

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Béjaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Microbiologie
Spécialité : Biotechnologie Microbienne



Réf :

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Etude de l'activité anti-salmonelles des souches
bactériennes à usage avicole**

Présenté par :

KHALEK Hassina & KHEROUS Thiziri

Soutenu le : **11 Septembre 2022**

Devant le jury composé de :

| | | |
|-------------------------|------------|---------------|
| M. TOUATI A | Professeur | Président. |
| Mlle MAIRI A. | MCB | Examinatrice. |
| M. BENDJEDDOU K. | MCA | Promoteur. |

Année universitaire : 2021 / 2022

Remerciements

Nous voudrions tout d'abord adresser nos sincères gratitude à notre seigneur dieu de nous avoir donné la santé, le courage, la sagesse et l'intelligence tout au long de la réalisation de ce travail.

Nous tenons à exprimer nos profonds remerciements et notre vive reconnaissance à notre promoteur, Monsieur **BENDJEDDOU Kamel** qui a su, à sa façon, nous conseiller et nous orienter tout au long de la réalisation de ce travail. On le remercie vivement pour son encadrement brillant et bienveillant.

Nous souhaitons à présent exprimer notre profonde gratitude à **Monsieur TOUATI A et Madame MAIRI A.** pour l'honneur qu'ils nous ont fait de juger notre travail.

Nous tenons également à remercier la doctorante **BELBACHIR Kahina** et **BOUDJEMA Tinhinane** pour leur aide, générosité et soutien. Et nous avoir donné des conseils et remarques à propos de notre travail.

Nous tenons à remercier les techniciennes de laboratoire de nous avoir accueillie et nous ont offert les meilleures conditions pour réaliser ce modeste travail.

En fin nous voulons remercier toute personne qui a contribué explicitement ou implicitement, de loin ou de près, à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie ce mémoire a

A ma mère et Mon père

Djedjigua Kaneb et Kherous Farid

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jours et nuits pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation.

A mes frères et sœurs

Youcef, Fares et ma petite sœur El Djouher

Merci beaucoup d'être toujours à mes côtés.

A mon Fiancé Rabeh

Merci pour ton encouragement et ton soutien.

A tous mes amis

Yasmina, Thiziri, Asma, Lydia, Souhila, Aissa, Madjida,

Hassina, Amina, pour chaque mot reçu, chaque geste d'amitié, à

Chaque main tendue.

THIZIRI KHEROUS

Dédicace

Je remercie, tout d'abord, Dieu tout puissant, pour avoir guidé mes pas vers un avenir.

Tout-puissant pour me porter, protéger et me donner la vie, ma chère et tendre mère OUAHIBA qui a veillé des nuits pour me soutenir et qui s'est assurée de m'enseigner avec sa patience et ses sacrifices pour mon succès. A mon généreux père RABAH, qui m'a soutenu dans mon cheminement scolaire depuis mes premiers pas à l'école, sauve le dieu protège sa vie.

A mon cher frère, à qui je vois l'optimisme avec ses yeux et le bonheur dans son rire KAMEL et sa chère et agréable femme HANANE. A Ma chère sœur qui est toujours avec moi à travers toutes les épreuves FARIDA et son mari DJAAFAR.

A la mémoire de mes grands-parents.

A mes neveux AYLANE, LOUIZA, NADA.

A mes Oncles, Tantes, et mes Cousines, Cousins.

A mon très chère encadrant Mr BENDJEDDOU KAMEL.

A Ma binôme et ma chère amie THIZIRI.

Ainsi qu'à mes chers amis pour chaque mot reçu, chaque geste d'amitié, spécialement :Manal, Nawal, Amina, Cylia, Yasmine, Wafa.

A tous les étudiants de ma promotion de Biotechnologie.

Khalek Hassina

Liste des figures**Liste de abréviations**

| | |
|---------------------------|----------|
| Introduction | 2 |
|---------------------------|----------|

Sommaire

| | |
|-------------------------------------|----------|
| PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE | 5 |
|-------------------------------------|----------|

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|----------|
| Chapitre I : Les Salmonelles et Salmonellose chez la volaille | 5 |
|----------------------------------------------------------------------------|----------|

| | |
|----------------------|---|
| I.1 Généralités..... | 5 |
|----------------------|---|

| | |
|----------------------------------|---|
| I.2 Définition et taxonomie..... | 5 |
|----------------------------------|---|

| | |
|---------------------------------------|---|
| I.3 Caractères Bactériologiques | 7 |
|---------------------------------------|---|

