mm contre *Proteus mirabilis*(ATCC35659),

0 à 17.66 mm contre *Escherichia coli* (ATCC25922),

0 à 21.4 mm contre, *Klebsiella pneumoniae* (ATCC700603),

0 à 10.33 mm contre *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212).

La « *Lactobacillus plantarum* » codée par S106 origine de J'ben de région « Naàma » est la seule souche qui n'a aucune activité contre toutes les souches pathogènes.

La bactérie « *Enterococcus faecium* » codée par S9 a agi fortement sur *Pseudomonas aeruginosa* avec une moyenne de Zi maximale de **28 mm**.

La souche *Klebsiella pneumoniaea* été inhibée par l'espèce *Lactobacillus plantarum* codée S103 en formant une zone de **21,4 mm**.

L'effet inhibiteur de la souche *Lactobacillus fermentum* (S112) contre *Enterococcus faecalis* est la plus faible avec une moyenne minimale de **1,3 mm**.

La souche *Enterococcus faecalis* est la plus résiste par rapport les autres souches par un moyenne d'inhibition (**ZI ≤6mm**). On déduit donc l'effet des bactéries lactiques sur les pathogènes Gram (-), efficace aux autres bactéries Gram (+).

S103 (*Lactobacillus plantarum*) et S105 (*Lactobacillus plantarum*) ont un large spectre d'action contre *E. coli*. Les souches S15 (*Lactococcus lactis ssp lactis*) et S14 (*Enterococcus faecium*) avaient un effet à large spectre sur la souche pathogène *Proteus mirabilis*, tandis qu'il y a cinq souches lactiques n'avaient aucune activité contre cette bactérie.

S9 (*Enterococcus faecium*) et S104 (*Lactobacillus fermentum*) ont un effet à haut spectre sur la souche pathogène *Klebsiella pneumoniae* Mais certains n'ont pas un effet sur cette bactérie. S21 (*Enterococcus faecium*) et S104 (*Lactobacillus plantarum*), S09 (*Enterococcus faecium*), S101 (*Lactobacillus plantarum*), S102 (*Lactobacillus plantarum*) possèdent un haut spectre contre *Pseudomonas aeruginosa*, par contre 6 souches lactiques sont inactives sur cette bactérie. Nos résultats sont comparées à celui fourni par (**Jamalifar et al., 2017**) qui a noté que les bactéries lactiques surtout les *Lactobacilles* permettent d'inhiber la croissance de *P.aeruginosa*.

Toutes les souches d'acide lactique ont une activité inhibitrice contre *Escherichia coli* sauf la souche *Lactobacillus plantarum* codée par S106 qui n'a aucun effet, donc elle est la souche la plus résistante. Tandis que la plupart des souches lactiques à différentes concentrations ont une activité inhibitrice contre *Klebsiella pneumoniae* et *Proteus mirabilis*, Ces données sont similaires à celles présentées par (**Bouchibane, 2023**).

Ces résultats confirment que nos bactéries lactiques sont capables de synthétiser des substances inhibitrices ayant une activité antimicrobienne. L'ensemble des souches ne présente pas le même spectre d'action vis-à-vis les germes pathogènes (**figure 25**).

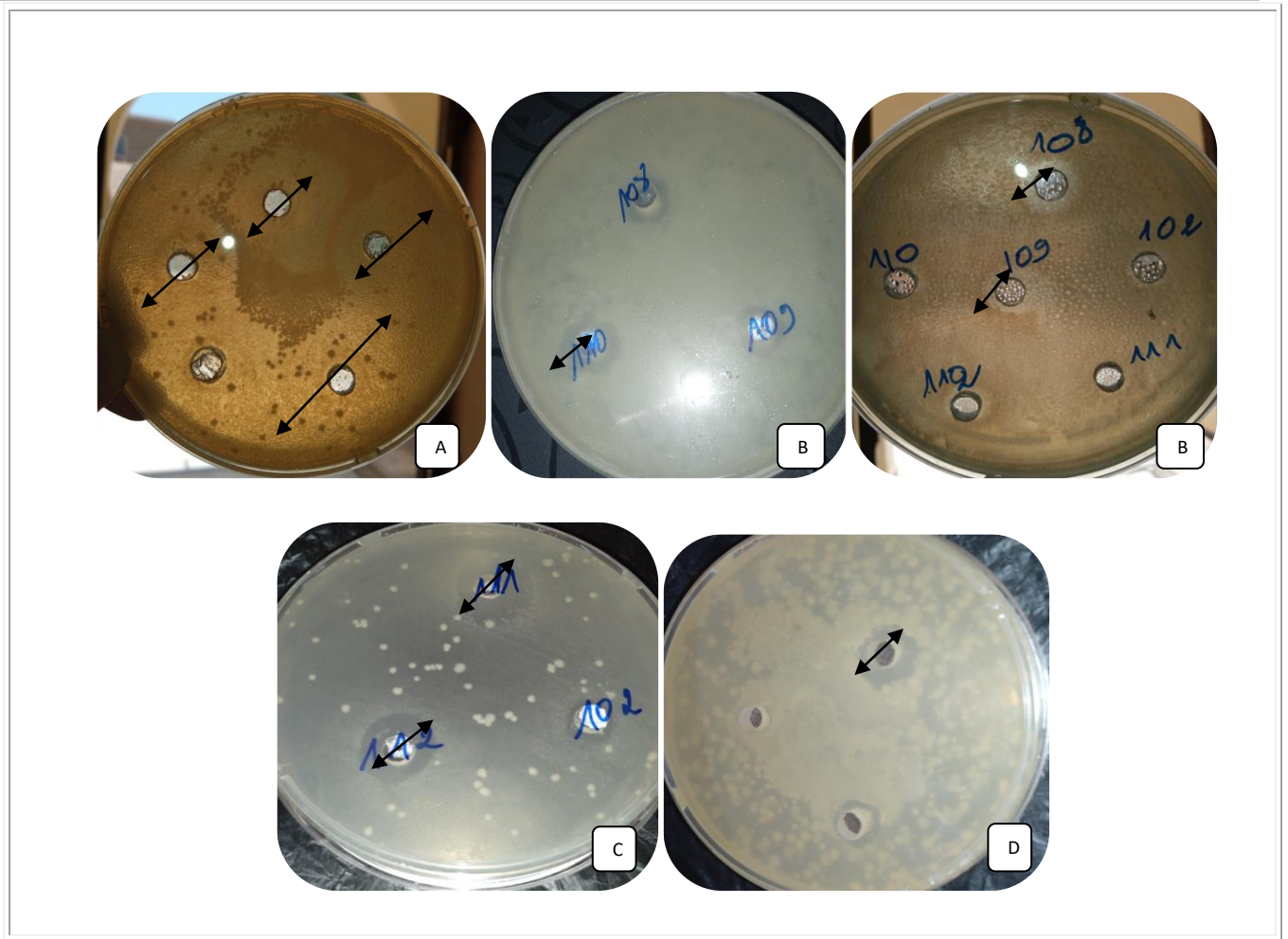


Figure 25: L'activité antagoniste des souches lactiques isolées vis-à-vis des bactéries pathogènes

A: *Escherichia coli* **B:** *Pseudomonas aeruginosa* **C:** *Klebsiella pneumoniae*
D : *Proteus mirabilis*

Les moyennes des zones d'inhibition de l'activité antimicrobienne des souches lactiques vis-à-vis les souches pathogènes responsables des infections urinaires par la méthode des puits ont traduits dans les histogrammes suivants :

Les diamètres des halos d'inhibition sont exprimés en **mm**

S : souche.

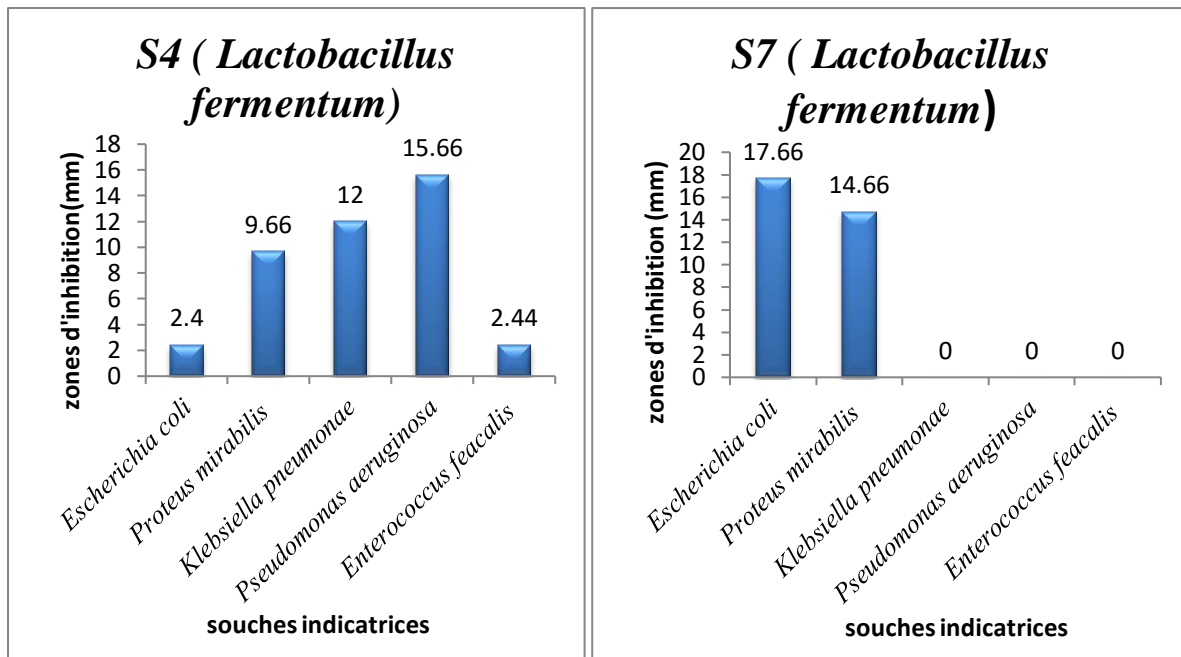


Figure 26 : Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S4 et S6) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.

