

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2021

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biotechnologie Microbienne

Présenté par :

SAAD Yacine et Boualem Allah Rokia

Thème

Les probiotiques en aviculture en Algérie

Soutenu le : 15.07.2021

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Mr. HAMDIS N

MCB

President

Mm YOUSFI M

MAB

Examinatrice

Mm BENBARA T

MAA

Promotrice

Année universitaire 2020/2021

Remerciements

Au nom de Dieu et louange à Dieu Tout-Puissant, qui nous a donné la force et la détermination pour accomplir ce travail.

*Nous remercions tout d'abord notre promotrice Mme **Benbara. T** pour ses conseils, et pour sa correction sérieuse de notre travail dans les des différentes étapes de réalisation de ce mémoire, sans oublier son suivi sur le terrain de nos travaux en laboratoire.*

Nous remercions également les membres du jury pour leur présence afin d'évaluer et d'examiner notre travail, pour enrichir et assurer la continuité de la recherche scientifique dans son bon sens.

Sans oublier tous les professeurs qui nous ont aidés dans le cheminement universitaire et ont suivi notre formation avec sincérité.

Dédicaces

Louange à Allah, et bénédiction et salut soient sur le Prophète Mohammad.

Je dédie ce travail :

D'abord, à mon grand-père et ma grand-mère, qui m'accompagnaient tout le temps dans leurs supplications, O Allah, prolonge leur vie dans ton obéissance.

A ma mère, ma mère, ma mère et mon père : à qui je suis incapable de rendre le peu de ce qu'ils m'ont donné, patience, prières et soutien. « O mon Seigneur, fais-leur, à tous deux, miséricorde comme ils m'ont élevé tout petit ».

*Je le dédie également à mes frères : **YOUCEF** et **KHALED**, qui sont considérés comme des bons exemples enseignés dans le concept de fraternité.*

*A mes sœurs : **ZAHRA**, **ASMAA**, **IMANE** et **SARAH**. Très chères sœurs, vous l'êtes. O seigneur protège-les.*

*A mes collègues **ABDELGHANI** et **SID ALI** Et à tous mes amis que j'ai eu le plaisir de les connaître. Et à tous ceux que j'aimais en Dieu ou ils m'aimaient.*

YACINE

Dédicaces

Je tiens à dédier ce travail à :

Mes très chers parents qui m'ont soutenue toute au long de mon parcours

À mon père,

“L'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect.

Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que Dieu ne me prive pas de toi.”

A ma mère, qui a été là avec ces conseils et ces invocations pour que j'atteins mon but et je réussis.

*A toutes mes sœurs : **Souad, Samraa** Allah yarhamha, **Nadjia, Amina, Ahlem, Khadidja** et **Ikram.***

*A tous les amis et surtout **Khadidja** et **Hadjer.***

Rokia

Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre I : L'aviculture en Algérie

1. Généralités sur l'aviculture	3
2. Elevage de poulet de chair en Algérie	3
2.1 . Situation de la production de poulet de chair en Algérie.....	3
2.2 . Structure interne de la filière agriculture	4
2.3 . Les éléments principaux d'élevage de poulet de chair	5
2.3.1 . Modes d'élevage de poulet de chair en Algérie	5
2.3.2 . Le choix de souches	5
2.3.3 . Capacités de production des élevages	6
3. Le tube digestif de poulet de chair et la flore intestinale	6
3.1 . Structure de tube digestif	6
3.2 . La flore intestinale	8
3.2.1 . Généralités	8
3.2.2 . Localisation et répartition de la flore intestinale de poulet	8
3.2.3 . Les fonctions du microbiote intestinal	9

Chapitre II : Les probiotiques

1. Historique et définition	10
2. Les microorganismes probiotiques	10
2.1. Les bifidobactéries	11
2.2. Bactéries lactiques.....	12
2.2.1. Genre <i>Lactobacillus</i>	13
2.2.2. Genre <i>Streptococcus</i>	13
2.3. Les levures	13
3. Les critères de sélection de microorganismes probiotiques	14
3.1. Critères de sécurité.....	15

Sommaire

3.1.1. Identification des souches.....	15
3.1.2. Innocuité.....	15
3.1.3. Origine.....	16
3.2. Critères fonctionnels.....	16
3.2.1. La résistance à l'acidité gastrique.....	16
3.2.2. La résistance aux sels biliaires.....	16
3.2.3. Activité antimicrobienne.....	16
3.2.4. Colonisation et adhésion aux cellules intestinales.....	17
3.3. Critères technologiques.....	17
3.3.1. Viabilité et stabilité des microorganismes.....	17

Partie II : Partie pratique

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Lieu de travail.....	18
2. Matériels utilisés.....	18
3.2. Les bactéries pathogènes.....	19
4. Revivification des souches.....	20
5. Identification des souches lactiques utilisées.....	20
5.1. Test macroscopique.....	20
5.2. Test microscopique.....	20
5.3. Test de catalase.....	21
6. Etude de l'effet antagoniste.....	21
6.1. Préparation de la culture de 18 h des souches lactiques.....	21
6.2. Préparation de la culture de 18h des souches pathogènes.....	21
6.3. Test de spot.....	21

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Résultats de l'identification.....	23
1.1. Résultats d'identification des souches lactiques.....	23

Sommaire

1.1.1. Etude morphologique.....	23
1.1.2. Test de la catalase	25
2. L'Activité antibactérienne	26
2.1. L'activité antibactérienne contre <i>E. coli</i>	26
2.2. L'activité antibactérienne contre <i>Salmonella</i>	28
Conclusion	36

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

- **FAO**: Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organization of the United Nations).
- **IgA** : Immunoglobuline.
- **INRAA** : Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie.
- **INSV** : Institut National de la Santé vétérinaire.
- **ITELV** : Institut Technique des Elevages.
- **M.A.R.A** : Ministère de l'Agriculture et de la Révolution Agraire.
- **O.R.AVI** : (Office Régional d'Aviculture).
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.
- **ONAB** : Office National des Aliments du Bétail.
- **UAB** : Unité de la production d'Aliments du Bétail.
- **UFC** : Unité Formant Colonie.

Liste des Figures

Figure	Titre	Page
Figure 01	Schéma simplifié de la filière avicole Algérienne.	4
Figure 02	Schéma du tractus digestif des volailles et valeurs des pH des contenus digestifs.	7
Figure 03	<i>Bifidobacterium longum</i> .	12
Figure 04	<i>Lactobacillus acidophilus</i> .	13
Figure 05	Image de <i>S. cerevisiae</i> en microscopie électronique.	14
Figure 06	Test de spot.	22
Figure 07	Aspect macroscopique de deux bactéries lactiques parmi les 9 souches sur gélose MRS.	23
Figure 08	La présence de trouble dans les tubes de bouillon MRS.	24
Figure 09	Observation microscopique d'une bactérie lactique après coloration de Gram à grossissement X100.	24
Figure 10	Test de catalase négatif pour une souche de bactérie lactique	25
Figure 11	Aspect macroscopique des deux souches pathogènes.	25
Figure 12	Les zones d'inhibition (claires) de quelques souches lactiques vis-à-vis des souches pathogènes <i>Salmonella</i> (A) et <i>E. coli</i> (B).	26
Figure 13	Résultats de l'activité antibactérienne des bactéries lactiques vis-à-vis la souche pathogènes <i>E. coli</i> .	27
Figure 14	Résultats de l'activité antibactérienne des bactéries lactiques vis-à-vis les souches pathogènes <i>Salmonella</i> .	28

Liste des figures en annexes

Annexe	Titre
Annexe III	Les souches des bactéries lactiques.
Annexe IV	Résultats de coloration de Gram.
Annexe V	Photo des zones d'inhibition <i>Salmonella</i> et <i>Escherichia coli</i> .

Liste des Tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau I	Répartition dans l'espace des élevages de poulet de chair en 2001.	6
Tableau II	Composition de la flore le long du tractus digestif du poulet déterminée par dénombrements des bactériens.	8
Tableau III	Micro-organismes considérés comme probiotiques.	11
Tableau IV	Critères de sélection utilisés dans les laboratoires pour le dépistage des probiotiques.	15
Tableau V	Milieux et produits utilisés au cours des différentes étapes de l'expérimentation.	18
Tableau VI	Les différents appareils utilisés.	18
Tableau VII	Codes et origine des bactéries lactiques	19
Tableau VIII	Origine des bactéries pathogènes	19

Liste des tableaux en annexes

Tableau	Titre
Tableau I	Compositions des milieux utilisées pour la culture des bactéries lactiques.
Tableau II	Compositions des milieux utilisées pour la culture de souches pathogènes.
Tableau III	Résultats de l'étude morphologique et biochimique (test de catalase) des souches de bactéries lactiques.
Tableau IV	Diamètres des zones d'inhibitions des neuf souches de bactéries lactiques vis-à-vis d' <i>E. coli</i> .
Tableau V	Diamètres des zones d'inhibitions des neuf souches de bactéries lactiques vis-à-vis de <i>Salmonella</i> .

Introduction

La production avicole commerciale est devenue une industrie animale verticalement intégrée qui se caractérise par sa taille et sa production. Afin de répondre à la demande croissante du marché pour la viande et les œufs, l'industrie avicole dépend actuellement de la production à grande échelle (**El Jeni et al., 2021**)

Les systèmes de production de volaille faisant appel à la production en libre parcours de poulets de chair et de poules pondeuses continuent d'être d'intérêt public en tant que produits de volaille commerciaux de remplacement attrayants (**Ricke et Rothrock, 2020**)

L'aviculture est indéniablement la branche des productions animales qui a enregistré en Algérie le développement le plus remarquable (**Fenardji, 1990**). La filière avicole en Algérie a enregistré un développement spectaculaire depuis les années 1980 grâce notamment à l'intervention de l'Etat. Dans ce sens, l'Algérie a opté pour la modernisation de ce domaine d'activité et le développement de l'aviculture à grande échelle et de façon intensive. Cette démarche a permis d'améliorer la part des protéines animales dans la ration alimentaire nationale, de moderniser la filière avicole (**Kirouani, 2015**).

L'accroissement de la production avicole est dû à l'amélioration du potentiel génétique de l'animal, à une maîtrise de la conduite des élevages, à une meilleure optimisation nutritionnelle des régimes alimentaires et à l'utilisation des facteurs de croissance qui sont surtout des antibiotiques. Ces derniers en tant que facteurs de croissance comptent parmi les additifs les plus utilisés pour améliorer l'indice de consommation et la vitesse de croissance et augmenter par conséquent la productivité et la rentabilité des élevages. Cependant, ils ont favorisé l'apparition d'un nombre important de souches bactériennes résistantes et des réactions allergiques chez le consommateur (**Mathlouthi et al., 2012**). Par conséquent, il était primordial de trouver des alternatives potentielles afin de bannir leur utilisation en élevage avicole. On compte parmi ces produits, une multitude de substances et de micro-organismes, notamment les probiotiques (**Derqaoui et al., 2021**).

Le terme probiotique peut être une sous-catégorie qui comprend les médicaments probiotiques, les aliments probiotiques (par exemple, les aliments, les ingrédients alimentaires et les suppléments), les microbes alimentaires directs (probiotiques à utiliser chez les animaux) et les probiotiques (probiotiques transgéniques). Les produits probiotiques sont commercialisés auprès d'une population généralement en bonne santé sous forme d'aliments ou de compléments alimentaires (**Venugopalan et al., 2010**)

Les probiotiques sont des micro-organismes vivants qui lorsqu'ils sont ingérés en quantités suffisantes, ont un effet positif sur la santé par leurs interactions avec les bactéries et les cellules immunitaires du tube digestif (**Schneider, 2008**). Les probiotiques représentent une méthode naturelle d'enrichissement de la flore intestinale et d'exclusion compétitive pour lutter contre les bactéries pathogènes (**Awaad, 2005**). Ils sont capables de contrôler le portage et la dissémination d'agents pathogènes et zoonotiques et améliorent aussi l'efficacité alimentaire et la rentabilité de l'élevage. Ils améliorent aussi les performances zootechniques et sanitaires des volailles (**Djezzer et al, 2019**).

Selon le règlement CE N° 1831/2003, les probiotiques sont des additifs zootechniques appartenant au groupe fonctionnel des stabilisateurs de la flore intestinale ils sont autorisés en Europe pour l'alimentation des poules pondeuses et le poulet de chair (**Denev et al, 2013**).

Aujourd'hui des souches appartenant à plus d'une quinzaine de genres bactériens sont commercialisés en tant que probiotiques, principalement : *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*. Les probiotiques pourraient augmenter la population considérée comme favorable du microbiote, en particulier les lactobacilles et les bifidobactéries, qui inhibent la croissance de bactéries pathogènes par exclusion compétitive via la production de bactériocines et/ou d'acides organiques (**Calenge et al, 2017**).

Dans notre travail, nous avons évalué l'activité antimicrobienne de neuf souches des bactéries lactiques isolées des différents compartiments de poulet de chair contre les deux bactéries pathogènes (*salmonella* et *Escherichia coli*) d'origine alimentaire et médicale. Cette expérimentation se fait après l'identification des souches par des examens morphologiques.

Ce travail se divise en deux parties :

- Une partie bibliographique se compose de deux chapitres ; le 1^{er} chapitre est sur la situation de secteur d'aviculture en Algérie, tandis que le 2^{ème} chapitre comprend des généralités sur les probiotiques.
- La deuxième partie est une partie expérimentale sur l'activité antibactérienne des souches de bactéries lactiques vis-à-vis des souches pathogènes connues comme par leurs présences dans l'aviculture.

Partie I

Synthèse bibliographique

1. Généralités sur l'aviculture

Historiquement, l'aviculture nationale est caractérisée par trois étapes distinctes, la première de l'indépendance à 1968, aux cours de laquelle peu de chose ont été réalisées, il s'agit essentiellement de la transformation des anciennes porcheries en poulaillers d'engraissement ; la deuxième étape, de 1969 à 1989 a vu naître une grande entreprise publique (ONAB) chargée entre autres du développement de l'Aviculture. Cette étape est marquée par un effort exceptionnel consenti par l'ONAB pour la formation de techniciens à l'étranger qui à leur tour ont assuré la vulgarisation des techniques d'élevage et l'encadrement en général de l'activité. La troisième étape de 1990 à nos jours. Cette étape a été marquée par de grandes réalisations au niveau du secteur privé et l'arrêt quasi-total des investissements dans la filière du secteur public (Alloui, 2011)

De toutes les productions animales en Algérie, cette spéculation est la plus intensive, qu'elle soit pour la viande ou pour l'œuf de consommation. Totalement "artificialisée" depuis les années 80, elle est pratiquée de manière industrielle dans toutes les régions du pays. Ce système est celui qui a introduit le plus de changements aussi bien chez la population rurale (surtout la femme, responsable traditionnelle de l'élevage avicole) que chez l'éleveur moderne et le consommateur durant les vingt dernières années (INRAA, 2003)

2. Elevage de poulet de chair en Algérie

2.1 . Situation de la production de poulet de chair en Algérie

La filière avicole algérienne a atteint un stade de développement qui lui confère désormais une place de choix dans l'économie nationale en général (1,1% du PIB national) et dans l'économie agricole (12 % du Produit agricole brut), en particulier. En 2007, elle réalise un chiffre d'affaires de 100 milliards de Dinars (1,400 milliards de dollars) et une valeur ajoutée brute de 300 millions de dollars, ce qui représente une partie importante de la richesse agricole nationale, assurant en retour des revenus à de larges parties de la population (Belaid, 2015). Selon Ferrah. 2001, la production des œufs et de viande blanche a fortement progressé du fait de la stabilité des prix du marché mais aussi en raison du soutien apporté par l'Etat.

L'aviculture algérienne produit entre 350 et 475 mille tonnes de viande de volailles (soit environ 240 millions de poulets par an) et plus de 3 milliards d'œufs de consommation. Elle est constituée de 20.000 éleveurs, emploie environ 500.000 personnes et fait vivre 2 millions de

personnes. Elle importe 80% des 2.500.000 tonnes d'aliments (maïs, tourteau de soja et complément minéral vitamine), 3 millions de poussins reproducteurs, des produits vétérinaires et des équipements (Alloui, 2011).