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|---|
| I.3.1 Caractéristiques microbiologiques et culturaux des Salmonelles | 7 |
|----------------------------------------------------------------------------|---|

| | |
|-------------------------------------------|---|
| I.3.2 Caractéristiques biochimiques | 7 |
|-------------------------------------------|---|

| | |
|-----------------------------|---|
| I.4 La filière avicole..... | 9 |
|-----------------------------|---|

| | |
|--------------------------------------|---|
| I.4.1 Aviculture dans le monde | 9 |
|--------------------------------------|---|

| | |
|-----------------------------------|----|
| I.4.2 Aviculture en Algérie | 10 |
|-----------------------------------|----|

| | |
|--------------------------------|----|
| I.5 Salmonelles aviaires | 10 |
|--------------------------------|----|

| | |
|----------------------------------------|----|
| I.6 Transmission des Salmonelles | 11 |
|----------------------------------------|----|

| | |
|------------------------------------------|----|
| I.7 La lutte contre les Salmonelles..... | 11 |
|------------------------------------------|----|

| | |
|---------------------------------------------------------|----|
| I.8 Rôle des antibiotiques et le traitement animal..... | 12 |
|---------------------------------------------------------|----|

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I.9 Risque de présence de résidus d'antibiotiques dans les produits de volailles..... | 13 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Chapitre II : Les probiotiques et les alternatives aux antibiotiques..... | 15 |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|

| | |
|----------------------------|----|
| II.1 Les probiotiques..... | 15 |
|----------------------------|----|

| | |
|-------------------------|----|
| II.1.1 Historique | 15 |
|-------------------------|----|

| | |
|-------------------------|----|
| II.1.2 Définition | 15 |
|-------------------------|----|

| | |
|--------------------------------------------------------------|----|
| II.1.3 Principales souches utilisées comme probiotiques..... | 15 |
|--------------------------------------------------------------|----|

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| II.1.4 Propriétés et critères de sélection des souches probiotiques | 16 |
|---------------------------------------------------------------------------|----|

| | |
|------------------------------------------------|----|
| II.1.5 Effets bénéfiques des probiotiques..... | 17 |
|------------------------------------------------|----|

| | |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| II.1.6 Impact des probiotiques sur la production de volaille..... | 18 |
|-------------------------------------------------------------------|----|

| | |
|-----------------------------|----|
| II.2 Les prébiotiques | 19 |
|-----------------------------|----|

| | |
|-----------------------------|-----------|
| II.3 Les symbiotiques | 19 |
|-----------------------------|-----------|

| | |
|----------------------------------|----|
| II.4 Les acides organiques | 19 |
|----------------------------------|----|

| | |
|--------------------------------------------------|----|
| II.5 Autres alternatives aux antibiotiques | 20 |
|--------------------------------------------------|----|

| | |
|---------------------------------|----|
| II.5.1 Les bactériophages | 20 |
|---------------------------------|----|

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| II.5.2 Les peptides..... | 20 |
| II.5.3 Les enzymes | 20 |
| II.5.4 Les bactériocines | 21 |
| II.5.5 Huiles essentiels | 23 |
| PARTIE II : Matériel et méthodes | 26 |
| I. Souches tests | 26 |
| II. Souches cibles (Salmonelles) | 26 |
| III. Revivification des souches | 26 |
| III.1 Souches tests..... | 26 |
| III.2 Souches cibles..... | 28 |
| IV. Test d'activité antimicrobienne | 29 |
| IV.1 Préparation des surnageant | 29 |
| IV.2 Test des puits | 29 |
| Le but de ce test est d'étudier l'activité antibactérienne des surnageants concentrés natifs et neutralisés des cultures des souches tests à l'égard des salmonelles..... | 29 |
| PARTIE III : Résultats et discussion..... | 32 |
| I. Résultats | 32 |
| I.2 Test des puits | 32 |
| II. Discussion..... | 35 |
| Conclusion..... | 39 |

Références bibliographiques

ANNEXE

Résumé

Liste des figures

| Figures N° | Titre | Page |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 | La taxonomie des espèces et sous espèces de <i>Salmonella</i> | 7 |
| 2 | Évolution de la production et de la consommation de viande entre 2021 et 2030 | 10 |
| 3 | Recommandation pour l'évaluation d'un probiotique dans le cadre d'une utilisation alimentaire | 17 |
| 4 | Repiquages des souches cibles | 28 |