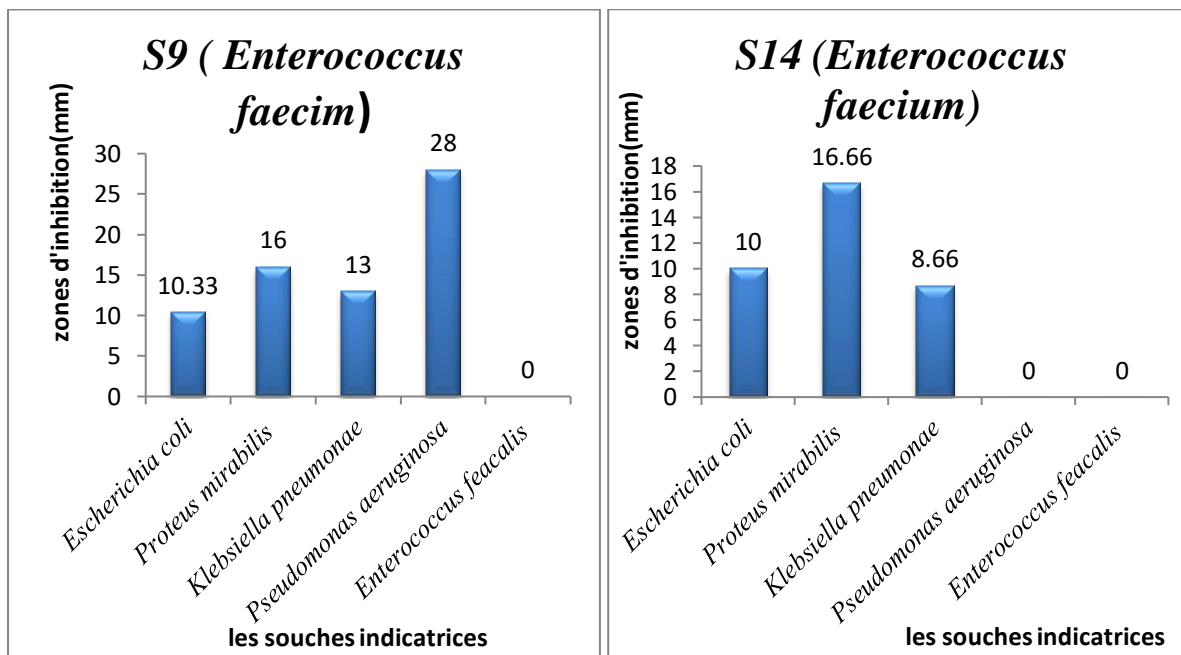


Figure 27: Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S9et S14) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits

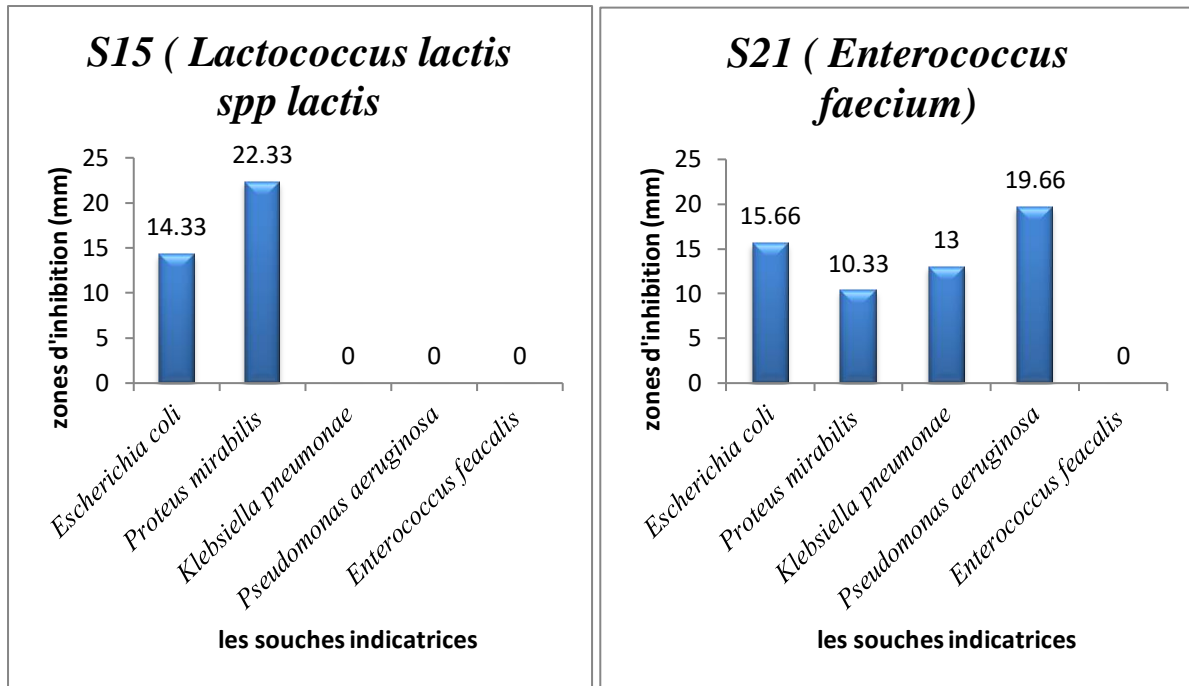


Figure 28: Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S15 et S21) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.

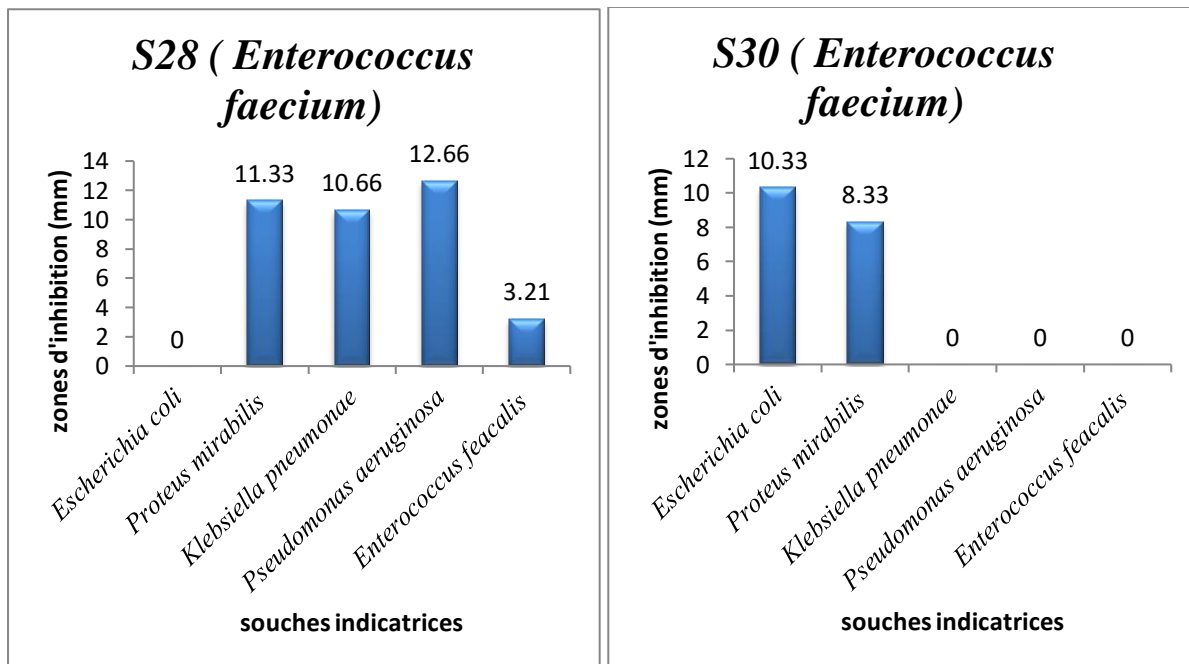


Figure 29: Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S28 et S30) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.

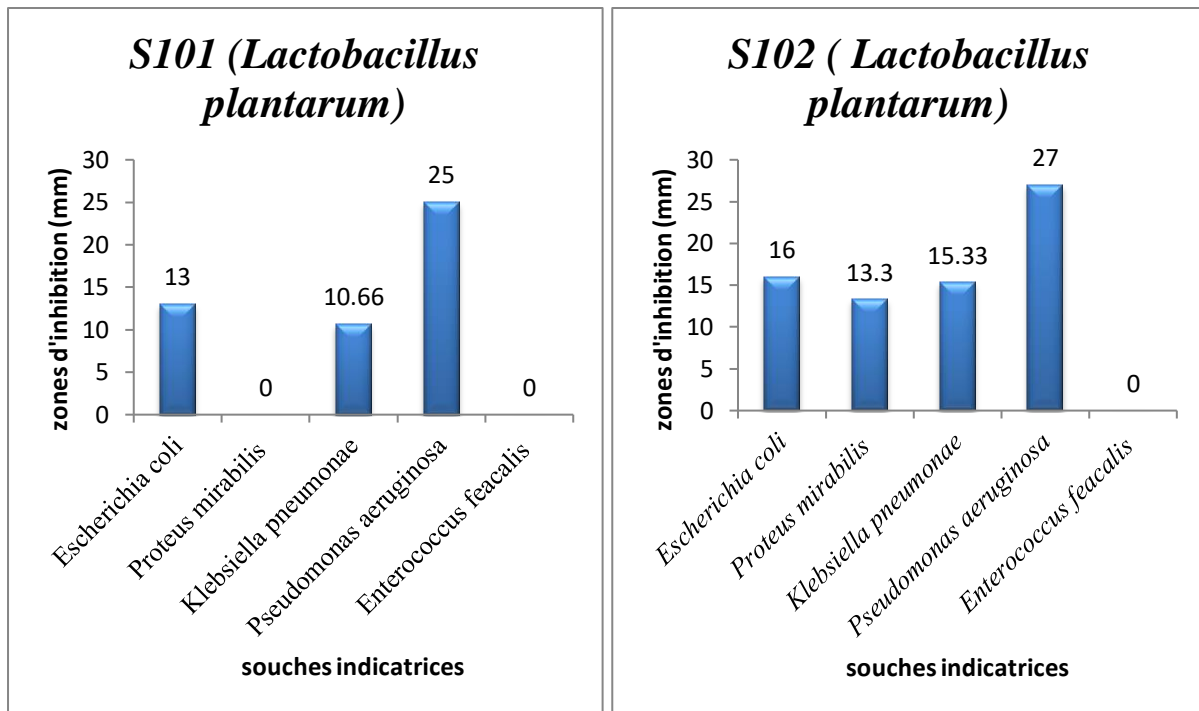


Figure 30 : Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S 101 et S102) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.