2.2 . Structure interne de la filière agriculture

Depuis 1997, le secteur de la volaille a subi une profonde restructuration vers la création d'entreprises et de groupes intégrés (Agence nationale de l'alimentation animale [ONAB] et groupements avicoles régionaux, unités d'alimentation du bétail [UAB] et entreprises privées, abattoirs modernes) sans passer par une stratégie commune (Figure 1). Le secteur se caractérise également par une forte présence d'institutions et d'agences financières, techniques, sanitaires et de contrôle qualité (banques, Institut technique de l'élevage [ITELV], Institut national de médecine vétérinaire [INSV]), chambres d'agriculture et subdivisions agricoles (Kaci, 2015)

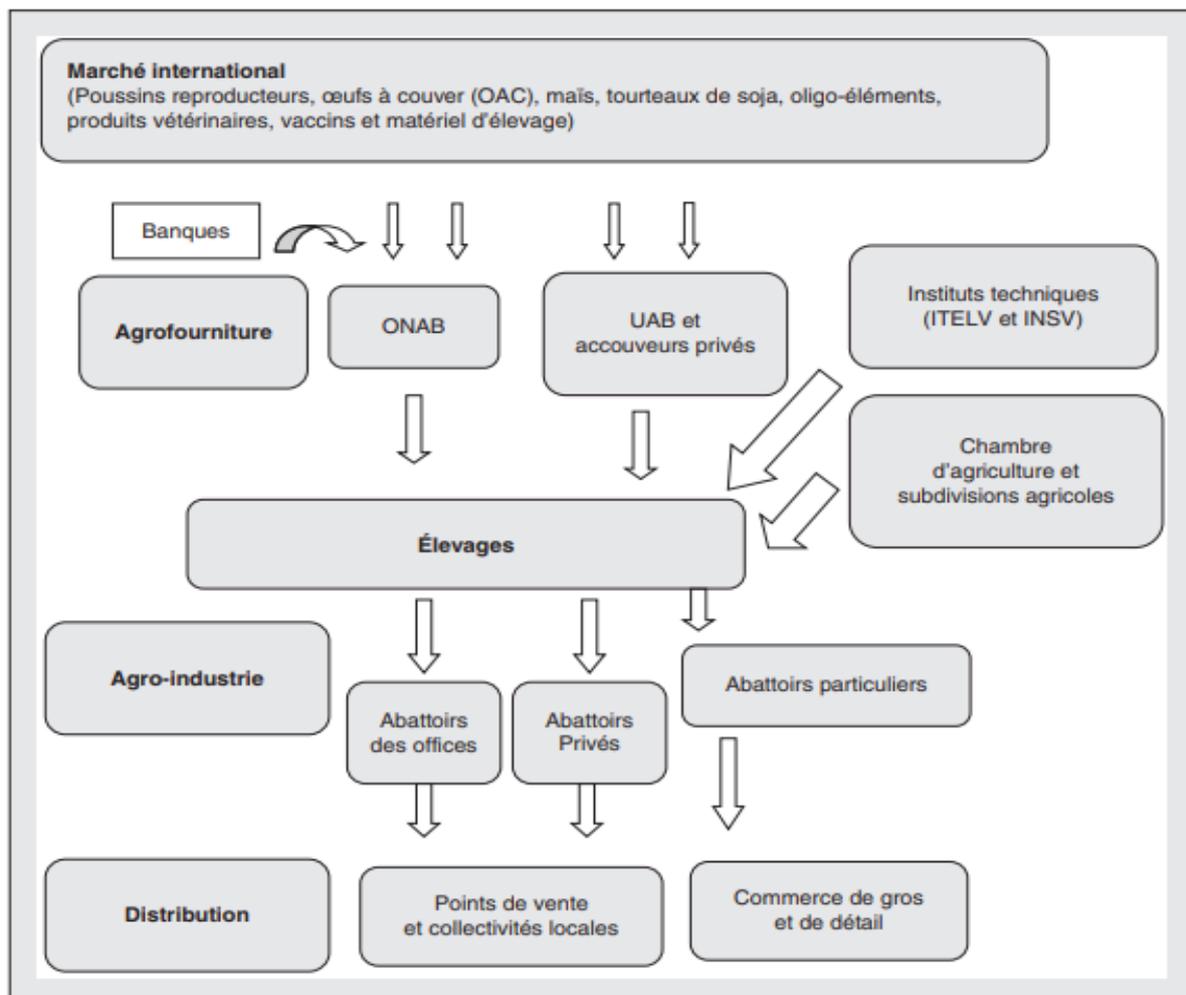


Figure 01 : Schéma simplifié de la filière avicole algérienne (Kaci, 2015)

2.3 . Les éléments principaux d'élevage de poulet de chair

2.3.1 . Modes d'élevage de poulet de chair en Algérie

Il existe deux modes d'élevage de poulet de chair : élevage au sol et élevage en batterie

a) L'élevage au sol : il peut être intensif ou extensif

- **L'élevage intensif** : il se fait pour le poulet de chair de grands effectifs. Il a pris sa naissance en Algérie avec l'apparition des couvoirs au sein des structures du ministère de l'Agriculture et de la Révolution Agraire (M.A.R.A.) qui a créé l'O.N.A. B et l'O.R.AVI. (Yousfi, 2012).

- **L'élevage extensif** : basé sur l'utilisation de la nourriture gratuite d'aliments. Ce système affecte les types génétiques locaux et, en raison de son étendue spatiale et de la quantité qui domine les autres systèmes et est présente dans tous les systèmes agroécologiques, correspond à la majorité des troupeaux nationaux ; sauf dans les plaines irriguées du nord, les hautes plaines de maïs et les oasis du sud, où elle est mal représentée (Djerou, 2006).

b) L'élevage en batterie

Cet élevage qui a été introduit nouvellement en Algérie se fait pour les poules pondeuses. Il est beaucoup plus coûteux par rapport au premier. L'élevage du poulet convient très bien au climat algérien. L'état, dans le cadre de sa politique de la relance économique, encourage au maximum les éleveurs et les coopératives à pratiquer cet élevage, pour diminuer l'importation des œufs de consommation et des protéines animales. L'élevage avicole prend de plus en plus d'extension ces dernières années. Les éleveurs au début sans aucune expérience, maîtrisent de plus en plus les techniques d'élevage (Djerou, 2006).

2.3.2 . Le choix de souches

Le développement de la filière avicole basée sur l'élevage intensif de souches exotiques. Ces dernières sont régulièrement importées car il n'y a pas de production locale de matériel génétique de base. Ces souches sont traitées de manière intensive. Les races utilisées exclusivement dans l'agriculture extensive traditionnelle sont très peu connues et regroupées sous le nom générique de populations. Ils n'ont pas fait l'objet d'un recensement ou d'une caractérisation génétique (INRAA, 2003).

2.3.3 . Capacités de production des élevages

L'étude effectuée par le ministère de l'agriculture sur les capacités de production des élevages avicoles fait ressortir la situation suivante des exploitations avicoles :

- Concernant les élevages de poulets de chair : une capacité moyenne de 2391 sujets.
- Concernant les élevages de poules pondeuses : une capacité moyenne de 5122 sujets

Depuis 1980, aucune évolution significative n'est apparue dans la structure des élevages privés. La taille moyenne des ateliers est de 3000 et 5000 sujets respectivement pour les élevages de poulets de chair et poules pondeuses (**Ferrah, 2001**).

Tableau I : Répartition dans l'espace des élevages de poulet de chair en 2001 (**Amgharouse, 2005**)

Wilaya	Elevages	Sujets	Effectif moyen
Sétif	1142	4 198 977	3677
Bordj Bou Arréridj	527	2 234 473	4260
Oum el Bouagui	469	1 705 928	3637
Mila	422	1 705 064	4 040
Batna	564	1 522 690	2 700
S/T est	3 124 (24 %)	11 367 132 (29%)	3 639
Béjaia	709	1067292	1 505
Tiziouzou	1229	3 777 413	3 074
Bouira	736	1504364	2 044
Boumerdés	491	2 365 505	4 818
Alger	219	1 190 560	5 436
Blida	118	1 912 188	16 205
S/T centre	3502 (28%)	11 817 322 (30 %)	3 374
Oran	202	1 703 030	8 431
Tlemcen	576	1 778 297	3 087
S/T Ouest	778 (6%)	3 481 327 (9 %)	4 475
Total 13 wilaya	7404 (58 %)	26 665 781 (68%)	3 602
Le reste des wilayas	5405 (42 %)	12 573 759 (32 %)	2326
Total Algérie	12 809 (100%)	39 239 540 (100%)	3 063

3. Le tube digestif de poulet de chair et la flore intestinale

3.1 . Structure de tube digestif

L'appareil digestif du poulet est constitué principalement de la région buccale qui contient respectivement le bec, l'œsophage fait suite au gosier puis on trouve le jabot qui est un organe bien individualisé, sous forme d'un renflement constant placé devant la fourchette

claviculaire. Chez le poulet, la région stomacale est composée de la proventricule ou ventricule succenturié c'est l'estomac sécrétoire (enzymes et acide chlorhydrique). La pepsine sécrétée et excrétée par les glandes du proventricule qui possède un équipement enzymatique complet : lipases, amylases, protéases. Le gésier est l'estomac broyeur, qui écrase les aliments par un effet de sa puissance musculaire (Guérin *et al.*, 2011).

Finalement, la région postérieure qui contient l'intestin qui est un long organe cylindrique replié et enroulé sur lui-même et logé dans la cavité abdominale ; il est le principal site de la digestion chimique et l'absorption digestive. L'intestin grêle des poulets est divisé en 3 parties anatomiques plus ou moins distinctes : le duodénum, le jéjunum et l'iléon. Ce dernier débouche dans le côlon (ou gros intestin), qui s'achève par le cloaque. Le gros intestin (ou côlon) est très court. Il part de l'iléon et débouche dans le cloaque. Ce dernier se présente comme un sac situé à la jonction iléon-côlon, ils sont des poches allongées contenant des bactéries fermentaires permettant une dernière digestion et absorption des nutriments avant d'atteindre le colon. Le cloaque et bourse de Fabricius est l'ouverture commune des voies digestives, urinaires et génitales (Alamargot, 1982).

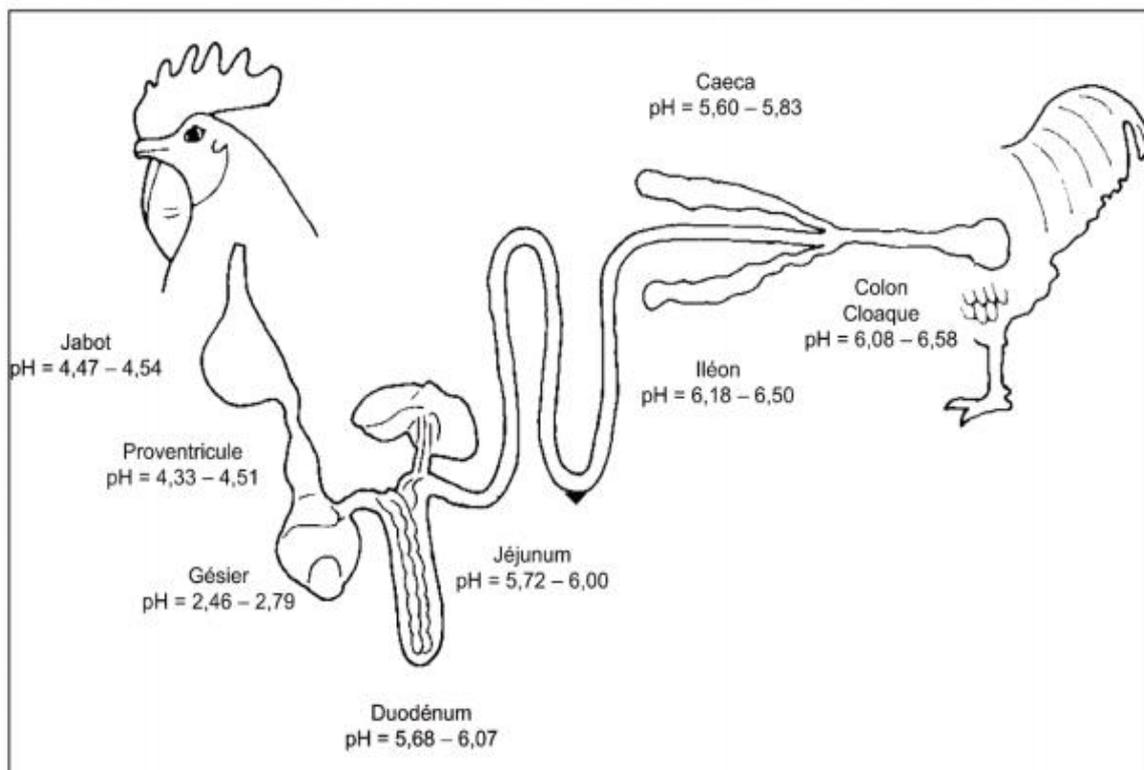


Figure 02 : Schéma du tractus digestif des volailles et valeurs des pH des contenus digestifs (Laroucche, 2012)

3.2 . La flore intestinale

3.2.1 . Généralités

La flore digestive au sens large comprend les organismes unicellulaires situés dans le tractus digestif, c'est - à - dire les bactéries, les champignons et les protozoaires. Vingt-neuf genres des bactéries différents ont été isolés de l'intestin aviaire. Chacun de ces genres seraient représentés par trois à quatre espèces et chaque espèce par trois à quatre types métaboliques différents afin qu'il puisse y avoir plus de 200 types différents dans l'intestin du poulet. En ce qui concerne les populations bactériennes, qui sont les micro-organismes prédominants, elles représentent une large gamme de types métaboliques et morphologiques. Leur nombre total est plus important que le nombre de cellules eucaryotes constituant le corps de l'hôte. On distingue : les bactéries dominantes ($>10^6$ (UFC) /g contenu), sous-dominantes (10^3 à 10^5 UFC / g contenu), et résiduelles (10^3 UFC /g contenu) (**Gabriel et al., 2005**).

Tableau II : Composition de la flore le long du tractus digestif du poulet déterminée par dénombrements (**Gabriel et al., 2005**).

Groupes majoritaires	Nombre de bactéries viables (\log_{10} UFC / g de contenu)						
	Jabot	Gésier	Intestin 1 (2)	Intestin 3	Intestin 5	Intestin 7	Caeca
Lactobacilles	8,7	7,3	8,0	8,2	8,2	8,6	8,7
Streptocoques	4,0	3,7	4,0	4,0	3,7	4,2	6,7
<i>Escherichia coli</i>	1,7	nd	2,0	1,7	1,7	2,7	5,6
Levures	2,7	nd	1,7	nd	1,7	nd	2,0
<i>Clostridium welchi</i>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1,7
Bacteroïdes	nd	nd	nd	nd	nd	nd	8,7

3.2.2 . Localisation et répartition de la flore intestinale de poulet

Chez le poulet, les sites principaux d'activité bactérienne sont le jabot, les caeca et, dans une moindre mesure, l'intestin grêle (**Fuller, 1984**). Dans le jabot, on trouve principalement des lactobacilles, on trouve aussi des entérocoques, des coliformes, et des levures. Dans le gésier et le proventricule, le faible pH fait chuter la population bactérienne. Dans le duodénum on trouve principalement des lactobacilles ainsi que des entérocoques et des coliformes. Plus loin dans l'intestin, l'environnement devient plus favorable à la croissance bactérienne à cause de la plus faible pression d'oxygène, la faible concentration en enzymes et sels biliaires. Si les aliments sont bien digestibles, par manque de substrat, la flore est limitée. Dans l'iléon, on

trouve principalement des lactobacilles attachés aux entérocytes, des entérocoques et des coliformes. Les caeca, contient une large population de types morphologiques variés. On trouve en majorité des anaérobies strictes comme les Eubacterium, des bifidobactéries ou des clostridies. On trouve aussi des anaérobies facultatifs comme des lactobacilles, des entérocoques et des coliformes (**Gabriel et al., 2003**).

3.2.3 . Les fonctions du microbiote intestinal

Il participe à la stimulation du système immunitaire. La présence des micro-organismes probiotiques favoriserait la production d'anticorps, notamment des IgA sécrétoires dans la lumière intestinale. Les IgA sont importantes dans le tractus digestif ; ils peuvent inhiber l'adhésion des bactéries pathogènes à la surface des muqueuses (**Chafai, 2006**). La microflore et la muqueuse digestive ont des relations à la fois symbiotiques et compétitives ; les interactions entraînent des modifications de la structure et du fonctionnement du tube digestif, il a un rôle bien distingué dans la digestion des lipides, les glucide et protéines (**Deng Pan et ZhongtangYu,2014**)

1. Historique et définition

Le concept selon lequel certaines bactéries peuvent favoriser la santé plutôt que la nuire est né au début du XXe siècle, lorsque le scientifique russe Eli Metchnikoff a émis l'hypothèse que la consommation de produits laitiers fermentés contribuait à la longue durée de vie des paysans bulgares. Il a conclu que le lait fermenté aidait à « ensemercer » l'intestin avec des bactéries amies, ce qui empêchait la croissance de bactéries nuisibles (**Challa, 2012**)

Le mot « probiotiques » vient du grec et signifie "pour la vie". Il a été utilisé par Lilly et Stillwell en 1965 pour des substances produites par des micro-organismes et favorisant la croissance d'autres micro-organismes. Parker a défini les probiotiques comme « des organismes et des substances qui contribuent à l'équilibre microbien de l'intestin » (**Shokryazdan et al., 2017**)

Fuller l'a défini en 1989 comme « un supplément alimentaire microbien vivant qui affecte de façon bénéfique l'animal hôte en améliorant son équilibre microbien intestinal » (**Lee et Salminen, 2009**)

La dernière définition des probiotiques a été réalisée par un groupe d'experts composé de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), qui ont défini les probiotiques comme étant « des micro-organismes vivants qui, lorsqu'ils sont administrés en quantités suffisantes, confèrent un avantage pour la santé de l'hôte » (**Di Gioia et Biavati, 2018**).