Liste des tableaux

| Figures N° | Titre | Page |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| I | Caractères biochimiques de <i>Salmonella</i> | 8 |
| II | Caractéristiques biochimiques différentielles des espèces et sous espèces du genre <i>Salmonella</i> | 9 |
| III | Principales espèces et souches microbiennes utilisées comme probiotiques | 16 |
| IV | Genres des probiotiques utilisés en élevage | 18 |
| V | Les différentes classes de bactériocines | 22-23 |
| VI | Tableau récapitulatif contenant les alternatives biologiques et leurs propriétés bénéfiques pour les volailles | 24 |
| VII | Résultats du test des puits avec des surnageants concentré non neutralisé | |
| VIII | Résultats du test des puits avec des surnageants concentré neutralisé | 33 |

Listed'abréviations

AB : Abats de poulet.

AGCC : Acide gras à chaîne courte.

AGCM : Acide gras à chaîne moyenne.

C: Campylobacter.

C: Cible.

CNRS : Centre national de la recherche scientifique.

CPG: Cytosine-phosphate-guanine.

FAO: Food and Agriculture Organization.

Fr: Fromage.

G: Glasse.

L: lactobacillus.

LDC: Décarboxylation de la lysine.

MH: Mueller Hinton.

MRS: De Man, Regosa & Sharpe.

MZ: merguez.

N: colonie Noir.

NSP: Polysaccharides non amylacés.

OCDE : L'Organisation de coopération et de développement économiques.

OIE : Organisation mondiale de la santé animale.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

O.N.P.G: L'O-Nitrophényl-β-D-galactophyranoside.

PAM : Peptide anti-microbiens.

PM : Poids moléculaires.

R : colonie Rouge.

S : Souche.

Sp: Species.

T : test.

TIAC : Toxi-infection d'origine alimentaire collective.

TSA : Gélose tryptone soja (gélose tryptocaseïne soja ou tryptocase soja).

VH : Viande haché.

Introduction

Introduction

Les Salmonelloses se présentent sous deux formes dont la gastro-entérite à *Salmonella* (à risque zoonotique) et la toxi-infection alimentaire collective (CNRS, 2005), elles sont devenues un problème de santé publique ce qui justifie l'implication de l'organisation mondiale de la santé dans la lutte contre les Salmonelloses (Salm-surv, 2005). La viande de volaille et les œufs occupent une place importante comme facteurs de risque d'infections à *Salmonella*. Malgré les efforts des producteurs, le taux de contamination de la volaille par *Salmonella* reste toujours très élevé (Van Immerseel *et al.*, 2005).

Les Salmonelles se répliquent largement dans l'environnement, elles peuvent être retrouvées dans les effluents d'élevage, les eaux usées ménagères et au niveau de matériels sujets d'une contamination fécale (Oie, 2008). D'une part, ce pathogène possède un mécanisme complexe de déterminants génétiques pour envahir, reproduire et survivre dans l'hôte. Les gènes de virulence peuvent être répartis sur des réseaux dénommés îlots génomiques de pathogénicité de *Salmonella* ou portés par des éléments génétiques mobiles. L'activation de ces gènes est la base de sa pathogénicité chez l'hôte (Hensel, 2004).

Les antibiotiques sont des promoteurs de croissance qui sont administrés à faible doses dans l'alimentation animale, ils ont un effet préventif sur certaines infections bactériennes et modifient la composition du microbiote intestinal, entraînant une meilleure assimilation des aliments par les animaux. Ces effets protecteurs entraînent un effet Zootechnique sous forme d'une augmentation de la vitesse de croissance, aux Etats-Unis un grand nombre d'antibiotique reste autorisé à faible dose comme facteurs de croissance (Sanders *et al.*, 2005). L'utilisation abusives et sans contrôle des antibiotiques peut donner naissance à une sélection de souche bactérienne résistantes, il s'agit de l'antibiorésistance (Chauvin, 2009). Cette résistance atteint désormais des niveaux dangereusement élevés dans toutes les régions du monde. Chaque année en France, 12 500 décès sont liés à une infection par une bactérie résistante aux antibiotiques, selon le rapport du comité interministériel de la santé en 2016. A l'échelle mondiale, les résistances microbiennes seraient actuellement responsables de 700 000 morts par an (OMS, 2018).

Introduction

Les probiotiques sont des préparations microbiennes vivantes qui ont une action bénéfique sur l'animal hôte en améliorant la digestion et l'hygiène intestinale (**Samedi et Charles, 2019**).