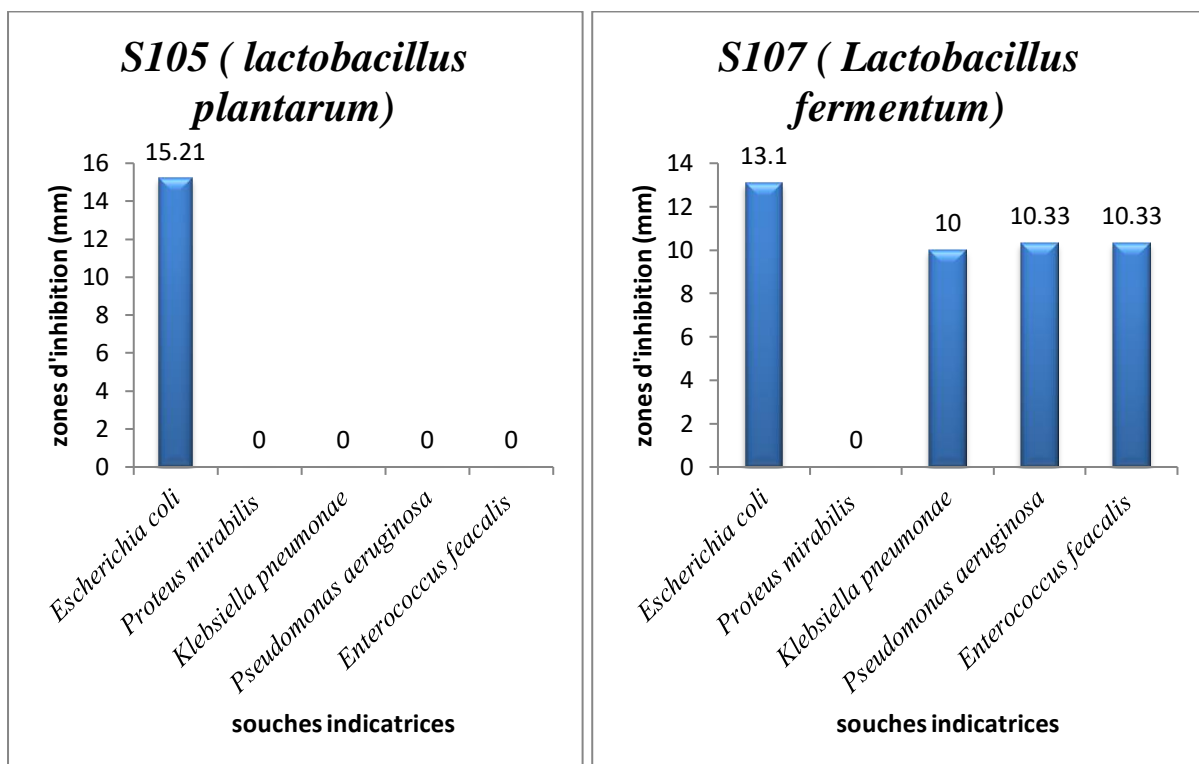


Figure 31: Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S105 et S107) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.

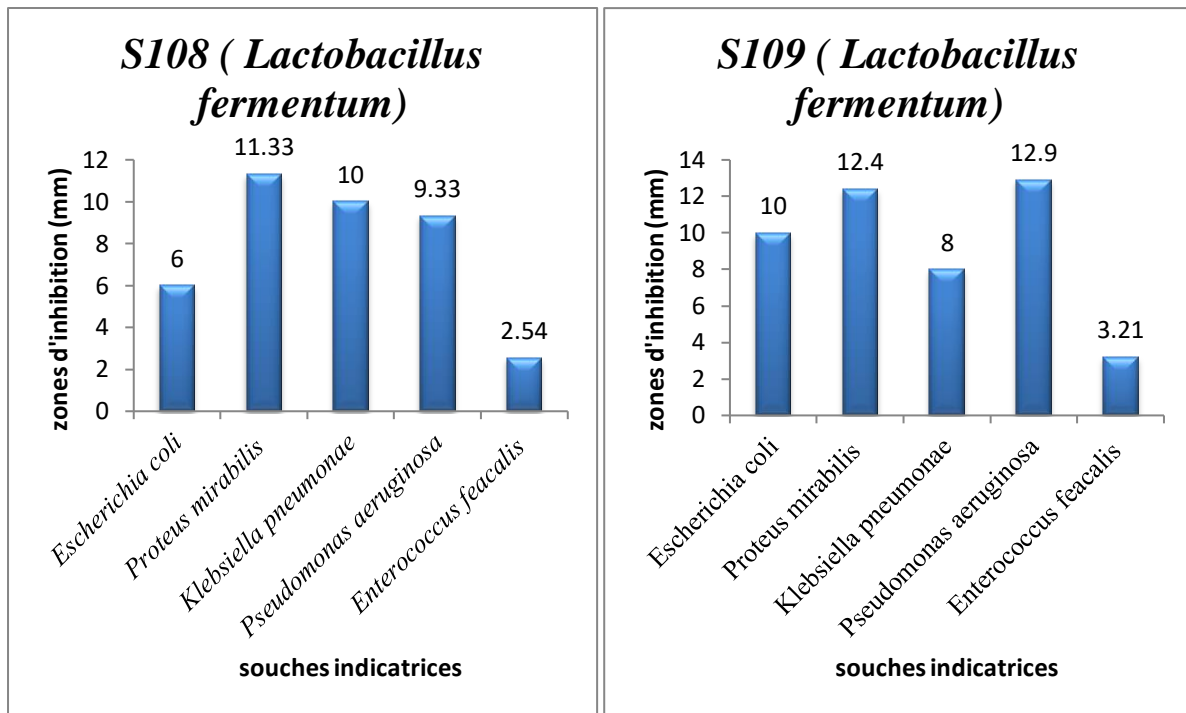


Figure 32 : Les moyennes des zones d’inhibition des souches (S108 et S109) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.

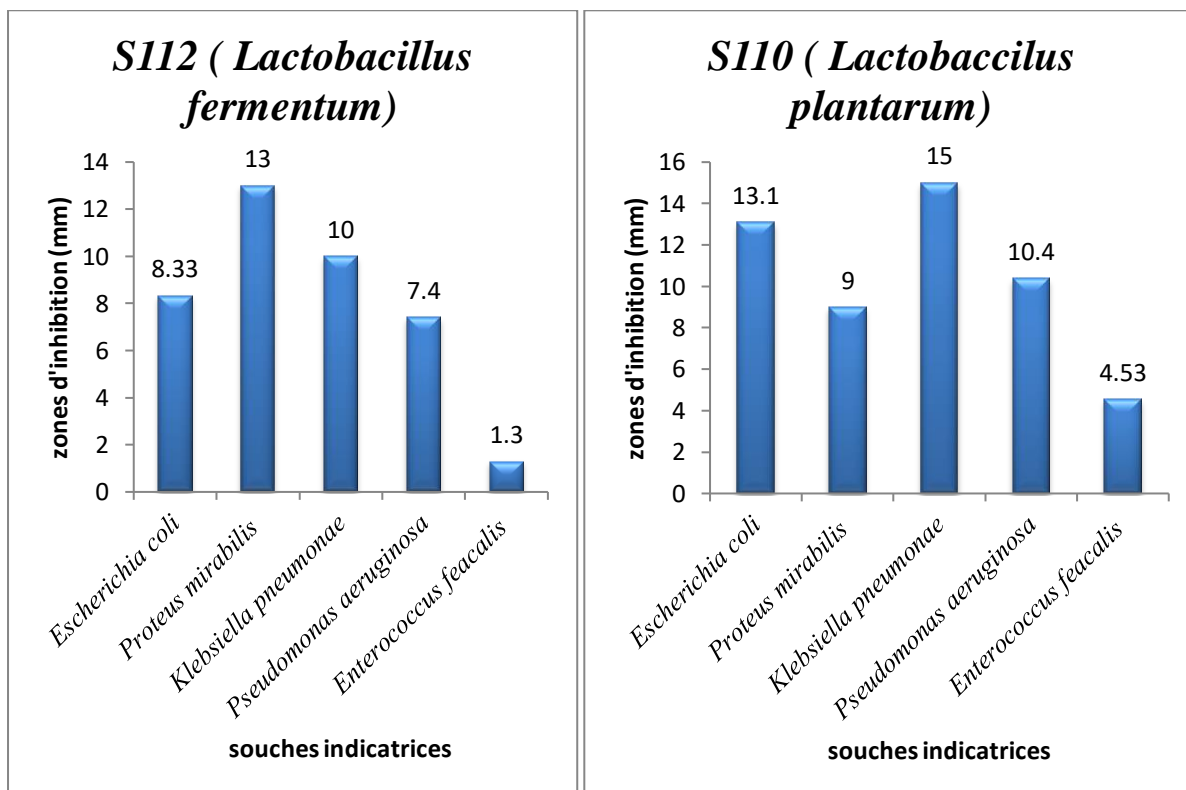


Figure 33: Les moyennes des zones d’inhibition des souches (S4 et S6) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.

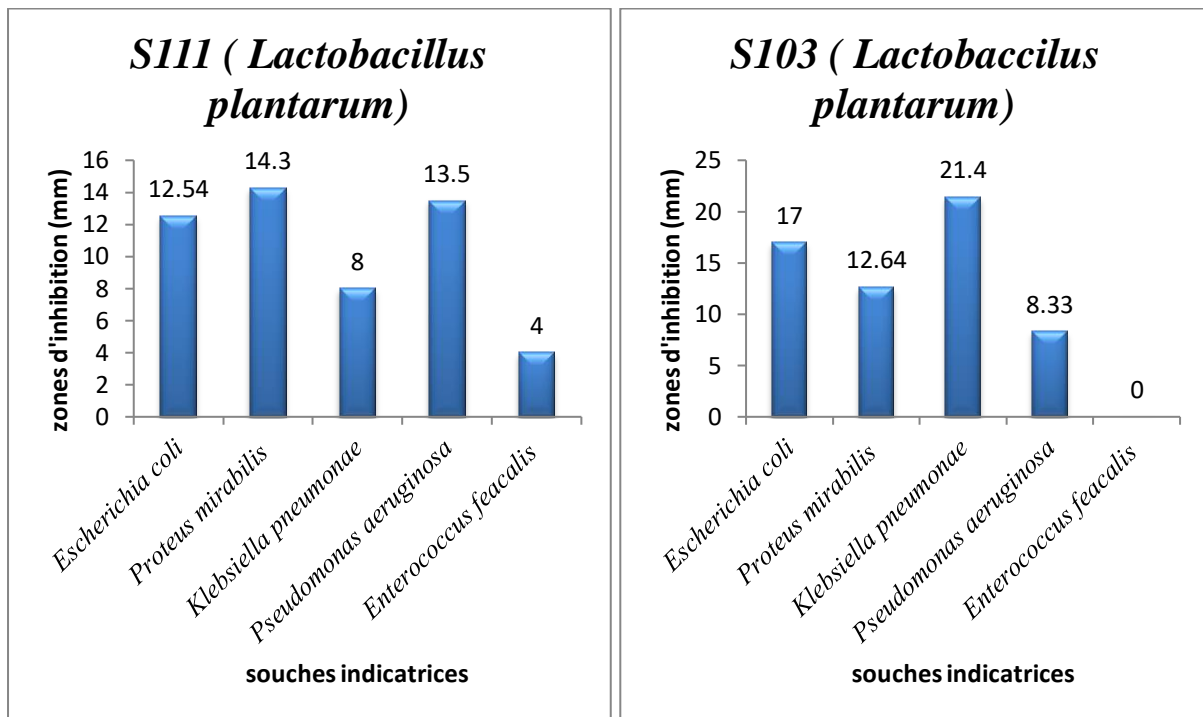


Figure 34: Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S111 et S103) vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.