2. Les microorganismes probiotiques

En général, les probiotiques sont des bactéries ou des levures (**Elmer et al., 2013**). La plupart des probiotiques utilisés aujourd'hui appartiennent aux genres *Lactobacillus* et *Bifidobacterium* (**Hill et al., 2014**).

Cependant, d'autres micro-organismes peuvent présenter des propriétés probiotiques, y compris des bactéries des genres *Escherichia*, *Enterococcus* ou *Bacillus*, ainsi que des levures telles que *Saccharomyces boulardii* (**Holzappel et Schillinger, 2002**). Le tableau III représente les différents types de microorganismes considérés comme probiotiques.

Tableau III : Micro-organismes considérés comme probiotiques (Holzapfel et al., 1998)

<i>Lactobacillus</i>	<i>Bifidobacterium</i>	Autres bactéries lactiques	Autres micro organismes
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. adolescentis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Bacillus spp,</i>
<i>L. amylovirus</i>	<i>B. animalis</i>	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Escherichia coli strain</i>
<i>L. brevis</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>Lactococcus lactis</i>	<i>Nissle</i>
<i>L. casei</i>	<i>B. breve</i>	<i>Leuconstoc</i>	<i>Propionibacterium</i>
<i>L. cellobius</i>	<i>B. infantis</i>	<i>mesenteroides</i>	<i>freudenreichii</i>
<i>L. crispatus</i>	<i>B. lactis</i>	<i>Pediococcus acidilactici</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>L. curvatus</i>	<i>B. longum</i>	<i>Sporolactobacillus</i>	<i>Saccharomyces boulardii</i>
<i>L. delbrueckii</i>	<i>B. thermophilum</i>	<i>inulinus</i>	
<i>L. farciminis</i>		<i>Streptococcus</i>	
<i>L. fermentum</i>		<i>thermophilis</i>	
<i>L. gallinarum</i>		<i>Streptococcus</i>	
<i>L. gasseri</i>		<i>diacetylactis</i>	
<i>L. johnsonii</i>		<i>Streptococcus</i>	
<i>L. paracasei</i>		<i>intermedius</i>	
<i>L. plantarum</i>			
<i>L. reuteri</i>			
<i>L. rhamnosus</i>			

2.1. Les bifidobactéries

Sont des bactéries Gram-positives, immobiles, non sporulantes, non gazeuses, anaérobies (à l'exception de certaines espèces qui peuvent tolérer l'oxygène), catalase-négatives (à l'exception de *B. indicum* et *B. asteroides*) et des bactéries saccharolytiques (Amrouche, 2005). Leurs niches écologiques sont l'intestin de l'Homme, la cavité buccale, le tractus gastro-intestinal de l'animal, l'intestin de l'insecte et les eaux résiduaires (Ventura et al., 2004). La température de croissance des bifidobactéries isolées chez l'Homme ou l'animal est comprise entre 36 et 38 ° C (Dong et al., 2000).

D'un point de vue physiologique, les bifidobactéries se distinguent par leur activité enzymatique, qui leur permet d'utiliser de nombreux sucres tels que le lactose, le galactose, le

raffinose, le saccharose, l'amylpectine, l'amyllose, le xylène, etc. et ils produisent de l'acide lactique et de l'acide acétique (**Yildirim et Johnson, 1998**)

Les souches de bifidobactéries identifiées chez l'Homme sont entre autres : *B. catenulatum*, *B. adolescentis*, *B. longum* (Figure 3), *B. infantis*, *B. breve* (**Scardovi, 1986**). Alors que le groupe des bifidobactéries d'origine animale comprend principalement : *B. suis*, *B. thermophilum*, *B. animalis*, *B. pseudolongum* (**Simpson et al., 2003**)

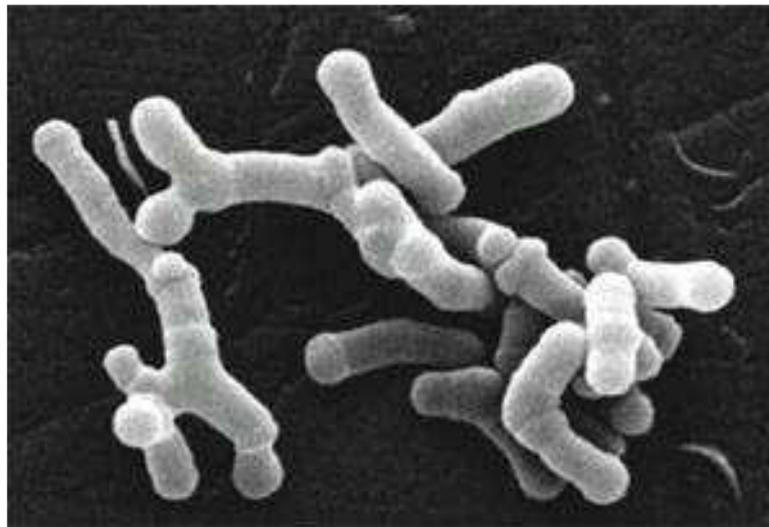


Figure 03: *Bifidobacterium longum* (**Watterlot, 2010**)

2.2. Bactéries lactiques

Les bactéries lactiques sont des cellules procaryotes, hétérotrophes et chimio-organotrophes, elles sont Gram +, généralement immobiles, asporulées et ont des besoins nutritionnels complexes en acides aminés, peptides, vitamines, sels, acides gras et glucides fermentescibles (**Gonzalez et al., 2000**)

Douze genres de bactéries appartiennent à la catégorie des bactéries lactiques : *Aerococcus*, *Alloicoccus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* et *Weissella* (**Drouault et Corthier, 2001**). Les principales bactéries lactiques probiotiques utilisées comprennent : le genre *Lactobacillus* et le genre *Streptococcus*.

2.2.1. Genre *Lactobacillus*

Les lactobacilles sont les micro-organismes probiotiques les plus connus pour leur association populaire avec les produits laitiers fermentés et sont importants pour l'industrie alimentaire, en particulier dans les fermentations laitières (**Izquierdo Alegre, 2009**)

Elles sont anaérobies (mais aérotolérants) et tirent leur énergie du métabolisme fermentatif. Cependant, grâce à leur activité peroxydase, qui peut inactiver le peroxyde d'hydrogène, ils peuvent survivre en présence d'oxygène. La capacité à produire de l'acide lactique confère aux lactobacilles un avantage compétitif dans des environnements riches en nutriments, ce qui peut en partie expliquer leur potentiel probiotique (**Ait Belgnaoui, 2006**)

Une variété de lactobacilles sont utilisés comme probiotiques, y compris : *L. acidophilus* (Figure 04), *L. casei*, *L. rhamnosus*, *L. delbrueckii*, *L. bulgaricus* (**Izquierdo Alegre, 2009**)

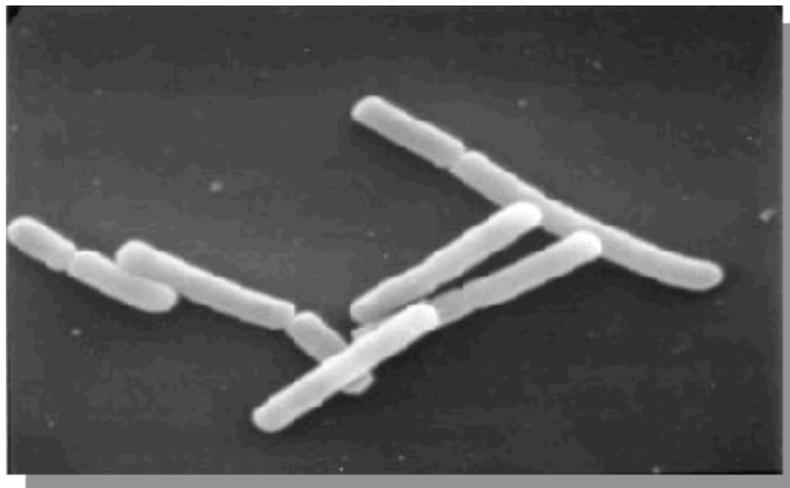


Figure 04 : *Lactobacillus acidophilus* (**Malbezin, 2017**)

2.2.2. Genre *Streptococcus*

Les cellules streptococciques sont des cocci chimio-organotrophes (**Georges et François-Marie, 2008**). L'espèce thermophile *S. thermophilus* se distingue par son habitat (lait et produits laitiers), son caractère non pathogène et ses propriétés probiotiques et technologiques (**Iyer et al., 2010**)

2.3. Les levures

Levures, généralement définies comme des champignons unicellulaires qui se multiplient en bourgeonnant (**Kurtzman et al., 2011**). Parmi ces levures, l'espèce *Saccharomyces cerevisiae* (figure 05) est la plus impliquée dans la production industrielle. La croissance

optimale de cette levure se trouve à des pH compris entre 4,5 et 5,0 et les différentes souches sont omniprésentes (**Newbold et al., 1996**)

Depuis un demi-siècle, la levure s'est imposée et a évolué comme additif alimentaire, puis comme probiotique dans l'élevage intensif de ruminants, ce que les éleveurs apprécient lorsqu'ils tentent de valoriser les résidus de fermentation (**Georges et François-Marie, 2008**)

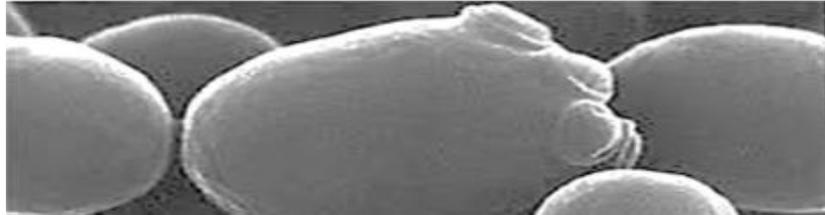


Figure 05 : Image de *S. cerevisiae* en microscopie électronique (**Salviat, 2013**)

3. Les critères de sélection de microorganismes probiotiques

Pour répondre à la définition des probiotiques, les micro-organismes doivent survivre, résider temporairement dans le tube digestif et présenter une activité qui doit avoir des effets bénéfiques sur l'hôte (**Izquierdo Alegre, 2009**). Selon le rapport FAO / OMS (2002), une évaluation du produit basée sur plusieurs critères doit être réalisée pour qu'un produit soit reconnu comme probiotique (tableau IV) (**Amrouche, 2005**)

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

Critères	But recherché
- Résistance à l'acidité gastrique.	- Survie pendant le passage par l'estomac et duodénum
- Résistance aux sels biliaires	- Survie pendant le passage par l'intestin grêle
- Production d'acide (À partir de glucose et de lactose)	- Production « de barrière acide » efficace dans l'intestin
- Adhésion au mucus et/ou aux cellules épithéliales humaines.	- Colonisation efficace, réduction des sites d'adhésion des pathogènes à la surface
- Production de substances antimicrobiennes	- Inhibition du développement des germes pathogènes
- Résistance à la chaleur	- Survie pendant le processus de transformation
- Bonnes propriétés technologiques	- La stabilité, croissance sur une large échelle, survie dans le produit, résistance aux bactériophages

3.1. Critères de sécurité

3.1.1. Identification des souches

Les souches probiotiques doivent être identifiées par des méthodes fiables de phénotypage moléculaire et de génotypage (Vasiljevic et Shah, 2008). Et dès qu'elles sont identifiées, les souches probiotiques doivent être déposées dans une collection de cultures internationalement reconnue (Guarner et al., 2011)

3.1.2. Innocuité

Un microorganisme probiotique doit être totalement inoffensif pour le consommateur et ne doit présenter aucune propriété indésirable : résistance aux antibiotiques, cytotoxicité, activité hémolytique... etc (Piquepaille, 2013).

Avant de pouvoir utiliser une souche probiotique, il est important de vérifier qu'elle n'est pas résistante aux antibiotiques contenus dans un plasmide et ne peut donc pas induire de résistance aux antibiotiques chez un autre microorganisme (**Ammor et Mayo, 2007**)

3.1.3. Origine

L'origine de la souche est également une condition importante car l'interaction spécifique avec l'hôte est maximisée lorsqu'elle provient du même habitat (**Alvarez-Olmos et Oberhelman, 2001**)

3.2. Critères fonctionnels

3.2.1. La résistance à l'acidité gastrique

La survie des bactéries dans le suc gastrique dépend de sa capacité à tolérer un pH bas. Le temps de pénétration peut être compris entre une heure et quatre heures, selon la personne et le régime alimentaire. Par conséquent, certains auteurs suggèrent que les souches probiotiques devraient résister à un pH de 2,5 dans un milieu de culture pendant quatre heures (**Ammor et Mayo, 2007**)

3.2.2. La résistance aux sels biliaires

Dans l'intestin grêle, la tolérance aux sels biliaires est un facteur important qui aide les probiotiques à survivre. Les bactéries qui survivent aux conditions d'estomac acides doivent faire face aux effets nettoyants des sels biliaires libérés dans le duodénum après l'ingestion d'aliments gras. Réduit les effets émulsifiants des sels biliaires en les hydrolysant avec des hydrolases, réduisant ainsi leur solubilité (**Ammor et Mayo, 2007**)

3.2.3. Activité antimicrobienne

Les bactéries probiotiques doivent essentiellement maintenir de bonnes conditions d'hygiène dans le tube digestif. Il est donc important qu'ils soient capables d'inhiber le développement de germes indésirables en :

- Produisant des substances antagonistes telles que les bactériocines ou autres telles que les acides organiques et le peroxyde d'hydrogène.
- Empêcher les agents pathogènes d'adhérer aux cellules de la paroi intestinale (**Simpson et al., 2005**)

3.2.4. Colonisation et adhésion aux cellules intestinales

Il est généralement admis que les bactéries probiotiques doivent adhérer au mucus intestinal ou aux cellules épithéliales pour rester dans l'intestin. Ils donnent également un avantage concurrentiel. Les bactéries probiotiques ont été étudiées de manière approfondie pour leur capacité à adhérer aux cellules intestinales (**Holzapfel et al., 2006**)

La capacité à adhérer à la couche intestinale est un critère de sélection recommandé pour le choix des probiotiques car c'est une condition de colonisation de l'intestin. L'adhésion est le premier mécanisme de défense contre l'invasion de bactéries pathogènes. Il repose sur la réalisation d'une série de tests *in vitro* puis *in vivo* sur des cellules d'origine animale et / ou humaine (**Clara et al., 2011**)

3.3. Critères technologiques

Lors du choix des probiotiques, différents aspects technologiques doivent être pris en compte afin de conférer au produit fini de bonnes propriétés sensorielles.

3.3.1. Viabilité et stabilité des microorganismes

Afin d'exercer leurs effets positifs sur la santé, les probiotiques doivent survivre au processus de fabrication et à l'entreposage frigorifique ultérieur en grandes quantités. En fait, on pense généralement qu'un minimum de 10 cellules viables par gramme de produit est nécessaire pour exercer un effet probiotique. Cependant, la stabilité physique et génétique des cellules, ainsi que toutes les propriétés nécessaires pour exercer leurs bienfaits pour la santé, doivent également être sûrs (**Izquierdo Alegre, 2009**).

Partie II : Partie pratique

Chapitre III : matériel et méthodes

1. Lieu de travail

Ce travail a été réalisé au laboratoire de microbiologie générale (labo 5) de la Faculté de Science de la Nature et de la Vie, université Akli Mohand Oulhadj, Bouira, sous l'encadrement et l'orientation du Mme Benbara. T et en présence de l'ingénieure de laboratoire durant la période allant du mois de mai au mois de juin 2021.

2. Matériels utilisés

Pour la réalisation des différentes parties expérimentales, on s'est servi de produits et milieux mentionné dans le tableau V et, du matériel et outils indiqué dans le tableau VI. Les composants des milieux de culture sont indiqués dans l'annexe I.

Tableau V : Milieux et produits utilisés au cours de différentes étapes de l'expérimentation.

Produits	Milieux de culture
-Agar 15 g/l (ingrédient).	-Bouillon MRS.
-Alcool	-Bouillon nutritif.
-Fushine (colorant).	-Bouillon Chapman
-l'eau oxygéné (H ₂ O ₂).	-Gélose MRS.
-Lugol (l'eau iodée).	-Gélose nutritif.
-Violet de gentiane (colorant).	-Gélose Chapman
-L'huile à immersion	-Gélose nutritif mole
	-Gélose héktoen

Tableau VI : Les différents appareils et outils utilisés.

Appareil	Les outils
- Autoclave (Wise clave)	-Boites de Petri
-Bain marin (Nuve bath)	-Tubes à essai
-Balance (Pioneer)	- Pipette Pasteur
- Etuve (Memmert)	- Lames
-Microscope optique (KERN optics)	- Micropipettes 100 et 1000µl
-Réfrigérateur (Maxi power)	- Ambouts bleu et jaune

3. Origines des souches utilisées (bactéries lactiques et bactéries pathogènes)

3.1. Les bactéries lactiques

Dans le but de sélectionner une souche probiotique à utilisation comme additif alimentaire dans l'alimentation de poulet de chair comme alternatif à l'utilisation des antibiotiques, neuf souches des bactéries lactiques ont été utilisées. Ces souches lactiques isolées à partir de la matière fécale des sujets de poulet de chair âgés de 30 jours de certains poulaillers de la région de Bouira et isolées par des étudiants de l'année passée de l'université de Bouira (tableau VII).

Tableau VII : Codes et origine des bactéries lactiques.

Codes des bactéries	Origine
LB 1, LB 60, LB 12a2, LB 18, LB 22, LB 23, LB 33, LB 62	Matière fécale du poulet de chair

3.2. Les bactéries pathogènes

Au cours de cette étude, deux bactéries pathogènes ont été utilisées ; ces bactéries sont : *E. coli* et *Salmonella*. L'utilisation de ces deux bactéries dans l'étude de l'activité antibactérienne est dans le but de sélectionner une souche lactique à effet probiotique chez le poulet de chair et c'est connu que ces bactéries représentent les bactéries les plus dangereuses dans l'élevage de poulet de chair en provoquant diverses maladies, induisant des pertes économiques énormes. Ces bactéries font parties de la collection des souches pathogènes de Laboratoire de Microbiologie Appliqué (LMA) de Bejaia (tableau VIII).

Tableau VIII : Origine des bactéries pathogènes.

Bactéries pathogènes	Origine
<i>Escherichia coli</i> <i>Salmonella</i>	Laboratoire de Microbiologie Appliquée (LMA de Bejaia)

4. Revivification des souches

4.1. Revivification des souches lactiques

La revivification des souches de bactéries lactiques a été réalisée par repiquage successif dans du bouillon MRS et une incubation à 37 °C pendant 24 h. Après incubation, les bouillons ont été ensemencés dans des boîtes de Petri contenant de la gélose MRS et incubé à 37°C pendant 48 heures. Ces bactéries ont été identifiées par l'aspect des colonies sur gélose MRS, la coloration de Gram et le test de catalase.

4.2. Revivification des souches pathogènes

Les deux souches pathogènes (*E. coli* et *Salmonella*) ont été revivifiées par repiquage successif dans du bouillon nutritif et incubation à 37 °C pendant 24h. Après incubation, *E. coli* a été isolée sur gélose EMB et *Salmonella* a été isolée sur gélose Hektoen. Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 heures

L'identification a été réalisée seulement par l'aspect des colonies car ce sont des souches référentielles confirmées.

5. Identification des souches lactiques utilisées

Dans le but de confirmer l'appartenance des souches au groupe des bactéries lactiques, les souches revivifiées et repiquées sur gélose MRS ont été identifiées. Cette étape se fait par l'observation macroscopique d'aspect des colonies sur gélose MRS et l'observation microscopique de forme, regroupement et type de Gram en utilisant la coloration de Gram. Le test de la catalase est aussi utilisé dans l'identification des bactéries lactiques.

5.1. Test macroscopique

Consiste à étudier la forme, l'aspect, le contour, la surface et la couleur des colonies sur les milieux gélosés (MRS et GN) pour les bactéries lactiques et pathogènes.

5.2. Test microscopique

L'étude microscopique des souches lactiques est réalisée après une coloration de Gram, afin de déterminer leur morphologie et leur type de Gram + ou Gram –.

La coloration de Gram

Pour réaliser la coloration de Gram sur un frottis préparé, on a besoin de quatre solutions : le premier colorant utilisé est le violet de gentiane qui est appliqué pendant 1 minute

suivie d'un rinçage à l'eau distillée. Après, du lugol est ajouté et laisser réagir pendant 1 minute, puis, on procède à une décoloration en versant l'alcool éthylique à 96% goutte à goutte sur la lame inclinée obliquement et laissé lui 30 s, puis au rinçage avec l'eau distillée et à la recoloration par la fushine pendant 1 min. Après cette coloration, un rinçage et un séchage sont effectués en utilisant l'eau distillée et le papier absorbant.

Pour l'observation microscopique au grossissement (10 X100), une goutte d'huile à immersion est ajoutée.

5.3. Test de catalase

Pour mettre en évidence cette enzyme, une colonie est diluée dans une goutte d'eau oxygénée sur une lame stérile. Le dégagement de bulles de gaz dû à un dégagement de dioxygène indique la présence de la catalase.

6. Etude de l'effet antagoniste

6.1. Préparation de la culture de 18 h des souches lactiques

Nous avons prélevé 4 à 5 colonies de bactéries lactiques à partir des boîtes préparées et incubées, à l'aide d'une pipette Pasteur et on va les mettre dans des tubes de 5 ml de bouillon MRS, ensuite incubé à 37 °C pendant 18h.

6.2. Préparation de la culture de 18h des souches pathogènes

Deux colonies de chaque boîte : de la boîte de Petri contenant de la gélose EMB pour *Escherichia coli* et Hektoen pour *Salmonella* ont été prélevées. On va les mettre dans des tubes à essai, chaque tube contient 5 ml de bouillon nutritif. L'incubation se fait à 37 °C pendant 18h.

6.3. Test de spot

Dans le but de la mise en évidence de la présence d'une activité antibactérienne des bactéries lactiques vis-à-vis des souches pathogènes provoquant des maladies chez le poulet de chair (*E. coli* et *Salmonella*), le test de l'activité antibactérienne est réalisé par le test de spot.

A partir de la culture de 18h de chaque tube des neuf bactéries lactiques incubé à 37 °C, on prend 5µl pour l'ensemencer sous forme de spots dans la boîte de Petri contenant de la gélose MRS. 4 à 5 spots par boîte de Petri sont réalisés au maximum sur la gélose. Les spots préparés sont laissés sécher devant le bec bunsen pendant 30 minutes au maximum.

Après l'incubation à 37 °C pendant 24h, les boîtes ont été recouvertes par 10ml de mélange : 9ml de gélose nutritive molle et 1ml de la culture de 18h de souches pathogènes (*Escherichia coli* et *Salmonella*). L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 heures.

Après 24h d'incubation, les boîtes du test ont été examinées par une lecture pour détecter la présence des zones d'inhibition autour des spots et une mesure de diamètre des zones a été effectuée.

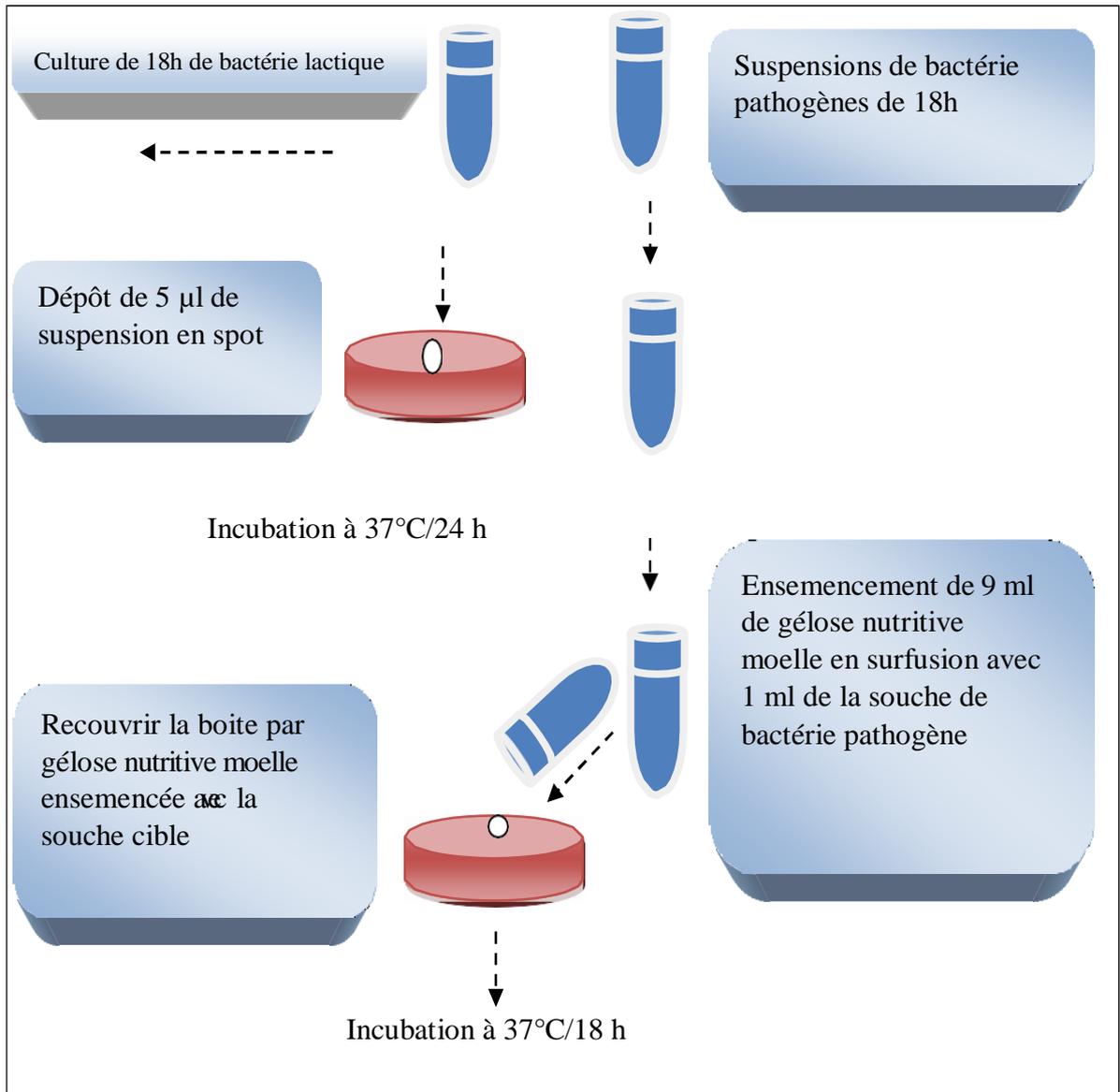


Figure 06 : Test de spot

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Résultats de l'identification

1.1. Résultats d'identification des souches lactiques

1.1.1. Etude morphologique

Des observations macroscopiques et microscopiques ont été effectuées sur les bactéries lactiques isolées sur gélose MRS et avec un test de catalase pour confirmer le genre.

- **L'aspect macroscopique sur milieu solide**

L'observation à l'œil nu a pour but de caractériser la forme, la taille, l'aspect ainsi que la couleur des colonies. Ces colonies sont apparues de petite taille, de forme circulaire ou lenticulaire, avec une couleur blanchâtre et d'un pourtour régulier ou irrégulier.

L'aspect macroscopique des colonies de bactéries lactiques cultivées sur gélose MRS est montré dans la figure 07.



Figure 07 : Aspect macroscopique de deux bactéries lactiques parmi les neuf souches sur gélose MRS.

- **L'aspect macroscopique dans le bouillon MRS**

Après 24 h d'incubation, le bouillon MRS apparaît dense et trouble. La croissance bactérienne est facilement détectable, en remuant le tube légèrement (Figure 08).



Figure 08 : La présence de trouble dans les tubes de bouillon MRS.

- **Aspects microscopiques des bactéries lactiques**

La coloration de Gram des isolats qui ont fait l'objet d'une observation microscopique a rapporté une forme de cocci avec différents modes d'associations et d'une couleur violette qui nous a permis de confirmer que les bactéries étudiées sont de Gram positif (figure 09).

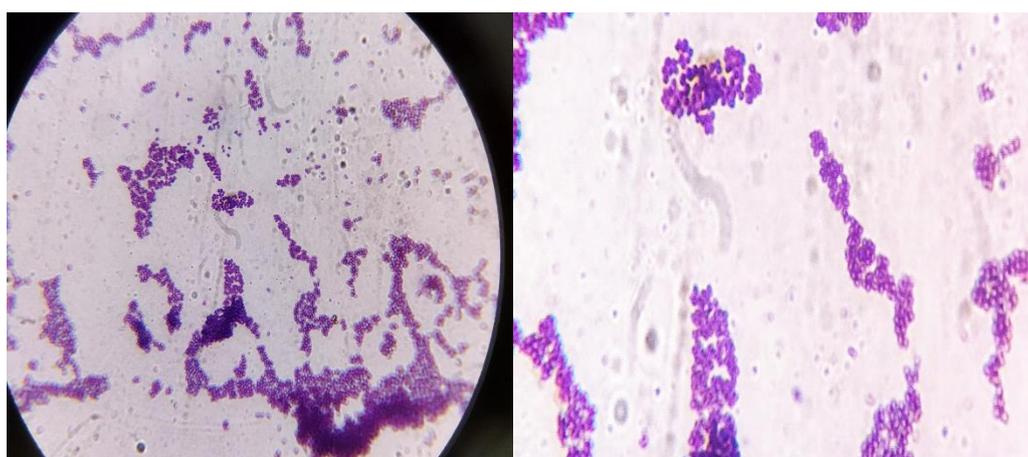


Figure 09 : Résultat microscopique d'une bactérie lactique après coloration de Gram à grossissement X100

1.1.2. Test de la catalase

Il n'apparaît aucune bulle d'air aux cours du test, l'exploration de ces résultats a montré que la totalité des 9 souches de bactéries sont à catalase négative. Les résultats obtenus confirment la pureté et l'appartenance des souches au groupe lactique (figure 10).



Figure 10 : Test de catalase négatif pour une souche de bactérie lactique.

1.1. Résultats d'identification des souches pathogènes

Les deux souches de bactéries pathogènes qui ont été utilisés dans ce travail sont ensemencé chacune dans son milieu approprié : Hektoen pour *Salmonella* et EMB pour *E. coli*, leurs aspects après incubation est présenté dans la figure 11.



Salmonella (milieu hektoen).

E. coli (milieu EMB).

Figure 11 : Aspect macroscopique des deux souches pathogènes

Sur milieu EMB, les bactéries apparaissent sous forme de colonies violettes avec un éclat vert métallique caractéristique d'*Escherichia coli*.

Sur milieu Hektoen, *Salmonella* apparaît sous forme de colonies vertes avec un centre noir, rondes, lisses, bombées.

2. L'Activité antibactérienne

L'activité antibactérienne des bactéries lactiques vis-à-vis des souches pathogènes apparaît sous forme de zones claires autour de chaque spot et qui diffèrent par leur diamètre (Figure 12).

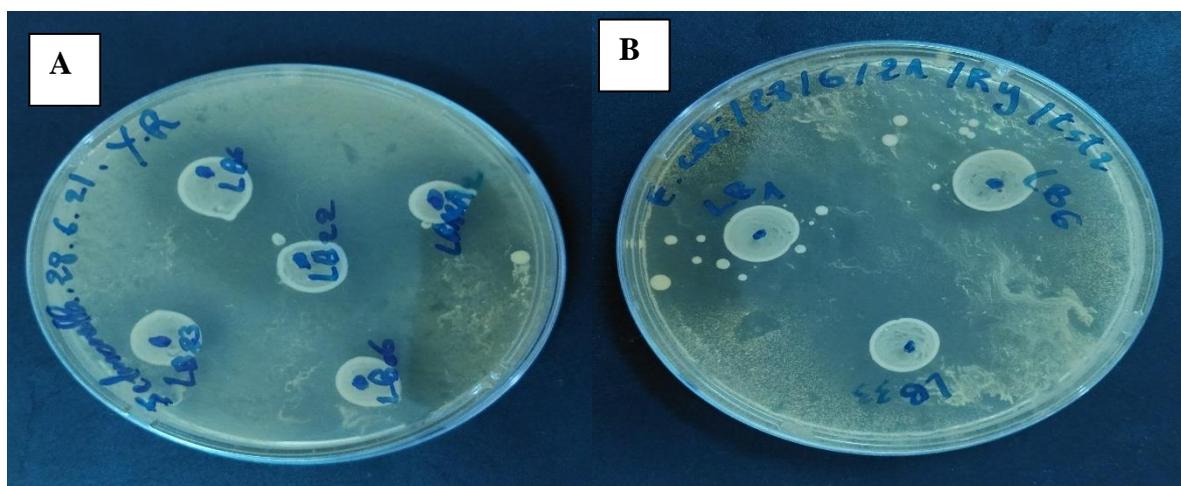


Figure 12 : Les zones d'inhibition (claires) de quelques souches lactiques vis-à-vis les souches pathogènes *Salmonella* (A) et *E. coli* (B) (test de spot).