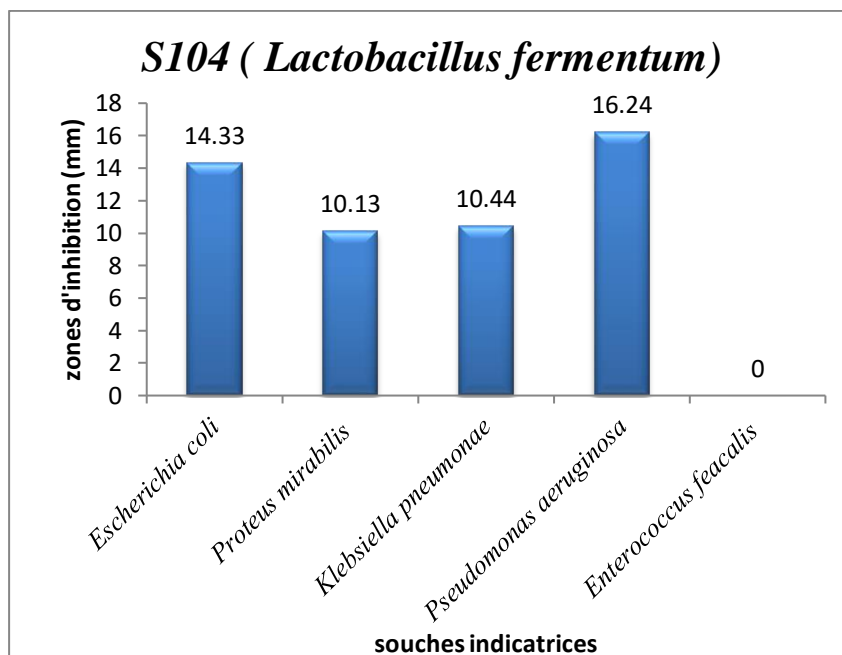


Figure 35: Les moyennes des zones d'inhibition de la souche S104 vis-à-vis des germes pathogènes par méthode des puits.

2.2. Résultats de méthode des disques

Dans cette partie, le pouvoir antimicrobien de 6 souches lactiques bacilles a été effectué par la méthode des disques (Whatman) contre 5 germes pathogènes responsables des infections des voies urinaires, On a fait trois répétitions pour chaque bactérie pathogène, puis calcule les moyennes d'inhibition.

Les diamètres des zones d'inhibitions (**Zi**) et leurs moyennes sont représentés dans les courbes et **la figure (25)**.

La souche S109 (*Lactobacillus plantarum*) présente la zone la plus élevée contre la bactérie pathogène *Proteus mirabilis* (**ZI max=15mm**).

La plus faible activité (**ZI=6mm**) a été marquée par les souches *Lactobacilles plantarum* (S102), *Lactobacillus fermentum* (S108), et *Lactobacillus fermentum*(S112) contre les bactéries pathogènes *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae*, et *E. coli* respectivement.

La souche *Enterococcus faecalis* est la plus résiste par rapport les autres souches indicatrices.

D'après cela, nous avons remarqué que cette technique est moins importante par rapport la méthode des puits. Parce que ca prend du temps par rapport à une autres méthode, et l'avantage de la méthode des puits est que vous pouvez généralement charger plus d'échantillons à la fois dans un puits, par rapport au chargement d'un disque. (**Samanthi ., 2020**)

Ces résultats confirment que nos bactéries lactiques sont capables de synthétiser des substances inhibitrices à activité antimicrobienne contre les bactéries pathogènes suspectées de provoquer des infections de voie urinaire (**figures 36**).

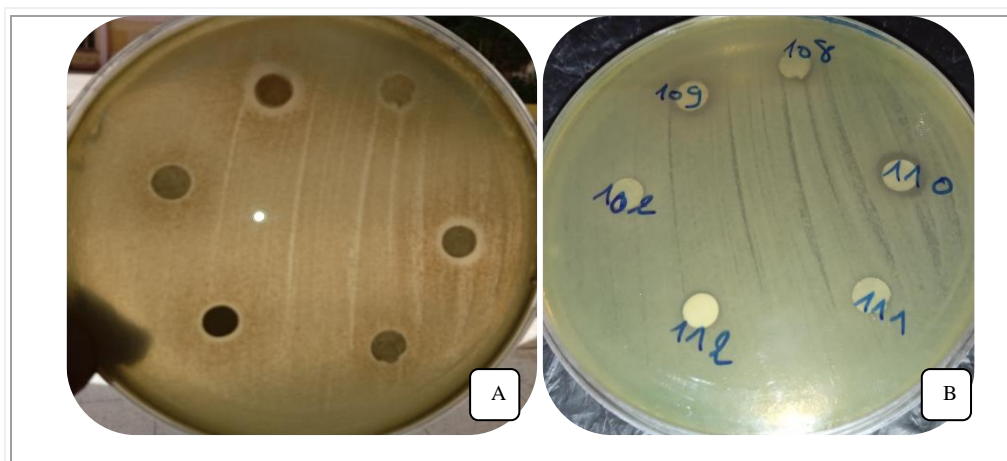


Figure 36 : L'activité antagoniste des souches lactiques isolée vis-à-vis des bactéries pathogènes par méthodes des disques.

A: *Escherichia coli* **B:** *Pseudomonas aeruginosa*

Les moyennes des diamètres des zones d'inhibition de l'activité antimicrobienne des souches lactiques vis-à-vis les souches pathogènes parla méthode des disques, sont localisées sur les histogrammes si dissous :

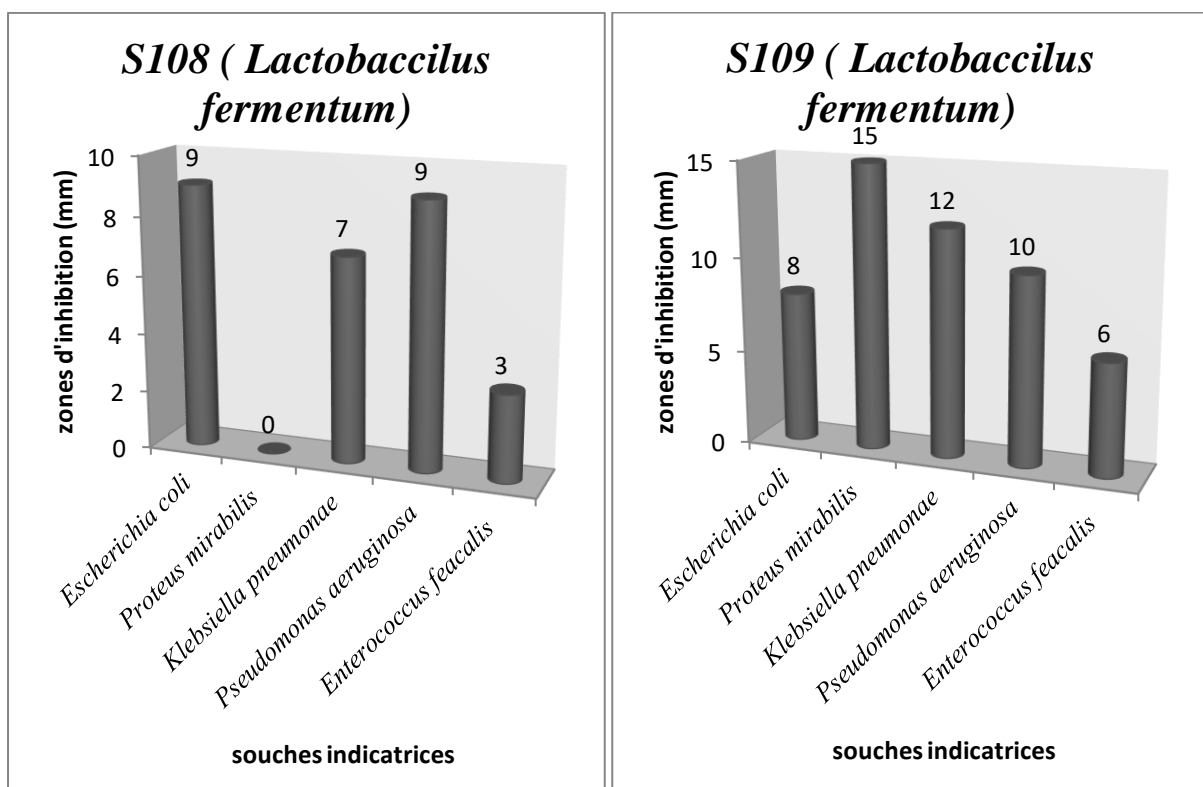


Figure 37 : Les moyennes des zones d'inhibition des souches (S108 et S109) vis-à-vis des germes pathogènes par la méthode des disques.

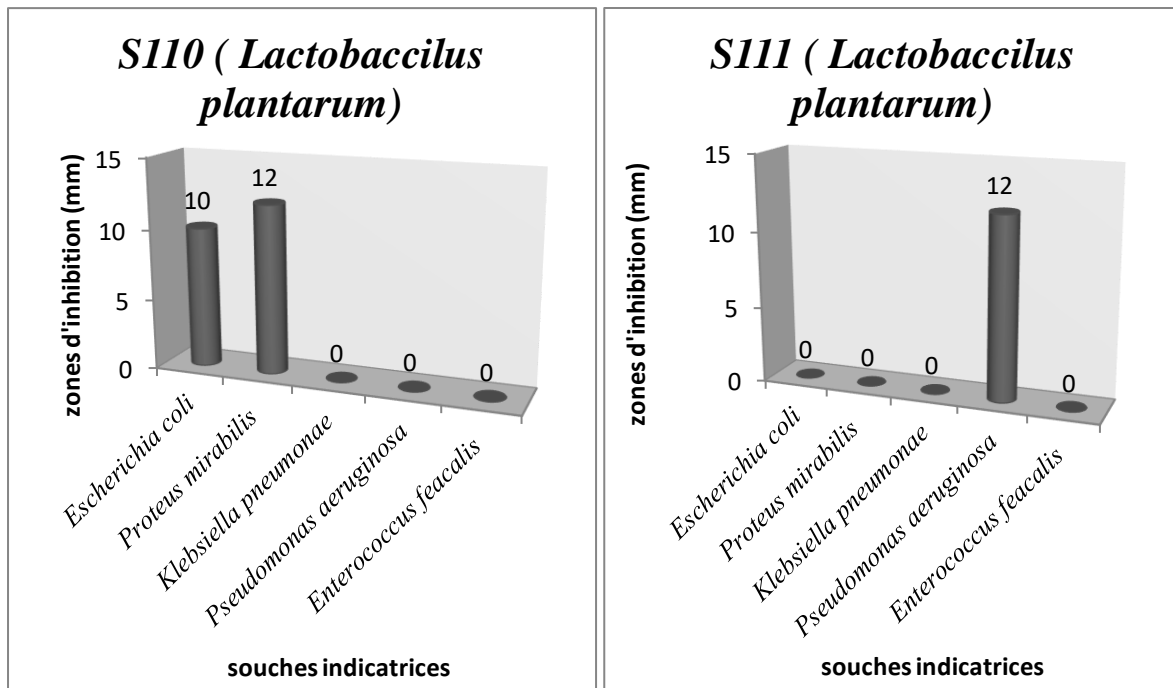


Figure 38: Les moyennes des zones d’inhibition des souches (S110 et S11) vis-à-vis des germes pathogènes par la méthode des disques.