2.1. L'activité antibactérienne contre *E. coli*

Dans le cadre de sélection d'un probiotique pour lutter contre les souches d'*E. coli*, le test d'antagoniste est réalisé par le test de spot.

Dans le cas d'*E. coli*, le test a révélé une bonne activité antibactérienne pour toutes les souches lactiques (figure 13). Notant que la meilleure activité est enregistrée chez la souche LB1 de bactéries lactiques, avec une zone d'inhibition de 29.7 mm. D'autre côté la plus faible activité est celle de LB12a2 avec une zone d'inhibition de 23.7 mm.

En comparaison avec les résultats des travaux de **Boujaib, 2013** qui ont indiqué que les diamètres des zones d'inhibition varient entre 5 et 16 mm pour la majorité des souches. On trouve que nos résultats présentent de meilleurs diamètres.

Nos résultats sont plus importants par rapport à ceux de **Savado** *et al.*, (2004), où ils ont reporté un diamètre pour *E. coli* de l'ordre de 20 mm.

Ainsi, important à celle de **Ahmed** *et al.*, (2015), qui a trouvé des zones d'inhibition plus réduit 0.81 à 2.5mm par l'isolement de 128 souches lactiques à partir de centaines d'échantillons de saucisses collectés dans différents supermarchés.

Pundir *et al.*, (2013) ont signalé que la souche d'*Escherichia coli* est sensible à toutes les souches lactiques isolées à partir d'échantillons alimentaires dont le diamètre est égal à 30mm.

On peut dire que l'activité antagoniste trouvé peut être attribué à la production de substances antimicrobiennes ou des métabolites tels que les acides organiques, le peroxyde d'hydrogène, éthanol, diacétyl, acétaldéhyde, acétoïne, dioxyde de carbone, la reutéline, la reutéricycline et les bactériocines (**Shokryazdan** *et al.*, 2014)

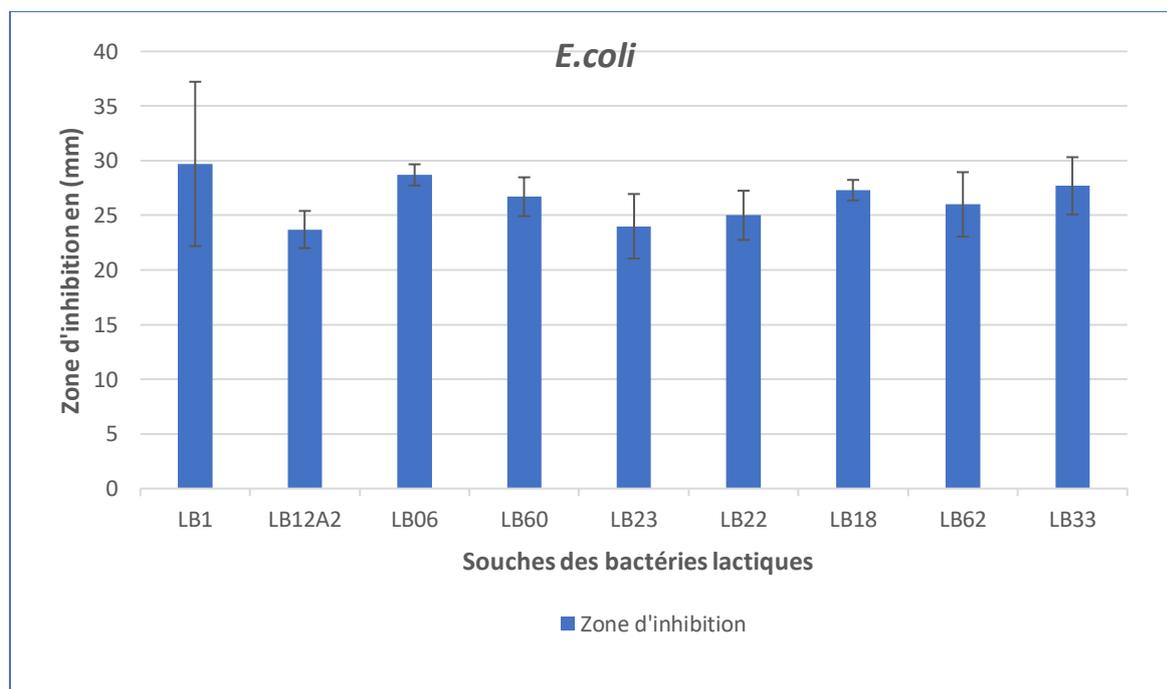


Figure 13 : Résultats de l'activité antibactérienne des bactéries lactiques vis-à-vis la souche pathogène *E. coli*.

2.2. L'activité antibactérienne contre *Salmonella*

La croissance de *Salmonella* sp en culture est inhibée et les souches lactiques sélectionnées présentent des zones d'inhibition qui varient entre 21.3 mm et 28 mm. La meilleure activité est enregistrée chez la souche LB62 avec une zone d'inhibition de 28 mm. D'autre côté la plus faible activité est celle de LB06 avec une zone d'inhibition de 21.3 mm (figure 14).

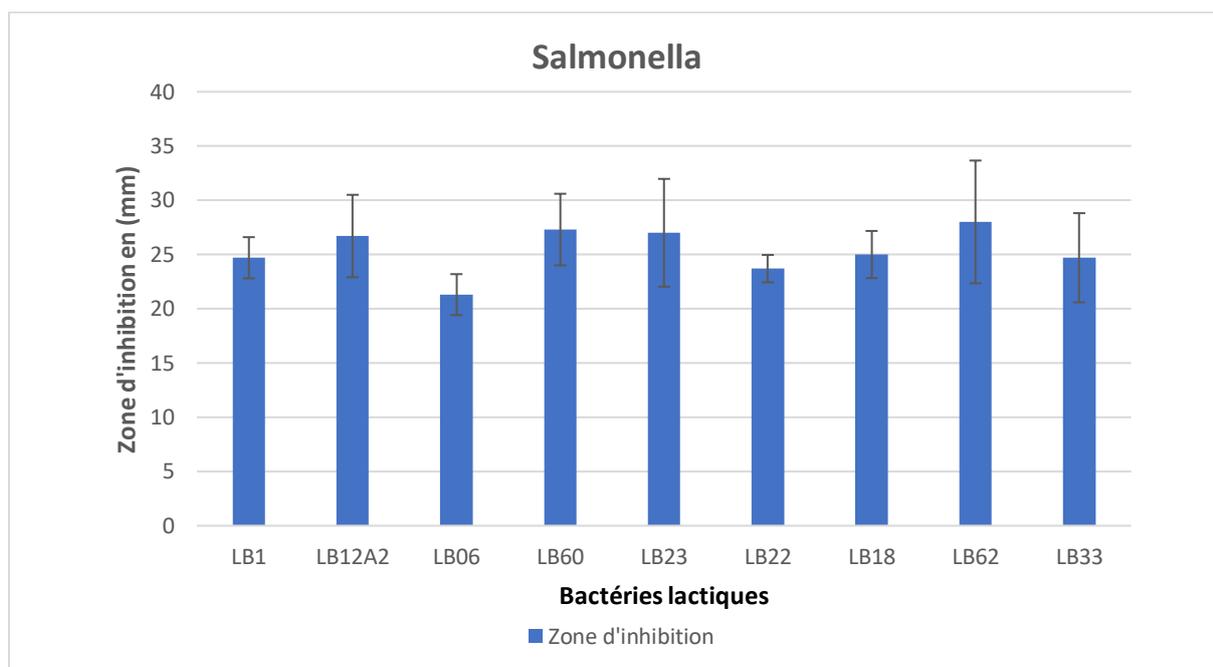


Figure 14 : Résultats de l'activité antibactérienne des bactéries lactiques vis-à-vis de la souche pathogène *Salmonella*.

Les travaux d'**Amarantini, 2019** ont montré que les isolats des bactéries lactiques LAPr.4.3L et Pi.5.8 ont pu inhiber toutes les souches Gram négatives indicatrices et la plus grande zone d'inhibition (19,5 0,3 cm) a été détectée contre *Salmonella typhi* BPE 122.4.ACC.

D'après **Dib et al., (2012)**, la croissance des salmonelles est inhibée avec une zone d'inhibition de 20 mm de diamètre. Leur activité reste toutefois supérieure à celle des probiotiques lactiques commerciaux comme *L. acidophilus* et *L. rhamnosus* qui ont montré un diamètre d'inhibition de 11 et de 8 mm respectivement.

Les résultats de **Benyoucef, 2018** ont montré une faible activité des bactéries lactiques vis-à-vis de *Salmonella typhimurium* avec des zones d'inhibitions de 6 mm.

Les résultats du test des spots ont montré que toutes les souches de bactéries lactiques testées possèdent une activité inhibitrice contre *Salmonella* et *E. coli* avec des diamètres

d'inhibition variant de 23,7 mm à 29,7 mm vis-à-vis d'*E. coli* et de 21,3 mm à 28 mm contre *Salmonella*.

Selon **Vuyst, 2007**, les bactéries lactiques affichent un large éventail d'activités antimicrobiennes. Parmi ces activités, la production d'acide lactique, d'acide acétique et des bactériocines.

Les bactériocines représentent une large classe de substances antagonistes qui varient considérablement du point de vue de leur poids moléculaire, de leurs propriétés biochimiques, de leur spectre d'action et de leur mode d'action, ils sont considérés jusqu'à présent comme des additifs alimentaires (**Dortu et Thonart., 2009**). Les souches de lactobacilles ayant aussi la capacité de former des biofilms sont capables de diminuer la colonisation de pathogènes comme *Listeria* et *Salmonella* en conditions *in vitro* (**Vieco Saiz., 2019**)

La production d'acide lactique dépend de la souche, il existe donc des exemples dans la littérature de souches produisant différents niveaux d'acide lactique parmi les souches probiotiques, de l'ordre de 2,97 g/L (**Hor et Liong, 2014**) ou 6,16 g/L chez *Lb. casei* (**Vodnar et al., 2010**) 13,14 g/L pour *Lb. Plantarum* (**Ait Seddik et al., 2017**)

Il a également pu être démontré que des agents pathogènes tels que *Salmonella Enteritidis*, *E. coli* et *L. monocytogenes* peuvent être complètement inactivés après exposition à 0,5 % d'acide lactique pendant 2 heures (**Wang et al., 2015**).

Le terme biofilm est utilisé pour décrire une communauté structurée de cellules bactériennes qui est enfermée dans une matrice polymère auto-fabriquée et adhère à une surface inerte ou vivante (**Costerton, 1999**). La formation de biofilms a été étudiée car les souches probiotiques pouvant former des biofilms offrent une voie prometteuse pour empêcher l'établissement de biofilms pathogènes (**Salas-Jara et al., 2016**).

Lb. reuteri CRL 1324, qui est connu pour sa capacité à former des biofilms, montre une densité optique à 570 nm de 1,5 lorsqu'il est cultivé en MRS Tween (**Leccese Terraf et al., 2012**). Dans une autre étude par **Jones et Versalovic (2009)**, la densité optique à 560 nm mesuré compris entre 1 et 4.

Gómez et al., (2016) ; **Pérez Ibarreche et al., (2014)** ont montré que des souches de lactobacilles capables de former des biofilms peuvent réduire la colonisation d'agents pathogènes tels que la *Listeria* et *Salmonella* dans des conditions *in vitro*.

Un probiotique doit être capable de survivre à ces conditions et d'atteindre les intestins en quantité suffisante pour qu'il ait ses effets bénéfiques (**Mainville et al., 2005**).

La bile a été utilisée pour analyser les maladies intestinales car cette sécrétion digestive est libérée dans l'intestin à l'extrémité de l'ilium. La bile joue un rôle important dans l'émulsification et la dissolution des lipides dans le duodénum. Il affecte les phospholipides et les protéines de la membrane cellulaire en induisant la destruction des membranes et perturber l'homéostasie des cellules bactériennes (**Svihus, 2014**).

Les études menées ont testé les niveaux d'acide biliaire sur *Lb. rhamnosus* Lr32 qui ont montré une diminution de 50 à 60% de la viabilité (**Koskenniemi et al., 2011**).

Selon **Musikasang et al. (2009)**, les bactéries lactiques testées pour leur tolérance aux affections gastro-intestinales chez les poulets ont un taux de survie de 27 à 43 % lorsqu'elles sont exposées à un suc gastrique simulé à pH 3 avec de la pepsine (3 mg/ml) et un environnement intestinal simulé avec 7 de bile de poulet fraîche à pH 8 et avec 1 mg/ml de pancréatine.

Les micro-organismes qui ont longtemps été utilisés pour conserver les aliments jouent un rôle de plus en plus important dans l'industrie de l'alimentation animale et gagnent en crédibilité en tant qu'inoculant pour aider à la conservation d'aliments comme l'herbe ou le maïs ou comme probiotiques où la science comprend maintenant mieux comment ils devraient être utilisés chez l'animal (**Wallace et Chesson, 2008**)

Les déclarations les plus importantes pour les animaux d'élevage sont (**Havenaar et al., 1992**) :

- Promotion de la croissance
- Meilleure conversion alimentaire
- Contrôle sanitaire pour prévenir les troubles intestinaux
- Préférence pour les facteurs nutritionnels inhibiteurs

Une variété de préparations probiotiques a été brevetée dans le monde entier pour une utilisation chez les bovins, les chèvres, les chevaux, les porcs, la volaille, les moutons et les animaux de compagnie pour prévenir l'infection et soutenir la croissance et le développement (**Versalovic et Wilson, 2008**)

L'un des principaux objectifs de la production avicole est la réduction des agents pathogènes d'origine alimentaire *Salmonella ssp* et *Campylobacter ssp* (**da Silva Sabo et al., 2020**). Par exemple, les poussins nés dans les écloséries commerciales n'ont jamais été exposés aux bactéries de la poule mère. Les avantages proposés de la production de probiotiques comprennent l'amélioration de la survie néonatale, la réduction ou la prévention de la diarrhée, une augmentation du taux de croissance, une amélioration de l'efficacité alimentaire (**Wallace et Chesson, 2008**)

L'intérêt pour l'utilisation des probiotiques dans la production d'avicole s'est accru à mesure que le public se préoccupait davantage des stimulateurs de croissance antibactériens, notamment en période de stress. Cela réduit le besoin et l'utilisation d'agents antibactériens (**Wallace et Chesson, 2008**). L'utilisation de probiotiques chez les volailles est étroitement liée au concept d'exclusion de la concurrence (CE) (**Gaggia et al., 2010**)

L'action principale des additifs probiotiques pour l'alimentation de la volaille est de maintenir un microbiote intestinal normal grâce à l'exclusion compétitive et à l'antagonisme pour modifier le métabolisme en augmentant l'activité des enzymes digestives et en diminuant l'activité enzymatique bactérienne nocive (par exemple la B-glucuronidase) et la production d'ammoniac pour améliorer la prise alimentaire et la digestion et renforcer le système immunitaire (**Di Gioia et Biavati, 2018**)

Les probiotiques offrent une alternative naturelle possible aux antibiotiques dans la production de volaille pour produire des aliments de qualité et de sécurité fiables, et il a été démontré que l'application de probiotiques aux aliments pour poulets augmente la qualité interne et externe des œufs. L'ajout de probiotiques aux aliments pour poulets a augmenté la résistance de la coquille, le poids de la coquille, le poids et la densité de l'albumine et un indice de forme réduit (**Song et al., 2012**).

Un nombre de produits probiotiques disponibles sur le marché pour la production de volaille comme : Bactocell® (*Pediococcus acidilactici* CNCM MA 18/5M), Bio Plus 2B® (*Bacillus licheniformis* DSM 5749 et *Bacillus subtilis* DSM 5750), Cylactin® LBC® (*Enterococcus faecium* NCIMB 10415), *Lactobacillus acidophilus* D2/CSL® (*Lactobacillus acidophilus* CECT 4529), Microferm® (*Enterococcus faecium* DSM 5464), Oralin® (*Enterococcus faecium* NCIMB 10415), Protexin® , *Saccharomyces cerevisiae* et Thepax® (**Di Gioia et Biavati, 2018**)

Des préparations probiotiques commerciales peuvent être produites si des méthodes peuvent être développées pour cultiver le micro-organisme en quantité suffisante et sans perte de propriétés essentielles pour coloniser les surfaces épithéliales du tractus gastro-intestinal. Aujourd'hui, de nombreuses entreprises commerciales sont engagées dans la production de ces préparations probiotiques (**Jernigan et al., 1985**)

Les probiotiques ont été commercialisés et utilisés dans les fermes à partir des années 1960. Leur utilisation a été encouragée par le Comité Swann en 1969 (**Bernardeau et Vernoux 2009**). La réduction progressive de l'usage des antibiotiques comme promoteurs de croissance a suscité un regain d'intérêt pour l'incorporation de telles souches microbiennes dans l'aliment, afin de maintenir l'effet bénéfique obtenu avec les antibiotiques (**Guillot, 1998**).

Les microorganismes utilisés dans les aliments des animaux d'élevages sont essentiellement des souches de bactéries à Gram positif appartenant aux genres *Lactobacillus* ; *Enterococcus* ; *Pediococcus* et *Bacillus*. Les souches de *Lactobacillus* utilisées appartiennent à plusieurs espèces dont *L. acidophilus* ; *L. fermentum* ; *L. casei* ; *L. plantarum* et *L. salivarius*. Les souches d'entérocoque font partie de l'espèce *E. faecium* et celles de pédiocoques de l'espèce *P. acidilactici*. Pour les souches de *Bacillus* ; deux espèces sont représentées : *B. subtilis* et *B. cereus*. D'autres probiotiques sont des champignons microscopiques comme des levures appartenant au genre *Saccharomyces* avec essentiellement deux espèces : *S. cerevisiae* et *S. boulardii*. Parmi les genres bactériens utilisé comme probiotique ; certains sont phylogéniquement éloignés et différent par de nombreuses propriétés : comme c'est le cas pour les *Lactobacillus* et *Bacillus*. De plus, *Lactobacillus* et *Enterococcus* sont des genres largement représentés dans la microflore digestive des animaux alors que *Bacillus* et les levures ne sont pas des composants habituels (**Guillot, 1998**).

Une étude zootechnique a été réalisé sur l'activité probiotique de *Lactobacillus plantarum* BJ0021 chez les poulets de chair ISA15. Le probiotique a été utilisé pendant la période d'élevage dans l'eau de boisson à raison de $1,6 \cdot 10^9$ UFC par ml. L'effet sur la flore endogène et le métabolisme lipidique a été enregistré entre 12 et 56 jours. Cette étude a montré que les meilleures performances de croissance sont enregistrées chez les sujets probiotiques avec des différences significatives (($p < 0.05$) (**Tayeb et al., 2009**))

Une autre étude a été réalisée pour déterminer l'effet du probiotique *Pediococcus acidilactici* sur le profil en acides gras de la viande de poulets de chair. Dans la série de tests,

les poulets ont reçu une préparation de *Pediococcus acidilactici* qui a été ajoutée à l'eau de boisson que groupe témoin (**Sahraoui, 2013**)

Les résultats de cette étude suggèrent que ce probiotique peut être utilisé pour réduire la teneur en acides gras saturés chez les poulets. L'étude a montré que l'utilisation de probiotiques, bien que non significative, peut avoir un certain potentiel d'amélioration de la carcasse (**Sahraoui, 2013**)

L'utilisation du probiotique (*Pediococcus acidilactici*) dans la nutrition des poulets a montré que les effets les plus convaincants se trouvent dans les performances zootechniques, mais aussi dans les résultats biochimiques obtenus, entraînant un impact économique et sanitaire bénéfique significatif. Les résultats montrent que pour le lot expérimental, il a été montré qu'il y avait une différence significative dans l'évolution du poids des poussins ; les poussins de la série expérimentale avaient un gain moyen quotidien et un indice de consommation amélioré par rapport aux témoins (**Chafai, 2006**)

L'étude vise à évaluer l'influence de la supplémentation en *Pediococcus acidilactici* sur les performances de croissance, l'histomorphométrie et la flore des lactobacilles dans les intestins des poulets de chair. Un total de poussins de 960 est divisé en 2 lots expérimentaux (8 répétitions de 60 poussins par traitement). Ils sont nourris avec un aliment de base complété (lot probiotique) ou non (lot témoin) avec 10^9 UFC de *Pediococcus acidilactici* (MA 18 / 5M) / kg d'aliment pendant 49 jours (**Temim et al., 2009**). L'ajout du probiotique n'a pas modifié de manière significative la croissance des poulets, mais a permis une réduction de la mortalité (1,88% pour le groupe supplémenté contre 3,13% pour le groupe témoin). Elle réduit significativement la consommation alimentaire. Ces résultats reflètent une meilleure assimilation des nutriments induite par la supplémentation en probiotiques, ce qui pourrait s'expliquer par une plus grande surface d'absorption intestinale, comme l'indique l'augmentation significative de la longueur totale de l'intestin (trouvé chez les poulets supplémentés par rapport aux témoins: L'ajout de *Pediococcus acidilactici* dans l'alimentation était significatif (**Temim et al., 2009**))

L'ajout de la combinaison de *Saccharomyces cerevisiae* et *Pediococcus acidilactici* à l'aliment a entraîné un effet probiotique dans le tube digestif des poulets (jour 7), ce qui leur a donné une meilleure santé et une bonne croissance. A la fin de chaque phase d'élevage : début,

croissance et fin, les animaux du lot expérimentale ont enregistré des poids plus élevés de jour 15 d'élevage jusqu'à la fin de l'élevage (Jour 52). Il est à noter qu'au cours de l'expérience, il n'a pas remarqué d'épisodes cliniques de coccidiose, ce qui a confirmé à nouveau l'efficacité de "Norponin XO®", qui a été introduit en prévention dans les aliments pour contrôler le risque. Ces résultats montrent que l'association de ces deux probiotiques avec l'anti-coccidie "Norponin XO®" peut représenter une réelle alternative aux antibiotiques et aux sulfamides (**Djezzar et al., 2019**)

Une étude rend compte des propriétés probiotiques de souches de *Lactobacillus* isolées à partir d'excréments de poulet et principalement de leur capacité à prévenir les maladies infectieuses et à améliorer les performances de la production de poulets. Ainsi, 22 souches de *Lactobacillus* ont été isolées à partir d'échantillons de selles provenant de 50 poulets et leur résistance aux maladies gastriques a été évaluée. L'administration de *L. plantarum* S27 à des poussins à 10^9 UFC / ml a amélioré la prise alimentaire et le poids corporel. Prises ensemble, les données d'essais *in vitro* et *in vivo* montrent que *L. plantarum* S27 peut être un probiotique valide pour les poulets au lieu d'ajouter des antibiotiques à l'alimentation (**Benbara et al., 2020**)

De nombreuses espèces microbiennes ont été utilisées en tant qu'agents probiotiques. Parmi ces espèces, les genres *Bacillus*, *Enterococcus* et *Saccharomyces* sont les micro-organismes les plus utilisés dans les élevages (**Larouci, 2012**). Les lactobacilles, avec une grande diversité d'espèces, représentent aujourd'hui 21% des souches utilisées comme additifs en alimentation porcine et avicole, 3ème groupe microbien après les genres *Bacillus* et *Enterococcus* représentant chacun 29% des utilisations. De nouvelles tendances sont également perçues concernant le nombre de souches constitutives des produits. La première génération de probiotiques était multi-souches. En, 2007, avec la nouvelle réglementation en vigueur, les additifs probiotiques sont principalement mono-souche (85%), seuls quelques additifs contiennent deux souches (15%). Cette tendance tient vraisemblablement du fait que la préparation des dossiers scientifiques et le processus d'homologation sont longs et difficiles. Cependant, là encore, la situation évolue et plusieurs produits contenant deux ou plusieurs souches sont actuellement examinés par l'EFSA (**Bernardeau et Vernoux 2009**).

Chez la volaille, l'utilisation des probiotique est relativement récente dans l'élevage de poulet de chair ; plusieurs expériences sont réalisées pour essayer d'évaluer leur importance dans ce domaine. Les résultats indiquent que les probiotique affiché une plus grande efficacité comme stimulateurs de croissance pour les poulets de chair. Cela indique que le symbiotique et

probiotique peut être utilisé comme un promoteur de croissance dans l'alimentation du poulet de chair et peut améliorer la santé de l'intestin. Ces produits montrent des effets prometteurs comme alternatives aux antibiotiques comme pression pour éliminer l'utilisation d'antibiotiques (**Awad et al., 2009**).

D'après les travaux de **Chen et al., 2020** les résultats ont montré que les poussins infectés par *S. pullorum* étaient déprimés et leur poids corporel réduit. Le groupe prévention probiotique avait le taux de mortalité le plus faible (0 %), alors que le groupe infecté par *S. pullorum* avait un taux de mortalité de 37,50 %. Les sections pathologiques ont montré que le groupe de traitement probiotique avait des lésions mineures mais le groupe prévention probiotique ne présentait aucune lésion dans l'iléon, le cecum et le foie. Le taux de *Lactobacillus* dans le cecal étaient les plus élevés ($P < 0,05$) et les taux de *Salmonella* et d'*Escherichia coli* étaient les plus faibles ($P < 0,05$) dans le groupe prévention probiotique par rapport au groupe *S. pullorum* infecté. *Lactobacillus KL1* et *L. plantarum Zhang-LL* probiotique mixte réduit efficacement la mortalité de la pullorose chez les poussins, favorise la croissance, régule l'équilibre de la flore intestinale, améliore la fonction immunitaire, résiste à la pullorose, prévenir complètement la pullorose des poussins après l'infection et réduire les pertes économiques dans l'industrie de la volaille.

Les résultats amenés par **Cao et al., 2013** suggèrent que *E. faecium* peut favoriser la croissance, améliorer la morphologie intestinale et manipuler de façon bénéfique la microflore cécale chez les poulets de chair atteints de la bactérie *E. coli* K88.

Les probiotiques sporulés (*Bacillus subtilis*) sont partiellement efficaces dans des situations d'élevage inadaptées telles que la colibacillose dans laquelle la charge de bactéries nocives est élevée (**Manafi, 2017**).

Les aliments destinés pour poulets de chair qui contiennent *Saccharomyces cerevisiae* Var. *ellipsoideus* ont un effet positif sur leurs performances. Le probiotique de levure inactivé "Thepax" peut être inclus dans les régimes de poulet de chair pour leur effet bénéfique et pour l'amélioration du comportement et de la productivité performance des poulets de chair (**El Iraqi et al., 2012**).

Un essai de supplémentation par la levure *Saccharomyces cerevisiae* a été confirmé que la levure peut être incluse dans l'alimentation des poulets de chair à 1 % sans effets néfastes sur la performance (**Ahmed et al., 2015**).

Conclusion

Le but de cette recherche consiste à étudier l'activité antibactérienne de certaines souches de bactéries lactiques à l'égard de deux types de bactéries pathogènes *E. coli* et *Salmonella* à fin d'évaluer de l'effet probiotique de ces souches. Les souches des bactéries lactiques utilisées dans cette étude ont été isolées à partir de la matière fécale de poulet de chair. Les résultats trouvés montrent une bonne activité antibactérienne des neuf souches lactiques vis-à-vis des souches pathogènes. En utilisant le test de spots, après la mesure de diamètres des zones d'inhibition de la culture de la souche cible, le test a abouti aux résultats suivants :

- La majorité des souches de bactéries lactiques utilisées ont révélées une bonne activité antibactérienne sur les souches pathogènes utilisées citant que la meilleure activité est enregistrée chez la souche LB1, avec une zone d'inhibition de 29.7 mm vis-à-vis d'*E. coli* et la meilleure activité est enregistrée chez la souche LB62 avec une zone d'inhibition de 28 mm contre *Salmonella*. Ces résultats confirment que nos bactéries lactiques sont dotées d'une activité antibactérienne et cette activité est être probablement attribuée à une production de bactériocines et/ou d'acides organiques (acide lactique).

Ce travail réalisé est une recherche préliminaire et pour déterminer le type de substance antibactérienne nous suggérons de faire une recherche sur la nature exacte de substance inhibitrice et d'approfondir les études sur les propriétés probiotiques de la meilleure souche.

Références bibliographiques

A

Ahmed, A. M. H., et Elwy, L. M. I. (2015). Effect of lactic acid producing bacteria on some potential pathogens in sausage. *J. Assiut Vet. Med*, 61(144), 240-247.

Ahmed, M. E., Abbas, T. E., Abdhag, M. A., et Mukhtar, D. E. (2015). Effect of dietary yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on performance, carcass characteristics and some metabolic responses of broilers. *Animal and Veterinary Sciences*, 3(5-1), 5-10.

Ait Belgnaoui, A. (2006). Influence d'un traitement probiotique (*Lactobacillus farciminis*) sur les altérations de la sensibilité viscérale liées au stress: rôle de la barrière épithéliale colique. Thèse de doctorat. Qualité et sécurité des aliments. Toulouse : l'institut national polytechnique de Toulouse. P 16.

Alamargot, J. (1982). Manuel d'anatomie et d'autopsie aviaires. Editions du point Vétérinaire.26-30p

Alloui, N. Situation actuelle et perspectives de modernisation de la filière avicole en Algérie.p12

Alvarez-Olmos, MI, et Oberhelman, RA. (2001). Probiotic agents and infectious diseases: a modern perspective on a traditional therapy. *Clinical infectious diseases*, 32(11), 1567-1576.

Amarantini, C., Satwika, D., Budiarmo, T. Y., Yunita, E. R., et Laheba, E. A. (2019, December). Screening of antimicrobial-producing lactic acid bacteria isolated from traditional fish fermentation against pathogenic bacteria. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1397, No. 1, p. 012045). IOP Publishing.

Amghrou, S. (2005). L'impact de l'adhésion de l'Algérie à l'OMC et à la zone de libre échange UE/Pays méditerranéens sur la filière avicole « segment poulet de chair » (Doctoral dissertation, INA). P 46

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

Amrouche, T. (2005). Contribution à l'étude du pouvoir immunomodulateur des bifidobactéries: analyse *in vitro* et étude *in vivo* des mécanismes moléculaires impliqués. Thèse de doctorat. Sciences et technologie des aliments. Québec : faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, université de laval. P 20-22

Awaad, M. H. H., Afify, M. A., Zouel-Fakar, S. A., Shalaby, B., Chevaux, E., Delforge, J., ... et Khetrou, M. (2005). Effets de l'addition de *Pediococcus acidilactici* sur l'infection à

Escherichia coli et sur la colonisation par *Clostridium perfringens* et *Salmonella typhimurium* chez le poulet de chair. Sixièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 502-505.

Awad, W. A., Böhm, J., Razzazi-Fazeli, E., Ghareeb, K., et Zentek, J. (2006). Effect of addition of a probiotic microorganism to broiler diets contaminated with deoxynivalenol on performance and histological alterations of intestinal villi of broiler chickens. *Poultry Science*, 85(6), 974-979.

Awad, W. A., Ghareeb, K., Abdel-Raheem, S., et Böhm, J. (2009). Effects of dietary inclusion of probiotic and symbiotic on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphology of broiler chickens. *Poultry science*, 88(1), 49-56.

B

Belaid, J. (2015). L'élevage avicole en Algérie. Collection dossiers agronomiques .66p

Benbara, T., Lalouche, S., Drider, D., et Bendali, F. (2020). *Lactobacillus plantarum* S27 from chicken faeces as a potential probiotic to replace antibiotics: *in vivo* evidence. *Beneficial microbes*, 11(2), 163-173.

Benyoucef, A. (2018). Etude des propriétés fonctionnelles des bactéries lactiques produisant des substances antibactériennes. Thèse de doctorat. Biologie.oran. Université d'oran. P110.

Bernardeau, M., et Vernoux, J. P. (2009). Utilisation des probiotiques en alimentation porcine et avicole. 9ème journée de productions porcines et avicoles. P 5.

Bouajaib, S. (2013). Etude physico-chimique du produit laitier traditionnel du Sud algérien « Jben » Recherche du pouvoir antimicrobien des bactéries lactiques. P56

C

Calenge, F., Leloutre, L., Quéré, P., Velge, P., Gabriel, I., et Dore, J. (2017, April). Le microbiote intestinal à l'ère de la métagénomique : Perspectives d'application dans la filière avicole. En 12. Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras (No. 12, pp. 1222-p). ITAVI-Institut Technique de l'Aviculture.