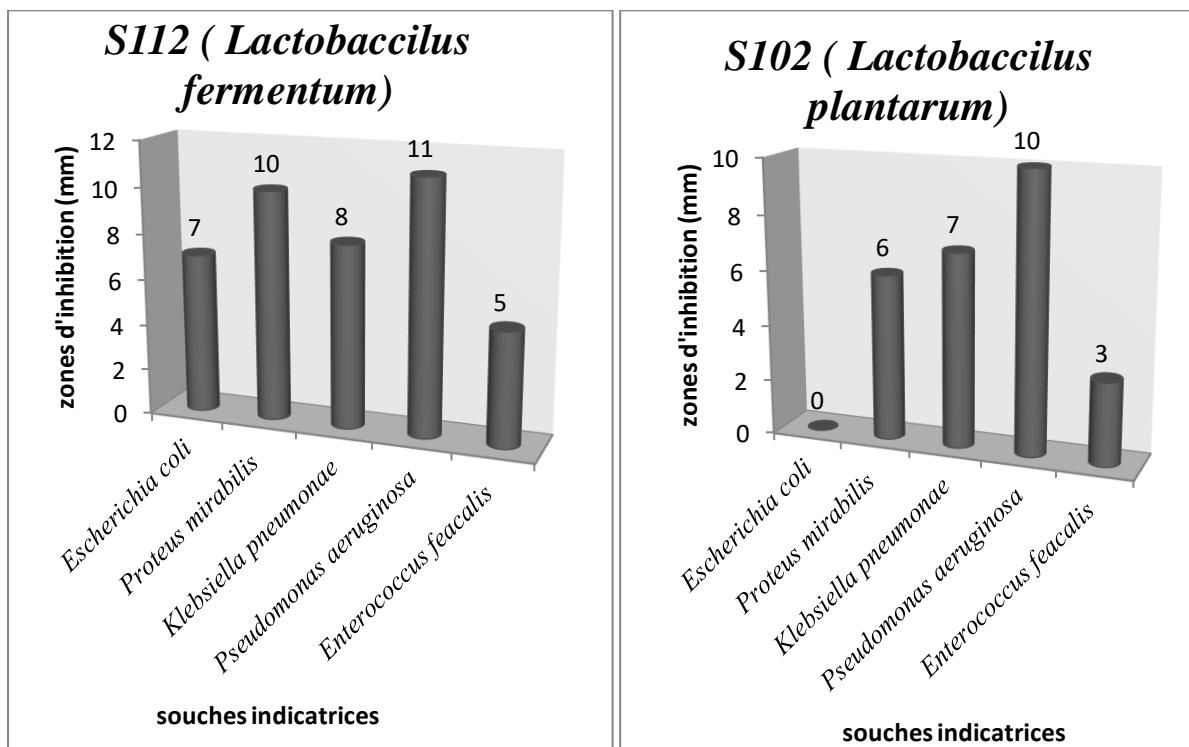


Figure 39: Les moyennes des zones d’inhibition des souches (S112et S102) vis-à-vis des germes pathogènes par la méthode des disques.

2.3. Résultats d'antibiogramme

Les résultats de la résistance et la sensibilité des souches lactiques aux antibiotiques sont présentées dans le **tableau 08** et la **figure40**. Les souches présentant une zone d'inhibition sont considérées comme sensibles ($S \geq 21$ mm), intermédiaires (I entre 16-20mm), et résistantes ($R \leq 15$ mm).

Nous remarquons que la souche S21 (*Enterococcus faecium*) présente une sensibilité pour tous les antibiotiques dont le diamètre est entre **17mm à 25mm**. Bien que la souche S15 (*Lactococcus lactis ssp lactis*) soit sensible pour tous les antibiotiques sauf Lincomycine. Ainsi que la souche S9 (*Enterococcus faecium*) représente une bonne zone d'inhibition contre l'antibiotique Vancomycin.

Les résultats obtenus montrent qu'il y a 11 souches lactiques avaient une résistance totale aux antibiotiques testé à cause d'un diamètre moins de **15mm** ($R \leq 15$ mm).

Nos résultats sont similaires à ceux trouvés par la thèse de (**Bouchibane ., 2023**) qui ont signalé que les souches lactiques ont une résistance aux certains antibiotiques avec des zones d'inhibition variées.

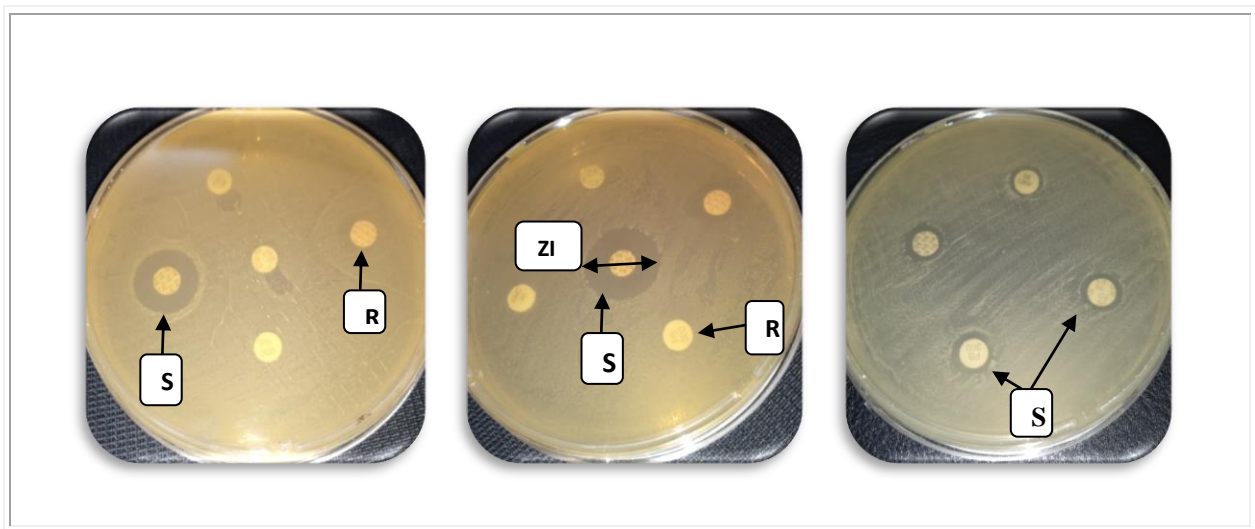


Figure 40: Antibiogramme des souches lactiques

S : Sensible

R : Résistante

ZI : Zone d'inhibition

Tableau 8 : les moyennes des diamètres d'inhibition des souches indicatrices vis à vis des antibiotiques

Antibiotiques Les souches LAB	AMC (300ug)	PB300 (2mg/l)	VA (30ug)	CS (10ug)	L (500mg)
<i>S4 Lactobacillus fermentum</i>	R	R	R	8,33 mm (R)	9mm (R)
<i>S7Lactobacillus fermentum</i>	R	R	15 mm (R)	R	R
<i>S9 Enterococcus faecium</i>	R	R	19,66mm (S)	R	R
<i>S14 Enterococcus faecium</i>	R	25,33mm (S)	20,33mm (S)	R	20,33 mm (S)
<i>S15Lactococcus lactis ssp lactis</i>	25,3mm (S)	25,33 mm (S)	19,66mm (S)	19,66mm (R)	(R)
<i>S21 Enterococcus faecium</i>	20,33mm (S)	17,66mm (S)	20,33mm (S)	20,33mm (S)	25,33 mm (S)
<i>S28 Enterococcus faecium</i>	(R)	(R)	(R)	(R)	7 mm (R)
<i>S30 Enterococcus faecium</i>	(R)	(R)	1,8mm (R)	(R)	10,33 mm (R)
<i>S101 Lactobacillus plantarum</i>	8,33 mm (R)	10,33mm (R)	9 mm (R)	11,33mm (R)	7,33 mm (R)
<i>S102 Lactobacillus plantarum</i>	9 mm (R)	11,33mm (R)	9 mm (R)	11,33mm (R)	9 mm (R)
<i>S103 Lactobacillus plantarum</i>	(R)	15 mm (R)	(R)	(R)	(R)
<i>S104 Lactobacillus plantarum</i>	8,33mm (R)	8,33mm (R)	12,33 mm (R)	7mm (R)	9 mm (R)
<i>S105 Lactobacillus plantarum</i>	9 mm (R)	13,33mm (R)	8,33 mm (R)	7,33mm (R)	10,33 mm (R)
<i>S106 Lactobacillus plantarum</i>	6,33mm (R)	6mm (R)	7 mm (R)	8,33mm (R)	7 mm (R)
<i>S107 Lactobacillus Fermentum</i>	7 mm (R)	8,33mm (R)	8,33 mm (R)	6,33mm (R)	7,33 mm (R)

Conclusion

Conclusion

Les bactéries lactiques sont le groupe des bactéries bénéfiques le plus couramment utilisé dans la production alimentaire, en assurant des caractéristiques bien particulières de goût, de texture, d'arôme, et de bonne sécurité alimentaire pour les produits fermentés. La production des métabolites par ces bactéries leur permet d'inhiber la croissance bactérienne des germes pathogènes et d'inclure une bonne conservation pour les aliments. Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à l'étude de l'effet antagoniste des bactéries lactiques vis-à-vis des germes pathogènes responsables des infections urinaires : *Enterococcus faecalis* ; *Escherichia coli* ; *Pseudomonas aeruginosa* ; *Klebsiella pneumoniae* ; et *Proteus mirabilis*.

Au total, 20 souches lactiques ont été sélectionnées pour l'étude de leurs pouvoirs antimicrobiens vis-à-vis des souches pathogènes par la base de la catalase et de la coloration de Gram.

La méthode de diffusion en puits nous a permis d'observer que 19 isolats exercent une activité inhibitrice dirigée contre des souches indicatrices testées. Elles ont donné des zones d'inhibition différentes.

Il a été remarqué que :

- La souche *Lactobacillus plantarum*(S106) n'a pas montré une activité inhibitrice.
- Selon la méthode de diffusion en puits, la souche « *Escherichia coli* » est la plus sensible à l'effet inhibiteur des bactéries lactiques.
- Selon la méthode des disques, la souche « *Proteus mirabilis* » possède un taux élevé d'inhibition.
- Finalement, nous avons étudié l'antibiogramme de nos souches qui ont donné des zones d'inhibition différentes.
- La souche S21 (*Enterococcus faecium*) est sensible pour tous les antibiotiques.
- Selon l'antibiogramme, 11 souches possèdent une résistance totale contre certains antibiotiques.

En tant que perspectives, on peut noter :

- Il est très intéressant de continuer ces études pour comprendre les mécanismes d'antibiorésistance chez les bactéries lactiques et penser à étudier in vivo pour obtenir des résultats beaucoup plus concertés sur la physiologie des êtres vivants

- La détermination et la caractérisation des bactériocines
- La caractérisation et la purification des substances inhibitrices produites par ces bactéries
- Etude de l'action des bactériocines sur les champignons et d'autres bactéries pathogènes.
- Optimisation d'un protocole de purification des bactériocines en utilisant des techniques chromatographiques comme HPLC et FPLC.
- Utiliser la RT-PCR pour la détection des agents pathogènes et le diagnostic rapide des infections urinaires.

Références Bibliographiques

A

Ammor S., Tauveron G., Dufour E., and Chevallier I.,2006 -Antibacterial activity of lactic acid bacteria against spoilage and pathogenic bacteria isolated from the same meat small-scale facility, 1-Screening and characterization of the antibacterial compounds. Food Control. Vol. 17, 454-461.