Cao, G. T., Zeng, X. F., Chen, A. G., Zhou, L., Zhang, L., Xiao, Y. P., et Yang, C. M. (2013). Effects of a probiotic, *Enterococcus faecium*, on growth performance, intestinal morphology, immune response, and cecal microflora in broiler chickens challenged with *Escherichia coli* K88. *Poultry science*, 92(11), 2949-2955.

Chafai, S. (2006). Effet de l'addition des probiotiques dans les régimes alimentaires sur les performances zootechniques du poulet de chair (Doctoral dissertation, Université El Hadj Lakhdar, Faculté des sciences. Batna. 68P.

Challa, S. (2012). Probiotics for dummies. . New jersey : John Wiley & Sons. Chapitre 1 : Getting a handle on the true nature of bactéria. 9-19.

Chen, C., Li, J., Zhang, H., Xie, Y., Xiong, L., Liu, H., et Wang, F. (2020). Effects of a probiotic on the growth performance, intestinal flora, and immune function of chicks infected with *Salmonella pullorum*. *Poultry Science*, 99(11), 5316-5323.

Clara, G., Suárez, A., Fernández-García, M., Margolles, A., Gueimonde, M, et Ruas-Madiedo, P. (2011). Adhesion of bile-adapted *Bifidobacterium* strains to the HT29-MTX cell line is modified after sequential gastrointestinal challenge simulated *in vitro* using human gastric and duodenal juices. *Research in microbiology*, 162(5), 514-519.

D

Da Silva Sabo, S., Mendes, M. A., da Silva Araújo, E., de Almeida Muradian, L. B., Makiyama, E. N., LeBlanc, J. G., . . . et de Souza Oliveira, R. P. (2020). Bioprospecting of probiotics with antimicrobial activities against *Salmonella Heidelberg* and that produce B-complex vitamins as potential supplements in poultry nutrition. *Scientific reports*, 10(1), 1-14.

De Vuyst, L., et Leroy, F. (2007). Bacteriocins from lactic acid bacteria: production, purification, and food applications. *Journal of molecular microbiology and biotechnology*, 13(4), 194-199.

Denev, S., Chevaux, E., et Demey, E. C. V. (2013). Efficacite du probiotique *Pediococcus acidilactici* sur les performances zootechniques de poules pondeuses. *Dixiemes Journees de la Recherche Avicole et Palmipedes aFoie Gras*, 943-946.

Derqaoui, S., Oukessou, M., El Idrissi, I., et Nassik, S. (2021). Les probiotiques : Seraient-ils la nouvelle génération naturelle des cofacteurs promoteurs de croissance chez le poulet de chair ? *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 9(3).

Di Gioia, D et Biavati, B. (2018). Probiotics and prebiotics in animal health and food safety.eds. Switzerland : Springer. introduction. P.2

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

Djerrou, Z., Benmakhlouf, A. (2006). Influence des conditions d'élevage sur les performances chez le poulet de chair. 3p

Djezzar R, Benamirouche-Harbi K, Baazize-Ammi D, Hezil N, Gharbi I, Kebbal S, Sahraoui N et Guetarni D. (2019) : Effet de l'ajout de 2 probiotiques remplaçant des antibiotiques sur les performances du poulet de chair et sur la flore intestinale. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 31.110

Dobson, A., Cotter, P. D., Ross, R. P., et Hill, C. (2012). Bacteriocin production: a probiotic trait? *Applied and environmental microbiology*, 78(1), 1-6.

Dong, X., Cheng, G, et Jian, W. (2000). Simultaneous identification of five *Bifidobacterium* species isolated from human beings using multiple PCR primers. *Systematic and applied microbiology*, 23(3), 386-390.

Dortu, C., et Thonart, P. (2009). Les bactériocines des bactéries lactiques : caractéristiques et intérêts pour la bio conservation des produits alimentaires. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 13(1), 143-154.

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

E

El Iraqi, K. G., et Fayed, R. H. (2012). Effect of yeast as feed supplement on behavioural and productive performance of broiler chickens. *Life Sci J*, 9, 4026-4031.

El Jeni, Rim., Dittoe, Dana K., Olson, Elena G., Lourenco, Jeferson., Corcionivoschi, Nicolae., Ricke, Steven C, et Callaway, T R. (2021). Probiotics and Potential Applications for Alternative Poultry Production Systems. *Poultry Science*, 101-156.

Elmer, GW., McFarland, LV., McFarland, M, et Russo, EB. (2013). The power of probiotics: Improving your health with beneficial microbes. New York : Routledge. Chapitre 1: Introduction. 1-24.

F

Fenardji, F. (1990). Organisation, performances et avenir de la production avicole en Algérie. *L'aviculture en Méditerranée*, Montpellier, CIHEAM, Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens, 253-261.

Ferrah, A. (2005). Aides publiques et développement de l'élevage en Algérie contribution à une analyse d'impact 2000-2005. 10p

Fuller, R. (1984). Microbial activity in the alimentary tract of birds. *Proceedings of the Nutrition Society*, 43(1), 55-61.

G

Gabriel, I., Mallet, S., et Lessire, M. (2003). La microflore digestive : une composante oubliée de la nutrition des volailles. INRA, 5ème Journées de la Recherche Avicole, Tours (France), 26.

Gabriel, I., Mallet, S., et Sibille, P. (2005). La microflore digestive des volailles : facteurs de variation et conséquences pour l'animal. *INRA Prod. Anim.*, 2005, 18 (5), 309-322.

Gaggia, F., Mattarelli, P., et Biavati, B. (2010). Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *International journal of food microbiology*, 141, S15-S28.

Georges, C, et François-Marie, L. (2008). Bactéries lactiques. De la génétique aux ferments. Paris : Lavoisier . Chapitre 1 : The taxonomy of lactic acid bacteria. 1-152.

Gonzalez, CJ., Encinas, JP., Garcia-López, ML, et Otero, A. (2000). Characterization and identification of lactic acid bacteria from freshwater fishes. *Food Microbiology*, 17(4), 383-391.

Guarner, F., Khan, AG., Garisch, J., Eliakim, R., Gangl, A., Thomson, A, . . . et De Paula, JA. (2012). World gastroenterology organisation global guidelines: probiotics and prebiotics october 2011. *Journal of clinical gastroenterology*, 46(6), 468-481.

Guérin, JL., Balloy, D., et Villate, D. (2012). Maladies des volailles (pp. 576-p). France Agricole.

Guillot, J. F. (1998). Les probiotiques en alimentation animale. *Cahiers Agricultures*, 7(1), 49-54.

H

Havenaar, R., Ten Brink, B., et Huis, J. H. (1992). Selection of strains for probiotic use *Probiotics* (pp. 209-224): Springer.

Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, GR., Merenstein, DJ., Pot, Bruno, . . . et Salminen, S. (2014). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, 11(8), 506.

Holzappel, WH, et Schillinger, U. (2002). Introduction to pre-and probiotics. *Food Research International*, 35(2-3), 109-116.

Holzappel, WH., Goktepe, I., Juneja, VK, et Ahmedna, M. (2006). Introduction to prebiotics and probiotics. *Probiotics in food safety and human health*, 35(2), 109-116.

Holzappel, WH., Haberer, P., Snel, J., Schillinger, U, et in't Veld, J HJ H. (1998). Overview of gut flora and probiotics. *International journal of food microbiology*, 41(2), 85-101.

I

INRAA., 2003. Rapport National Sur les Ressources Génétiques Animales en Algérie, Rapport, INRA Algérie. 46p

Iyer, R., Tomar, SK., Kapila, S., Mani, J, et Singh, R. (2010). Probiotic properties of folate producing *Streptococcus thermophilus* strains. *Food Research International*, 43(1), 103-110.

Izquierdo Alegre, E. (2009). Les protéines bactériennes en tant que biomarqueurs de l'activité probiotique. Thèse de doctorat. sciences analytiques. Strasbourg : Université de strasbourg. P 9-48.

J

Jernigan, M., Miles, R., et Arafa, A. (1985). Probiotics in poultry nutrition—a review. *World's Poultry Science Journal*, 41(2), 99-107.

K

Kaci, A. (2015). La filière avicole algérienne à l'ère de la libéralisation économique. *Cahiers Agricultures*, 24(3), 151-160.

Kirouani, L. (2015). Structure et organisation de la filière avicole en Algérie-Cas de la wilaya de Bejaia. *Journal le chercheur*, 15(15), 187-199.

Kurtzman, C., Fell, JW, et Boekhout, T. (2011). *The yeasts: a taxonomic study*. 5 ed. London : Elsevier. Chapitre 1 : Definition, Classification and Nomenclature of the yeasts. 3-5.

L

Larouci, S. Contribution à l'étude des probiotiques et prébiotiques comme alternatives aux antibiotiques en aviculture (Doctoral dissertation, Université d'Oran1 -Ahmed Ben Bella). P12

Lee, Y K, et Salminen, S. (2009). *Handbook of probiotics and prebiotics*. New jersey : John Wiley & Sons. Chapitre 1 : Probiotic microorganisms. 3-176

M

Malbezin, C. (2017). Place des probiotiques dans la prise en charge des maladies humaines. Thèse de doctorat. Pharmacie. France : Université de Picardie Jules Verne. P 16

Manafi, M., Khalaji, S., Hedayati, M., et Pirany, N. (2017). Efficacy of *Bacillus subtilis* and bacitracin methylene disalicylate on growth performance, digestibility, blood metabolites, immunity, and intestinal microbiota after intramuscular inoculation with *Escherichia coli* in broilers. *Poultry science*, 96(5), 1174-1183.

Mathlouthi, N., Auclair, E., et Larbier, M. (2012). Effet des parois de levures sur les performances zootechniques du poulet de chair. *LRRD*, 24(11), 201.

N

Newbold, C J., Wallace, R J., et McIntosh, F M. (1996). Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. *British Journal of Nutrition*, 76(2), 249-261.

Nousiainen, J., Javanainen, P., Setälä, J, et Wright, Av. (2004). Lactic acid bacteria as animal probiotics. *Lactic acid bacteria: microbiology and functional aspects*(Ed. 3), 547-580.

P

Pan, D., & Yu, Z. (2014). Intestinal microbiome of poultry and its interaction with host and diet. *Gut microbes*, 5(1), 108-119.

Piquepaille, C. (2013). Place des probiotiques dans le traitement de diverses pathologies intestinales. Thèse de doctorat. Pharmacie. Limoges : Université de Limoges. 163p.

Pundir, R. K., Rana, S., Kashyap, N., et Kaur, A. (2013). Probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from food samples: an in vitro study. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3(3), 85.

R

Ricke, Steven C, et Rothrock Jr, et Michael J. (2020). Gastrointestinal microbiomes of broilers and layer hens in alternative production systems. *Poultry Science*, 99(2), 660-669.

S

Sahraoui, N. (2013). P074 Effet du probiotique *Pediococcus acidilactici* sur le profil en acides gras de viande de poulet de chair en Algérie. *Nutrition clinique et métabolisme*(27), S93-S94.

Salviat, B. (2013). Faire bouger, au collège, les lignes curriculaires en science. *Spirale-Revue de recherches en éducation*, 52(1), 35-50.

Savado, A. (2004). Caractérisation biochimique et moléculaire des bactéries lactique productrice d'exo polysaccharide isolée à partir d'échantillons de lait fermenté du Burkina Faso, Ouagadougou. Doctorat: 143.

Scardovi, V. (1986). Genus *Bifidobacterium*. *Bergey's manual of systematic bacteriology*, 1418-1434.

Schneider, S. M. (2008). Probiotiques. *Médecine des maladies métaboliques*, 2(4), 363-367.

Shokryazdan, P., Faseleh J, M., Liang, JB, et Ho, YW. (2017). Probiotics: from isolation to application. *Journal of the American College of Nutrition*, 36(8), 666-676.

Shokryazdan, P., Siew, C. C., Kalavathy, R., Liang, J. B., Alitheen, N. B., Faseleh Jahromi, M., et Ho, Y. W. (2014). Probiotic potential of *Lactobacillus strains* with antimicrobial activity against some human pathogenic strains. *BioMed research international*, 2014. 927268

Simpson, PJ., Stanton, C., Fitzgerald, GF, et Ross, RP. (2003). Genomic diversity and relatedness of bifidobacteria isolated from a porcine cecum. *Journal of bacteriology*, 185(8), 2571-2581.

Simpson, PJ., Stanton, C., Fitzgerald, GF, et Ross, RP. (2005). Intrinsic tolerance of *Bifidobacterium* species to heat and oxygen and survival following spray drying and storage. *Journal of Applied Microbiology*, 99(3), 493-501.

Song, D., Ibrahim, S., et Hayek, S. (2012). Recent application of probiotics in food and agricultural science. *Probiotics*, 10, 1-34.

T

Tayeb, I., Djamel, B., Essaid, L., et Noureddine, K. (2009). Activite Probiotique De *Lactobacillus Plantarum*: Etude Realisee Chez Le Poulet De Chair Isa 15. Huitièmes Journées de La Recherche Avicole, St Malo, 312-315.

Temim, S., Hammami, N., Bedrani, L., Sahraoui, L., Kaddour, R., Boudina, H., Baziz, H. A. (2009). Evaluation de l'efficacité du probiotique *Pediococcus acidilactici* sur les performances de croissance la morphométrie et la flore Lactobacillaire de l'intestin du poulet de chair. *European Journal of Scientific Research*, 38(1), 119-128.

V

Vasiljevic, T, et Shah, NP. (2008). Probiotics from Metchnikoff to bioactives. *International dairy journal*, 18(7), 714-728.

Ventura, M., van Sinderen, D., Fitzgerald, GF, et Zink, R. (2004). Insights into the taxonomy, genetics and physiology of bifidobacteria. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 86(3), 205-223.

Venugopalan, Veena., Shriner, Kimberly A, et Wong-Beringer, A. (2010). Regulatory oversight and safety of probiotic use. *Emerging infectious diseases*, 16(11), 1661.

Versalovic, J., et Wilson, M. (2008). Therapeutic microbiology: probiotics and related strategies: ASM Press.p 341

Vieco Saiz, N. (2019). Potentiel probiotique et activités anti-*Clostridium perfringens* établies *in vitro et in vivo* pour des souches du genre *Lactobacillus* nouvellement isolées du caecum de poulets (Doctoral dissertation, Lille 1). P.118

W

Wallace, R. J., et Chesson, A. (2008). Biotechnology in animal feeds and animal feeding: John Wiley & Sons.p 205.

Watterlot, L. (2010). Analyse des effets de souches probiotiques anti-inflammatoires. Thèse de doctorat. Microbiologie et biologie moléculaire. Paris : L'institut des sciences et industries du vivant et l'environnement (AgroParisTech). P 65.

Y

Yildirim, Z, et Johnson, MG. (1998). Characterization and antimicrobial spectrum of bifidocin B, a bacteriocin produced by *Bifidobacterium bifidum* NCFB 1454. Journal of Food Protection, 61(1), 47-51.

Yousfi, F. (2012). Contribution à l'étude des helminthes parasites du tube digestif du poulet local (*Gallus gallus domesticus*, Linnaeus 1758) dans la région d'Oran (Doctoral dissertation, Université d'Oran1-Ahmed Ben Bella). P154.

Annexes

Annexe I

Composition des milieux des cultures

Tableau I : Composition des milieux utilisés pour la culture des bactéries lactiques.

Nature de milieu de culture	Type de milieu	Composition
Milieu solide	Gélose MRS	Extrait de viande 10g Peptone 10g Extrait de levure 5g Glucose 20g Citrate de sodium 2g Tween 80 1mL Acétate de sodium 1g Phosphate potassique 2g Sulfate de manganèse 0.05g Eau distillée 1000ml
Milieu liquide	Bouillon MRS	Glucose 20 (g/L) Peptone 10 (g/L) Extrait de viande 10 (g/L) Extrait de levure 5 (g/L) Acétate de sodium 5 (g/L) Citrate d'ammonium 2 (g/L) Phosphate dipotassique 2 (g/L) Tween 80 : 1 (g/L) Sulfate de magnésium 0,1 (g/L) Sulfate de manganèse 0,05 (g/L)

Tableau II : Composition des milieux utilisés pour la culture de souches pathogènes.