Amouzou K S., Prevost H., Divies G.R., 1985 - Effect of magnesium supplementation of milk on lactic fermentation by *streptococcus lactic* and *streptococcus thermophilus*. Lait: 65: pp 21-34

Aibeche,A .,Bellounes, N .,2020 -Etude du pouvoir protéolytique des bactéries lactiques,memoire de master. Université Djilali Bounaama -Khemis Miliana,Faculté des s

Agata P., 2022 -Proteus mirabilis and klebsiella pneumoniae as pathogènes capable of causing co-infections and showing similarities in their virulence factors, front cell infect microbiol ; 20(12) sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre Département de biologie, 44p

Ayan,S., stephen W ,leslie ., 2022 -Complicated urinary tract infections ;StaPeals (internet).

Ana, L ., Jennifer, N., Michael C et Scott J., 2015 -infections urinaires : épidémiologie, mécanismes d'infection et options de traitement, Microbiol ; 13(5) : 269-284

Armas, F., Camperio, C., et Marianelli, C., 2017 - In vitro assessment of the probiotic potential of *Lactococcus lactis* LMG 7930 against ruminant mastitis-causing pathogens. *PLoS One*, 12(1), e0169543

Ah-Rang C ., Jaynta K., Wang K., Seok-Seong K , (2018) – Antagonistic Activities and Probiotic Potential of Lactic acid Bacteria Derived From a Plant-Based Fermented Food ; *Front Microbiol* ; 9 :1963

Ashley Y., Alicia T., Anton W ., (2022) – Urethritis

Aleksandra O., Dorota Z., (2017)- Bacteriocines from lactic acid bacteria an alternative to antibiotics , *Postepy Hig Med Dosw (Online)* .5;71(0): 328-338

Atieh D ., Arezoo A., Marzieh M., Elnaz O ., Malihe T., Masoume H ., Amir D ., Roya G ., Maryam K., (2022) - Bacteriocins: Properties and potential use as antimicrobials; *J Clin Lab Anal* ; 36(1)

B

Bazo M., 2011 - Recherche des effets de l'activité antibactérienne des bactéries lactiques sur le *Staphylococcus Aureus* résistant à la méthiciline (SARM). Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en biologie. Université du Québec à Montréal : 47p

Benhamada ,A., Boudjerida ,K ., Mati A., 2020 -Identification phénotypique et moléculaire des bactéries lactiques, Mémoire de Master. -Jijel- Université Yahia Ben Seddik Mohammed, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 82p.

Ben-Yahia L., 2012 - Etude du dialogue hôte / bactéries lactiques du yaourt chez dratsgnobiotiques. Thèse pour obtenir le grade de docteur délivré. L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement: 21p.

Belyagoubi , L .,2014 -Antibiotiques produits par des bactéries (actinomycètes et bactéries lactiques) issus de différents écosystèmes naturels Algériens. Thèse de Doctorat en Biologie. Université AboubakrBelkaïd, Tlemcen, Algérie. 170p

Björkroth, J., Koort J., 2011 - lactic acid bacteria Taxonomy and Biodiversity. Encyclopedia of Dairy Sciences, 45-48

Bouchibane, M., Zabouri, Y., Cheriguen, A., Kaced, A., Chougrani, F., & Saada, D. A.,2022 - Application of MALDI-TOF Mass Spectrometry to Identify Lactic Acid Bacteria Isolated from Artisanal Dairy Products in Algeria. *Asian Journal of Dairy and Food Research, Of.* <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DRF-280>

Bouchibane ,M., 2023 - « identification des bactéries lactiques isolées des produits laitiers artisanaux : Aptitudes technologiques et essais de fabrication d'un lait fermenté » ,thèse » de doctorat , Université Mostaganem .,200p

Boudersa, W ., Nekkaa, R ., 2017 -Étude de l'activité antibactérienne de bactéries lactiques isolées a 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

Badis A., Guetarni D., Kihal M., Boudjemaa M., 2003 - Identification and technological properties of lactic acid bacteria isolated from raw goat milk of four Algerian races. In Food and microbiology, 579-588.

Besty, F., Patricia, B., 2003 - Epidemiology of urinary tract infections ; transmission and risk factors , incidence and costs, Infect Dis Clin North Am ; 17(2) : 227 - 41

Buce ,A ., Alexander ,J ., Julian L ., Martin R .,Keith ,R ., and Perter, W .,2002 – Molecular Biology of the cell , 4th edition , 1616 pages

Boyaval P., Terré S et Corre C., 1988 - Production d'acide lactique à partir de permeat de lactosérum par fermentation continu en réaction à membrane lait : 1: pp 65-84.

C

Cocaign-Bousquet M., Garrigues C., Loubière P., Lindley N.D., 1996 -Physiology of pyruvate metabolism in *Laetvoccus lactis*. Antoni van Leeuw. J. Microb. Sero.79: 253-267.

Corrieu G., Luquet F M., 2008 - bactéries lactiques de la génétique aux ferments. Ed. Lavoisier. Paris. France: pp 472 -676

Callewart,T. et De Vuyst ,L., 2000 - Bacteriocin production with *Lamylovorus* DCE 471is improved and stabilized by fed- batch fermentation .apl.Environ.Microbiol., 66(2),606-613

Chelsie ,A ., harry ,M ., melanie M., 2018 - Pathogenesis of proteus mirabilis infection, Ecolsal plus Pathogenesis mirabilis Infection; Fed: 8(1) : 10.1128

Carine D. Philippe T., 2009 - Les Bactériocines des bactéries lactiques : caractérisation et l'intérêts pour la bioconservation des produits alimentaires.Genbloux agriculture . Universty-FUSAGX. Centre Wallon de biologie industrielle(CWBI), passage des déportés B-5030 gmlouse(Biologiques). Email : dortu.C a fsage.be

Collins, M.D., Samelis, J., Metaxopoulos, J., et Wallbanks, S., (1993). Taxonomic studies of some *Leuconostoc* like organisms from fermented sausages, description of a new genus *Weissella* for the *Leuconostoc paramesenteroides* group of species. J. Appl.

Cotter, P.D., Hill, C., Ross, R.P., 2005 - Bacteriocins: developing innate immunity for food. Areview. *Nature Reviews Microbiology*. 3, 777-788

Chung H ., Montville T ., Chikindas M .,(2000) – Nisin depletes ATP and proton motive force in mycobacteria . *Lett App Microbiol* ; 31(6):416-20

D

Desmazeaud, M.J., 1983 -L'état des connaissances en matière des nutriments des bactéries lactiques. *Le lait*, 63, pp 267-316.

Desmazeaud, M., 1996 - Les bactéries lactiques dans l'alimentation humaine : utilisation et innocuité. *Cahiers Agricultures*, 5(5), 331–343 (1)

Dortu, C. et Thonart, P., 2009 -Les bactériocines des bactéries lactiques : caractéristiques et intérêt pour la bioconservation des produits alimentaires. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* , 13:143-154.

Desmazeaud M.J. (1998). Bactéries lactiques et qualité des fromages. Lab. de recherches laitières. INRA. 1-3.

Dridier D., Prevost H., 2009 - Bactéries lactiques Physiologie, Métabolisme, Génomique et Application industrielle. Ed, Economica 49 rue Harcourt 75015 Paris: pp 381- 427.

Daria ,T., Melissa ,J., Martin O, and Michael S., 2013 - Structure, Function, and Biology of the Enterococcus Faecalis *Microbiol*; 5(5) :895-911

Dobrogoszven ,E ., walter ,J., 1990 -Antagonizing activities of lactic acid bacteria in fermentation, *Microbiology Journals FEMS* 7(1-2), 149-163

Dominiques ,D., 2016 - Importance and role of proteus spp, bacteria in natural environments: *Microbiol ecol* nov 72(4) : 741-758

Dortu, C. et Thonart, P. (2009). Les bactériocines des bactéries lactiques : caractéristiques et intérêt pour la bioconservation des produits alimentaires. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* , 13:143-154.

Dielubanza E., Anthony S .,(2011) - Urinary tract infections in women , *Med Clin North Am* ; 95(1) :27-41

Delavierre. (2007)- Prostatite chronique et syndrome douloureux pelvien chronique de l'homme. Enquête auprès des urologues français *Urologie*, 17 : 69-76.

diallyl constituents against *Helicobacter pylori*. *Applied and Environmental Microbiology*. 66,

Dielubanza E., Anthony S., (2011) – Urinary tract infections in Women . *Med Clin North Am* ;95(1): 27-41

Daria V., Melissa M., Michael G., (2013) – Structure , Fonction , and Biology of the *Enterococcus faecalis* Cytolysin , Toxins (Basel) ;5(5): 895-911

E

El Sheikha, A., F., and Hu, D.M., 2020 - Molecular techniques reveal more secrets of fermented foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(1), 11-32

El-Ghaish, S., Ahmadova, A., Hadji-Sfaxi, I., El-Mecherfi, K.E., Bazukyan, I., Choiset, I., Rabesona, H., Sitohy, M., Popov, Y. G., Kuliev, A. A., Mozzi, F., Chobert, J. M., Haertlé, T., 2011 -Potential use of lactic bacteria for reduction of allergenicity and for longer conservation of fermented foods. *Trends in Food Sci. Technol.*, 509-516.

El-Ziney, M.G., Uyttendaele, M., Debevere, J., Jakobsen, M. (1998) -Characterization of the locus responsible for the bacteriocin production in *Lactobacillus plantarum* C11. *Journal of bacteriology*.178(15).4472-83.

F

Foulquié-Moreno M.R., Sarantinopoulos P., Tsakalidou E. and De Vuyst L., 2006 - The role and application of enterococci in food and health. *International Journal of Food Microbiology*, 106: 1-24.

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.

Foxman B., 2002 - Epidemiology of urinary tract infections: incidence, morbidity and Economic costs. *American Journal of Medicine*. 113:5S-13S

Forster R ., (1990) – Urethritis , *AMB REV Assoc Med Bras*. 36(1):45-50

G

Gonzalez A., Larroy C., Biosca J.A. and Ariño J., 2008 - Use of the TRP1 auxotrophic marker for gene disruption and phenotypic analysis in yeast : a note of warning. *FEMS Yeast Res*, 8 (1), 2- 5

Garima, S., Ankiti, B., Shweta D., Sanjay ,D., Reema ,G ., 2014 - *Pseudomonas aeruginosa* biofilm : potential therapeutic targets, *Biologics*, 42(1) :1-7

Growth and metabolite production of Lb. Reuteri during glucose/glycerol cofermentation inbatch and coutinuous cultures. *Biotechnol. Lett.* 20(10), 913-916

Gerald D., Wayne H., (1998) – Prostatitis ; *Clin Microbiol Rev* ; 11(4):604-613

H

Harrati, E., 1987 - Les bactéries lactiques locales, 11(1),67-84

Hayouni, E. A., Bouix, M., Abedrabba, M., Leveau, J.-Y., & Hamdi, M., 2008 - Mechanism of action of *Melaleuca armillaris* (Sol. Ex Gaertu) Sm. essential oil on six LAB strains as assessed by multiparametric flow cytometry and automated microtiterbased assay. *Food Chemistry*, 111(3), 707-718.

HADJAZZEM ,B., MAZOUZ ,M ., 2021 - Antimicrobial activity of lactic acid bacteria, university center of abdelhafid bousouf-MILA .

Hammes W.P., Hertel C. (2006). The genera *Lactohacillus* and *Carnobacterium*. In: Dworkin M., Falkow S., Rosenberg E., Schleifer K.H., Stackebrandt E. (Eds). *The prokaryotes*. Springer Science and Business Media. New York, USA, 4: 320-403.

Health benefits of fermented foods., 2021, *Pratiques en Nutrition*

Hinda ,D., Chérifa ,K., 2018 - Contribution to the study of the antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from raw milk, University of ELoued Improved and stabilized by fed-b,20(70)

Huey-Chun H., Jung L., Chen H., Tsong-Min C., 2020- Lactic Acid Bacteria and Lactic Acid For Skin Health and Melanogenesis Inhibition . *Pharm Biotechnol* ;21(7):566-577

Harry M., (2019) – Présentation de *Proteus mirabilis* ,*Méthodes Mol Biol* .2019;2021: 1-4

I

Imbert M., Bondaeu R., 1998 - On the iron requirement of *lactobacilli* grown in chemically de fined medium. *Curr. Microbiol.* 37: pp 64-66

J

J Jang , h-g hur , M j sadowsky , M N Byappanahali , T yan , S ishii.,2017 - Environmental escherichia coli : ecology and public health implication – a review. j microbiol ; 123(3) : 570-581.

J Wilson, M Schurr, C LeBlanc, Ramamurthy, K Buchanan, and C Nickerson.,2002 - Mechanisms of Bacterial Pathogenicity, Postgrad Med J.78(918) :216-224

Jessica n-schaffer and Melanie ,M.,2015 - Proteus mirabilis and urinary tract infection microbiological spectrum ; 3(5) ; 10.1128/pec microbiota. Uti-0017-

Jingwen ,C .,Qing ,S.,Mengting ,D , Danfeng ,L ., Xei fan ., 2020 - microbiol

Jingwen , C., Soeil, Q ., Mengting ,D., Danfeng, L., Fan Wei., 2020 - Establishment and characterization of silver-resistant enterococcus faecalis; 65(4) : 721-733

K

König H. etFröhlich J., 2009 - Biology of microorganisms on grapes, in must and in wine. Springer- Verlag. Berlin. Heidelberg: pp18-20

Kot, W., Neve, H., Heller, K. J., & Vogensen, F. K., 2014 - Bacteriophages of Leuconostoc,Oenococcus, and Weissella. Frontiers in Microbiology, 5.

Klein, G., Pack, A., Bonaparte, C., & Reuter, G., 1998 - Taxonomy and physiology ofprobiotic lactic acid bacteria. International Journal of Food Microbiology, 41(2), 103-125.

Katarzyna garbacz .,2022 - activité anticancéreuse des bactéries lactiques , semi cancer Biol :25 : 50pp

L

Letrot C., Juillard V., 2001 - Development of a minimal chemically. Defined medium for the exponential growth of *streptococcus thermophilus*.J. APPL. Microbiol: 91: pp 1023-1029.

Leveau, J.Y., et Bouix, M., 1993 - Microbiologie industrielle : les microorganismes d'intérêt industriel. Tec & Doc, Lavoisier. Paris. 85-87

Ledesma O V., De Ruiz Holgado A P., Olivier G., De Giori G S., Raibaud P., Galpin J V., 1977 - A synthetic medium for comparative nutritional studies of Lactobacilli. J. Appl. Bacteriol. Vol 42: pp123-133.

Law. J., et Kolstard, A., (1997). Preteolysis in relation to normal and accelerated cheese ripening. *Apply. Sci.* 1: 365-365

Lactococcus piscium CNCM I-4031, and Brochothrix thermosphacta and Listeria monocytogenes in tropical shrimp. Doctoral thesis, UNIVERSITY OF NANTES 239-246

Larpent J.P. And Larpent G.M., 1990 - Mémento technique de microbiologie 2ème ed. technique et documentaire lavoisier, paris, p: 417

Law. J., et Kolstard, A., (1997). Preteolysis in relation to normal and accelerated cheese ripening. *Apply. Sci.* 1 : 365-365.

Luquet F M., 1986 - Lait et produits laitiers (vache, brebis, chèvre, T3., qualité, énergie et tables décomposition). Ed .Technique et Documentation. Paris : pp 343- 442.

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

M

Mäkelä, P., Schillinger, U., Korkeala, H., & Holzappel, W. H., 1992 - Classification of ropy slime-producing lactic acid bacteria based on DNA-DNA homology, and identification of Lactobacillus sake and Leuconostoc amelibiosum as dominant spoilage organisms in meat products. *International Journal of Food Microbiology*, 16(2), 167-172.

Makhloufi K.M., 2011 - Caractérisation d'une bactériocine produite par une bactérie lactique *Leuconostoc pseudomesenteroides* isolée du boza. Thèse de doctorat. France. p. 5

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

Marth, E. H. et Steele, J. L., 2001 - Applied dairy microbiology. Marcel Dekker, Inc., New York

Masuda, S., Yamaguchi, H., Kurokawa, T., Shirakami, T., Tsuji, R.F., Nishimura, I., 2008 - Immunomodulatory effect of halophilic lactic acid bacterium *Tetragenococcus halophilus* Th221 from soy sauce moromi grown in high-salt medium. *International Journal of Food Microbiology*. vol. 121, 245-252

Maryam ,K., Rana ,S., Zinat .G., Tahereh , E., Zatollah ,A ., 2019 - Gene expression based interstitial cystitis/bladder pain,. *J Cell Phyol.* ; 234(8) :12301-1208

Maitre, M. (2012). Le chaperon Moléculaire Lo18 de *Oenococcus oeni* : Caractérisation de ses activités en lien avec sa plasticité oligomérique. Thèse de doctorat, spécialité : Microbiologie, Université de Bourgogne. P10.

Menad, N. (2018). Effet antagoniste des bactéries lactiques isolées à partir du lait de vache vis à vis de salmonella sp.thèse de doctorat. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie ,196p.

Meres EM Jr., 1999 - the medicol clinics of north america *Microbiology*; 75(2) : 405_424 21 :943

Monica Garcia-Solache and Louis B. Rice., 2019 - The *Enterococcus* : a Model of Adaptability to Its Environment, *clink Microbiol* ; 32(2)

Mazali J., 1992 - Bioconversion de permeat de lactosérum par de cellules lactobacilles in mobilisées sur un support solide. Mémoire. Université du Québec. INRS-EA: pp 5-7.

Mc Auliffe et al (2001) -In Bacteriocins: biological tools for bio preservation and shelf-life extension. *International .Dairy .Journal* .2006

Meares Jr ., (2011) - Prostatitis *.Med Clin North Am* ; 75(2) :405-24

Mokoena M., (2017) – Lactic Acid Bacteria and Their Bacteriocins : Classification , Biosynthesis againt Uropathogens : A Mini – Review ; *Molecules* ; 26 :22(8) : 1255.

N

Narvhus J., A., & Axelsson L., 2003 - lactic acid bacteria *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 3465-3472

Nuria Vieco-Saiz, Yanath B., Ruth R., Eric A., Frédération G., Isabelle K., and Djamel D., 2019 - benefits and inputs from acid acid bacteria and their bacteriocins as alternatives to antibiotic growth promoters during food-animal production 10 :57

Nielsen D, Nissen P , Arneborg N. (2003) - « Viable *Saccharomyces cerevisiae* cells at high concentrations cause early growth arrest of non-*Saccharomyces* yeasts in mixed cultures by a cell-cell contact-mediated mechanism. *Yeast* ». 20: 331-341.

O **Ocana V., Elena B., Aida A .P ., Maria E.,(1999)** - Surface characteristics of lactobacilli isolated from human vagina ,*J Gen Appl Microbiol* , 45(5) : 203-212

P **Pandey A., Bringel F., Meyer J M., 1994** - Iron requirement and research for siderophore-synthetic acid bacteria. *Appl. Microbiol. Biotechnol*: 40: pp 735-739.

PRESCOTT L.M, HARLEY J.P. et KLEIN D.A., 2003 - Microbiologie édition De Boeck supérieur. 1164p

Pot, B., 2008 - The taxonomy of lactic acid bacteria. In : *Bactéries lactiques de la génétique aux ferments* (Corrieu G. et Luquet F.M.). Tec & Doc, Lavoisier. Paris.1-106

Paola L , Thomas ,M ., 2008 - Complicated urinary infections, , November ; 10(6) : 499-504.

Papa,A .,Fall., 2011- Études des interactions entre une bactérie bioprotectrice, phage-carrying culture of *Leuconostoc oenos* 58N. *Appl. Microbiol. Biotechnol* ,Paris Tech. 34: 220-224.

Paul , D., R Paul Ross, Colin , H., 2013 - Bacteriocins – a viable alternative to antibiotics; 11(2) :95-105

Paul ,V., George M ,G .; Dorothy , J., Noel R , K ., Wolfgan ,L ., Fred A ,R., Karl-Heinz , S., Wilian B ,W ., 2009 – Bergey 's manual of systematic bacteriology , latest edition , 1319-1450p

Papadimitriou K., Alegría Á., Bron P., de Angelis, M., Gobbetti, M., Kleerebezem, M., Lemos, J. A., Linares, D. M., Ross, P., Stanton, C., Turrone, F., van Sinderen, D.,

Varmanen P., Ventura M., Zúñiga M., Tsakalidou E., and Kok J. (2016). Stress Physiology of Lactic Acid Bacteria. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 80(3), 837-890. <https://doi.org/10.1128/MMBR.00076-15>

Properties of lactic acid bacteria isolated from raw goat milk of four Algerian breeds. In *Food and microbiology*, 579-588.

Pangon B., Chaplain C., (2003) - Acute pyelonephritis : bacteriological data and general course of germ resistance , *Pathol Biol (paris)* ;51(8-9) :503-7

Q

Quiberoni A., Rezaiki L., El Karoui M., Biswas L, Tailliez P., Gross A., 2001 - Distinctive features of homologous recombination in an 'old' microorganism, *La.ctococcus lactis*. *Res. Microb.* 152: 131-139

R

Raynaud S., 2006 - Regulation métabolique et transcriptionnelle de l'auto acidification chez *Lactococcuslactis*. Thèse de doctorat. L'institut national des sciences appliquées de Toulouse : 21p

Rodney H., Takeshi Z., Kenji S., 2018 - Circular and leaderless bacteriocins : biosynthesis, mode of action, application and perspectives ; *Frontiers in Microbiology* 9, 2085,

Rosanne H., Jos A., hznk l., dekker P., christof G., Michiel k., and joost M ., 2014 - H₂O₂ production in species of the *lactobacillus acidophilus* group : a central role fore a novel NADH-dependent flavin reductase; 80(7) :2229-2239

Reuben, R. C., Roy, P. C., Sarkar, S. L., Alam, A. R. U., et Jahid, I. K., 2020 - Characterization and evaluation of lactic acid bacteria from indigenous raw milk for potential probiotic properties. *Journal of dairy science*, 103(2), 1223-123.