Nature de milieu de culture	Type de milieu	Composition (g/L)
Milieu solide	Héktoen (<i>salmonella</i>)	Protéose-peptone 12 Extrait de levure 3 Lactose 12 Saccharose 12 Salicine 2 Citrate de fer III et d'ammonium 1 ,5 Sels biliaires 9 Fuschine acide 0,1 Bleu de bromothymol 0,065 Chlorure de sodium 5 Thiosulfate de sodium 5 Agar 13
	Gélose nutritif (pour les 2 bactéries) pH 7	Peptone 5g Extrait de viande 1g Extrait de levure 2g Agar 15g Na Cl 5g Eau distillée 1000ml
Milieu liquide	Bouillon nutritif (pour les 2 bactéries) pH du milieu : 6,8±0,2	Extrait de viande 1 Extrait de levure 2 Peptone 5 Chloride de sodium 5

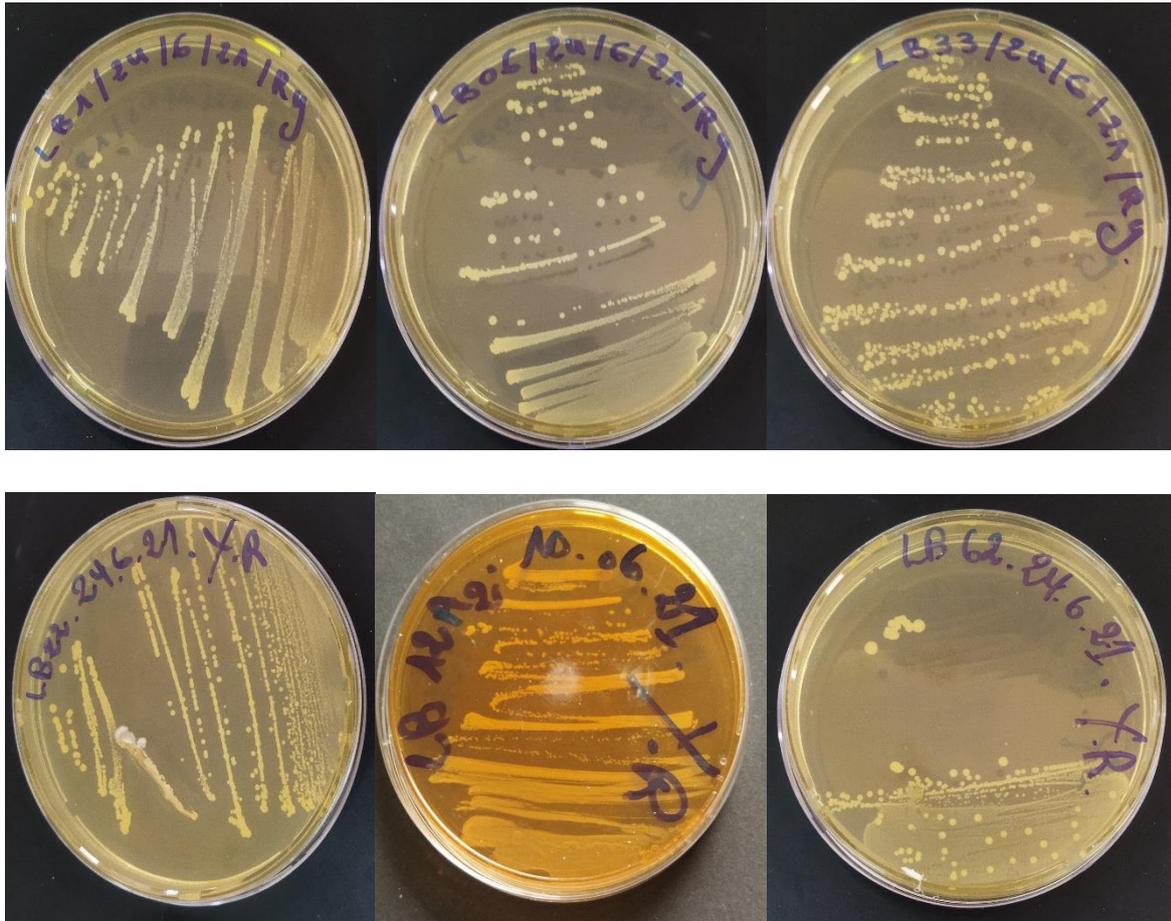
Annexe II

Tableau III : Résultats de l'étude morphologique et biochimique (test de catalase) des souches de bactéries lactiques.

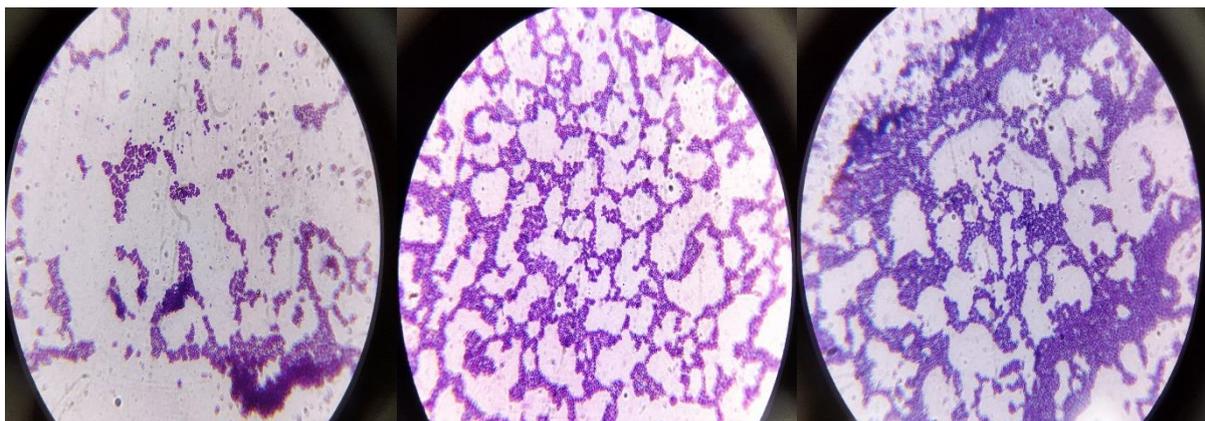
Bactéries lactiques	Forme	Gram	Catalase
LB1	Cocci	+	-
LB12A2	Cocci	+	-
LB06	Cocci	+	-
LB60	Cocci	+	-
LB23	Cocci	+	-
LB22	Cocci	+	-
LB18	Cocci	+	-
LB62	Cocci	+	-
LB33	Cocci	+	-

Annexe III : Les souches des bactéries lactiques





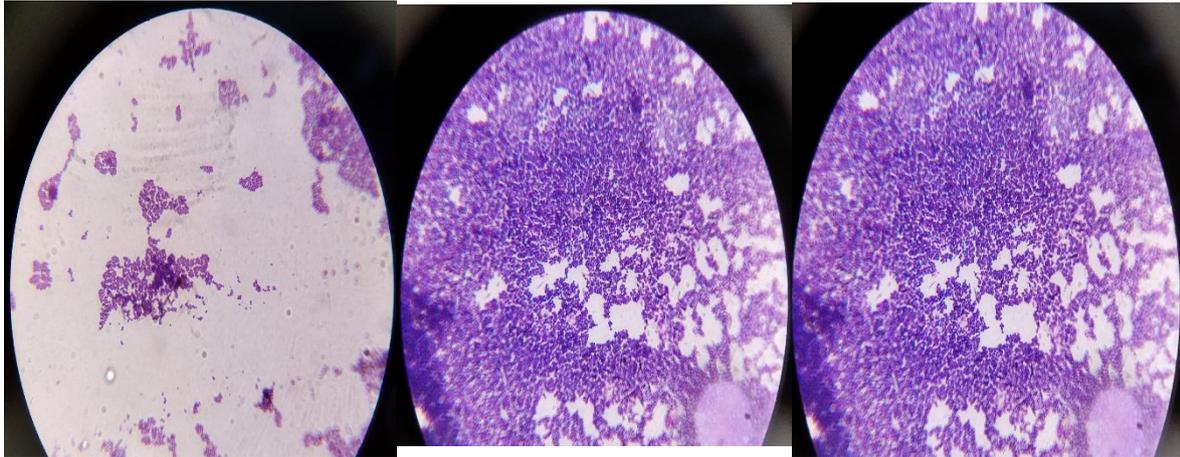
Annexe IV : Résultats de coloration de Gram



LB22

LB60

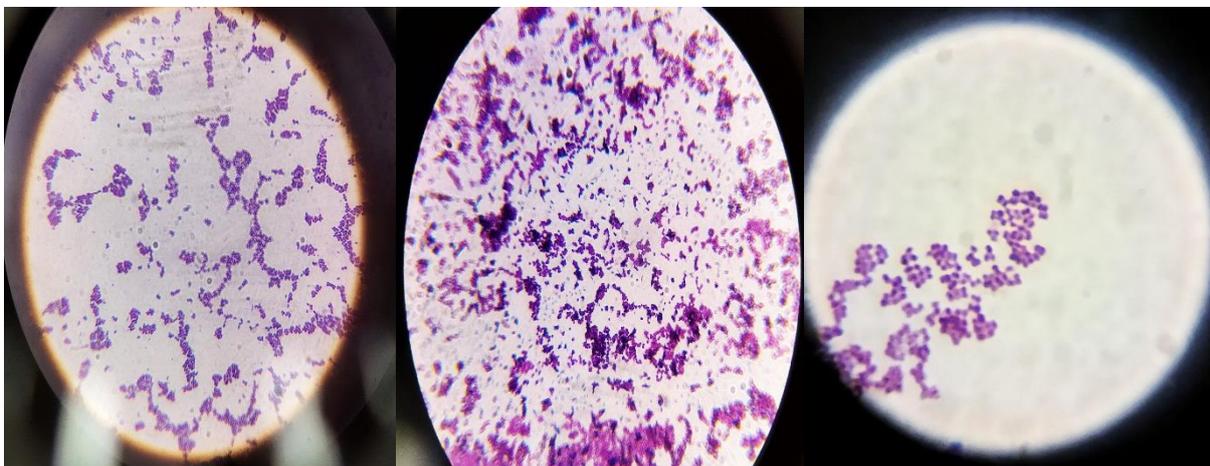
LB18



LB33

LB06

LB12A2



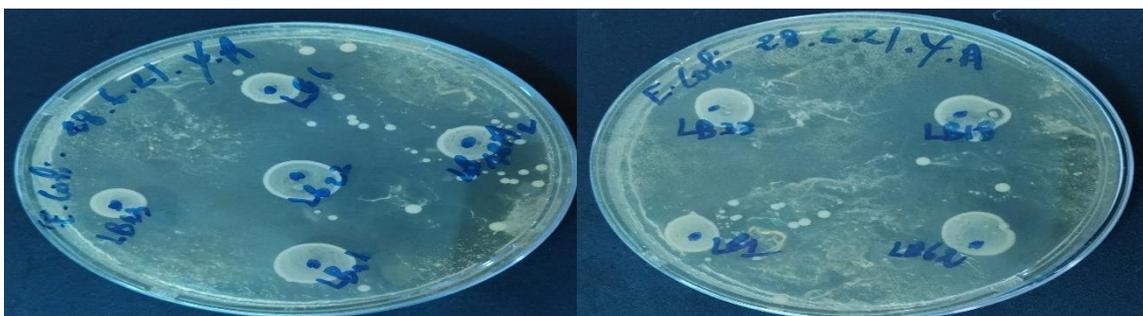
LB23

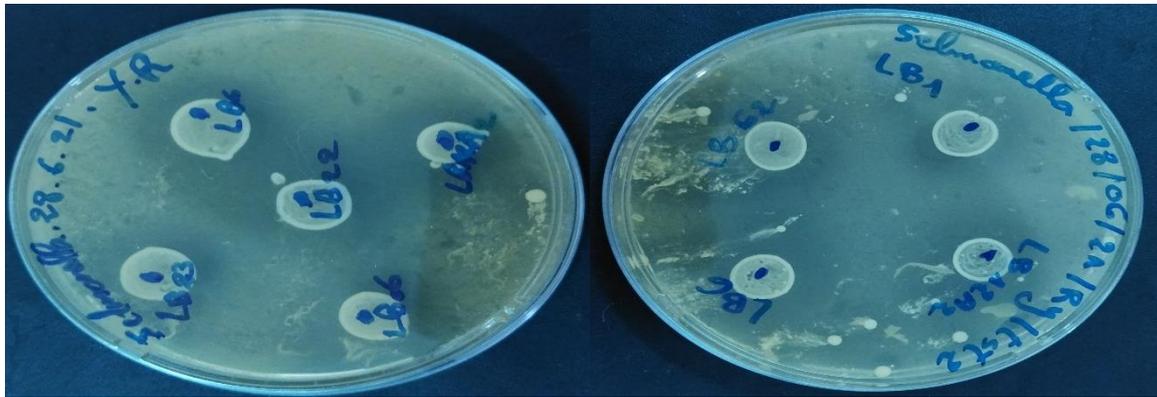
LB62

LB1

Annexe V : Photo des zones d'inhibition *Salmonella* et *Escherichia coli*.

Escherichia coli



Salmonella

Annexes VI

Tableau IV : Diamètres des zones d'inhibitions des 9 neuf souches de bactéries lactiques vis-à-vis *E. coli*

Les bactéries lactiques	La moyenne en (mm)	L'écart type
LB1	29.7	± 4.9
LB12A2	23.7	± 1.7
LB06	28.7	± 0.97
LB60	26.7	± 1.78
LB23	24	± 2.95
LB22	25	± 2.25
LB18	27.3	± 0.94
LB62	26	± 2.95
LB33	27.7	± 2.62

Tableau V : Diamètres des zones d'inhibitions des 9 neuf souches de bactéries lactiques vis-à-vis *salmonella*.

Les bactéries lactiques	La moyenne en (mm)	L'écart type
LB1	24.7	± 1.9
LB12A2	26.7	± 3.8
LB06	21.3	± 1.89
LB60	27.3	± 3.3
LB23	27	± 4.97
LB22	23.7	± 1.26
LB18	25	± 2.17
LB62	28	± 5.66
LB33	24.7	± 4.11

Résumé

Notre étude consiste à examiner l'activité antibactérienne de quelques souches de bactéries lactiques isolées de la matière fécale de poulet de chair considérées comme probiotique vis-à-vis des souches pathogènes : *Escherichia coli* et *salmonella*.

Dans un premier temps, nous avons réalisé une identification morphologique et biochimique. Les résultats montrent que les neuf bactéries lactiques ont une forme de cocci et leur paroi à Gram positif et un test de catalase négatif.

Les résultats de l'examen d'antagonisme (test de spot) ont montré que les neuf bactéries lactiques testées ont une activité antibactérienne vis-à-vis les deux souches pathogènes, et les diamètres des zones d'inhibition allant jusqu'à 29.7 mm à l'égard d'*Escherichia coli* et 28 mm à l'égard de *salmonella*.

Mots clé : probiotique, bactéries lactiques, antagonisme, souches pathogènes.

Abstract

Our study is to examine the antibacterial activity of some strains of lactic acid bacteria isolated from the fecal matter of broiler chicken considered as probiotic vis-à-vis the pathogenic strains: *Escherichia coli* and *Salmonella*.

Initially, we carried out a morphological and biochemical identification. The results show that the nine lactic bacteria have a form of cocci and their Gram-positive wall and a negative catalase test.

The results of the antagonism examination (spot test) showed that the nine lactic bacteria tested had antibacterial activity vis-à-vis the two pathogenic strains, and diameters of inhibition zones up to 29.7 mm for *Escherichia coli* and 28 mm for *salmonella*.

Keywords: probiotic, lactic acid bacteria, antagonism, pathogenic strains.

ملخص:

دراستنا تهدف لفحص النشاط المضاد للبكتيريا لبعض السلالات من بكتيريا حمض اللاكتيك المعزولة عن المادة البرازية لدجاج اللحم التي تعتبر بروبيوتيك، في مواجهة السلالات المسببة للأمراض.

في البداية، قمنا بالتعرف على المورفولوجيا والكيمياء الحيوية. وتظهر النتائج أن بكتيريا حمض اللاكتيك التسع كلها على شكل مكورات وجدارها الغشائي من نوع غرام موجب واختبار سالب للكاتالاز.

وأظهرت نتائج الفحص العدائي (اختبار الموضع) أن بكتيريا حمض اللاكتيك التسع التي تم اختبارها كان لها نشاط مضاد للبكتيريا في مواجهة السلالتين المرضيتين، وقطر مناطق الكبح يصل إلى 29.7 ملم بالنسبة لـ *Escherichia coli* كولي و 28 ملم بالنسبة لـ *salmonella*.

الكلمات الرئيسية: البروبيوتيك، بكتيريا حمض اللاكتيك، العداء، السلالات المسببة للأمراض.