Rodney ,H., Takesihi ,Z., Kenji ,S .,2014 – Novel bactericines from lactic acid bacteria (LAB) : various structures and applications , *Microb Cell Fact* ;13(1)

Roissard, H., Torriani, S., Curk, M.C., et Janssens, D., (1994). Caractéristiques générales des bactéries lactiques. In : *Bactéries lactiques* (De Roissard H. et Luquet F.M.). Loriga, Uriage. 1 : 25-116

Rodrigues et Thonart.2009. Action de la flore lactique sur les bactéries contamination.

Mémoire d'ingénieur, Institut de biologie, Université de Tlemcen. Pages 73

Rodney P .,Takeshi Z .,Kenji S , (2018) – Bactériocines Circulaires et sans leader :

biosynthèse , mode d'action ,application et perspectives ;*Frontières en microbiologie* 9 :2085

Rashmi K., Anita K., Rajput S., Nadeem A., Seema P., (2019) – Bacteriocins :

Classification, synthesis ,mechanism of action and resistance development in food spoilage causing bacteria ; *Microbiol Pathog* ;128 :171-177

Rao D., Reddy A , Pulusani S., Cornwell P., (1984) – Biosynthesis and utilization of folic

acid vitamin B12 by lactic cultures in skim milk ; *Journal of Dairy Sciences* 67(6), 1169-1174

Rebecca M., Michel B., (2018) – Colonisation , infection et genome accessoire de Klebsiella

pneumonia , *Front Cell Infect Microbiol*, 22;8:4

Rodrigues E., (2002) – Action de flore lactique sur les bactéries contamination .Mémoire

d'ingénieur, Institut de biologie, Université de Tlemcen. Pages 73.

S

Salminen S., Wright A V., Ouwehand A., 2004 - Lactic acid bacteria. Microbiological and functional aspects. *Marcel. Dekker. Inc.*, U.S.A.

Sophie ,D., Gérard ,C., 2001 - Effets des bactéries lactiques ingérées avec des laits fermentés sur la santé, *vetérinary research*, 32(2),101-107

Salam ,A., Raphael., D. ayivi., Tahl ,Z., Shahid ,S., Ammar ,B., Altemimi, hafize , F, Tuba ,E., and Reza ,V .,2021 - Lacid Acid bacteria as antimicrobial agents : *food saftey and microbiol food spoilage prevention*; 10(12) : 3131

Sieuwerts, S., de Bok, F.A.M., Hugenholtz, J. and van Hylckama Vlieg, J.E.T., 2008 - « Unraveling Microbial Interactions in Food Fermentations: from Classical to Genomics Approaches». *Applied and environmental microbiology* 74, 4997-5007.

Singleton, P., 1999 - Bactériologie.4eme edition. Dunod, paris. 317 pages.

Schved F , Henis Y , Juven B J ., (1994) - Response of spheroplasts and chelator-permeabilized cells of gram-négative bacteria to the action of the bacteriocines pediocin SJ-1 and nisin ,*Int J Food Microbiol* 21(4) :305-14

Samanthi .,(2020) – Difference Between Agar Well and Disc Diffusion Method .

Schved F., Henis Y., Juven B., (1994) – Response of spheroplasts and chelator-Permeabilized cells of gram- negative bacteria to the action of the bacteriocins pediocin SJ-1 and nisin ; *International Journal of food Microbiology* , Volume 21, pages 305-314

T

Tailliez, P., 2004 - Les lactobacilles : propriétés, habitats, rôle physiologique et intérêt en santé humaine. *Antibiotiques*, 6(1), 35-41.

Thompson J., Gentry-Weeks C.R., 1994 -Métabolisme des sucres par les bactéries lactiques. Dans: *Bactéries lactiques*, I . Lorica, Uriage, France. pp. 239-290.

Tosukhowong A., Nakayama J., Mizunoe Y., Sugimoto S., Fukuda D. & Sonomoto K.,2005 - Reconstitution and function of *Tetragenococcus* halophile chaperonin 60 tetradecamer. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 99(1), 30-37

Tagg JR, Mc Given AR., 1976 - Assay system for bacteriocins. *Journal of Applied Microbiology* 21: 943

Thomas , H ., and Mahima ,T .,Kylie., Mansfield .,Kate, H, Marke , S.. hultgrén ., 2012 - Pathogens at population bottlenecks in uropathogenic E.coli persistence and intracellular infection of viessie , *FEMS microbiol R2V* :36(3) :616-48

Timothy ,K., Shehryar ,A., John ,W., 2020 May- Interbacterial Antagonism Mediated by Protein Secretion Machines; *Contact-Dependent* , 28(5) : 387-400

Timothée ,K ., 2017 - Escherichia coli –progrès récents en physiologie , pathogénèse et applications biotechnologiques. *In Tech* , 45-61

Thierry L ., (2019) – Klebsiella pneumoniae , la bactérie qui résiste à tout.

Touati, D. (2000). « Iron and oxidative stress in bacteria ». *Archives of Biochemistry and Biophysics* 373, 1-6.

U

Uehara, S., Monden, K., Nomoto, K., Seno, Y., Kariyama, R., Kumon, H., 2006 - pilot study evaluating the safety and effectiveness of *Lactobacillus* vaginal suppositories in patients with recurrent urinary tract infection. *Int. J. Antimicrobial Agents*, 28:30-34

V

Vaillancourt K., Moineau S., Frenette M., Lessard C. and Vadeboncoeur C., 2002 -Galactose and Lactose Genes from the Galactose-Positive Bacterium *Streptococcus salivarius* and the Phylogenetically Related Galactose-Negative Bacterium *Streptococcus thermophilus*: Organization. Sequence. Transcription. And Activity of the gal Gene Products. *Journal of Bacteriology*: 184: pp 785-793

Van den Bogaard P T C., Hols P., Kleerebezem M., Kuipers O P. and de Vos W M., 2004 - Sugar utilization and conservation of the gal-lac gene cluster in *Streptococcus thermophilus*. *Syst. Appl. Microbiol*: 27: pp 10-17.

Vollenweider, S., 2004 - 3-hydroxypropionaldehyde: applications and perspectives of Biotechnological production. *Microbiol. Biotech.* 64, 16-27

Veeresh J., Jin C., (2018) – Microbial production of bacteriocines : Latest research development and application ; *Biotechnol Adv* ,36(8) :2187-2200

W

Walter, J., Tannock, G.W., Tilsala-Timisjarvi, A., 2000 - Detection and identification of gastrointestinal *Lactobacillus* species by using denaturing gradient gel electrophoresis and species-specific PCR primer. *Appl. Environ. Microbiol.* Vol. 66 : 297–303

Wood BJ B. et Holzapfel W H (éditeur), 1995 - The Lactic acid Bacteria. The Genera of Lactic Acid Bacteria 2nd Ed, Blackie Academic and Professional London: 2: pp 40-90.

Y

Yateem, A., Balba, M. T., Al-Surrayai, T., Al-Mutairi, B., Al-Daher, R., 2008 - Isolation of lactic acid bacteria with probiotic potential from camel milk. *Int. J. Dairy Sci.* , 3:194-199.

Yerlikaya, O., 2018 - Probiotic potential and biochemical and technological properties of *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* strains isolated from raw milk and kefir grains. *Journal of Dairy Science*

Yapi W., Jiangtao W., Mengxin L., Zhen S., Meluleki H., Jinju W., Xiaojia B., Jingli X., Yanping W and Weitao G .(2021) – Metabolism Characteristics of Lacid Acid Bacteria and the Expanding Applications in Food Industry ;*Front Bioeng Biotechnol* ;9 :612285

Z

Zachary D Blount., 2015 - The Natural History of Model Organisms : The Untapped Potential of *E.coli*, *Microbiology and Infectious Diseases, Ecology*

Annexes

Annexe I :**Milieus utilisés :**

Le milieu de culture	Ingrédients	Gramme/litre	ph de milieu	stérilisation
Bouillon MRS (Man, Rogosa, Sharpe)	Poly peptone Extrait De Viande Extrait Auto lytique De Levure Glucose Tween 80 Phosphate Dis potassique Acétate De Sodium Citrates D'ammonium Sulfate De Magnésium Sulfate De Manganèse	10 g 10 g 05 g 20 g 1 ml 02 g 05 g 02 g 0.2 g 0.05g	pH=6.5	Stérilisation à 121°C Pendant 15mins
Gélose MRS	Bouillon MRS Agar -Agar	1000 ml 18 g	pH=6.5	
Bouillon nutritif	Peptone Extrait de bœuf Extrait de levure Chlorure de sodium	10 g 01 g 02 g 05 g	pH=6.8	
Gélose nutritif	Bouillon nutritif Agar -Agar	1000ml 18 g	pH=6.8	
Milieu MH (Mueller-Hinton)	Hydrolysate acide de caséine Extrait de viande Amidon Agar -Agar	17.5g 02 g 1.5g 15 g	pH=7.4	
Milieu Mac Cockney	Peptone Proteose peptone Lactose Sels biliaires Chlorure de sodium Rouge neutre Violet de gentiane agar	17 g 03 g 10 g 1.5g 05 g 30mg 1 mg 13.5g	pH=7.1	
Eau physiologique	Na Cl Eau distillée	09 g 1000ml	pH=7.4	

Annexe II :

➤ **Matériel et appareillage**

<i>Verreries et autres</i>	<i>Appareils</i>
<ul style="list-style-type: none">• Boîtes pétri• Pipette graduée• Bécher• Portoir• Tubes à essai• Flacons stériles• Spatule• Erlenmeyer• Pro pipette• Anse de platine• Entonnoir• Micropipette• Pissette• Pince• Les lames• Verre de montre• Les écouvillons• Papier en aluminium• Tubes eppendorf• Les embouts bleus• Papier whatman• Disques d'antibiotiques	<ul style="list-style-type: none">• Etuve à 37 C°• Bec bunsen• Autoclave• Bain-marie• Agitateur magnétique• ph mètre• balance• balance de précise• réfrigérateur• spectrophotomètre• vortex• microscope



Micropipette



Boites pétri



Une balance



Les embouts bleus



Bain Marie



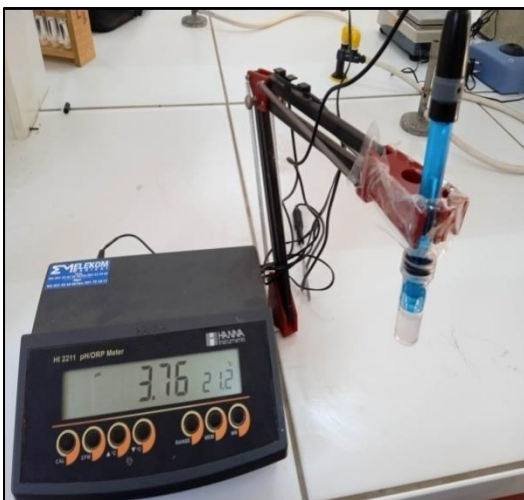
Balance de précision



Un microscope



Une étuve



pH mètre



Vortex



Spectrophotomètre