Les probiotiques représentent une approche naturelle d'enrichissement de la flore intestinale et d'exclusion compétitive pour lutter contre les bactéries pathogènes. En renforçant l'écosystème microbien des volailles, ils contribuent à la défense immunitaire et protègent les poulets contre les conséquences de stress tels que la vaccination et les changements de températures (**Patterson et bukholder, 2003**).

L'utilisation d'alternatives aux antibiotiques dans l'alimentation représente l'une des voies pour participer à l'amélioration de la productivité de l'élevage des volailles (**Windshi et al., 2008**). C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude, qui a pour objectif l'étude de l'activité anti-salmonelles de souches bactériennes isolées à partir des selles de poulet.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Les salmonelles et salmonellose chez la volaille

I.1 Généralités

Salmonella est l'une des premières causes de toxi-infections d'origine alimentaire collectives (TIAC)(Korsak *et al.*,2004), ce sont des pathogènes intestinaux (DuPont, 2007), retrouvés dans les intestins de l'homme et des animaux qui constituent leur réservoir principal. Suite à une contamination fécale, elles peuvent survivre dans l'environnement pendant plusieurs mois (Korsak *et al.*,2004), leur ubiquité se traduit par un large réservoirs humain (Todd et Greig, 2008) et animal comme les mammifères (Dechet et Scallan, 2008;), les volailles (Hennessy et Cheng, 2004 ; Arsenault et Letellier, 2007), les reptiles (De Jong, et Andersson, 2005),les crustacés (Butt et Aldridge, 2004). Elles ont une capacité de survie qui leur permet également de persister dans des réservoirs secondaires comme les boues d'épuration (De Jong et Ekdahl, 2006), les aliments d'origine animale (Haeghebaert et Sulem, 2003 ; Oliver et Jayarao, 2005) ou végétale (Kirk et McKay, 2008), les fruits et légumes (Brandl, 2006).

Salmonella peut survivre dans différents environnements ce qui favorise sa distribution mondiale. En effet, elles peuvent survivre à des températures entre 7 à 45°C et résister à la congélation et à la dessiccation (Griffith *et al.*,2006). Elles Sont inactivées aussi bien par la chaleur que par le phénol, le chlore et les désinfectants à base d'iode. La survie de *Salmonella* est plus courte en présence d'un pH inférieur à 5 (Henry *et al.* ,1983).

Dans les pays en voie de développement, les gastroentérites à *Salmonella*, représentent une des causes principales de mortalité infantile. Ce sont les *Salmonella* non typhiques qui provoquent le plus de décès(OMS, 2015)comme les sérotypes : Abortus ovis chez les ovins, Gallinarum chez les volailles et Dublin chez les bovins et Choleraesuis et Typhisuis chez les porcins (Weill, 2008).La majorité des souches de *Salmonella* sont ubiquistes et elles peuvent se transmettre de l'animal à l'homme et réciproquement. Elles sont potentiellement pathogènes pour l'homme, à différents degrés (Jones et Ingram, 2008) et font la plupart du temps l'objet d'un portage sain chez l'animal (Korsak *et al.*,2004).

I.2 Définition et taxonomie

Les Salmonelles sont des bactéries aéro-anaérobies facultatives, à Gram négatif en forme de bâtonnet généralement de 2 à 5 micron de long sur 0,5 à 1,5 micron de large. Elles, appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*, et sont généralement mobiles, sans capsule,

ne formant pas de spores et colonisent le tube digestif de nombreux vertébrés comme : (poulet, porc...etc) (**Baird-Parker, 1990 ; Bernalet *et al.*,2018**).

Salmonella fait partie des agents zoonotiques qui peuvent être transmis par les aliments. Il s'agit d'un problème majeur de santé publique dans le monde, elle est responsable de 93,8 millions de malades d'origine alimentaire et de 150000 décès par an. A ce jour, plus de 2500 sérotypes de *Salmonella* ont été identifiés, plus de la moitié entre elles appartiennent à *Salmonella enterica* (**Shu-kee Eng *et al.*,2015**). Cette dernière est elle-même divisée en de nombreux sérovars (*Enteritidis, Derby, Hadar, Infantis, Paratyphi, Typhi, Typhimurium, Virchow...* etc.) (**OMS, 2008**).

Cette taxonomie est basée principalement sur l'espèce génomique qui est définie comme un groupe de souche reliées par un taux d'hybridation ADN-ADN supérieure à 70% avec une différence de stabilité thermique des hybrides inférieure à 5°C (**Wayne *et al.*,1987**). La classification actuelle des Salmonelles est comme suit :

Domaine : *Bacteria*.

Phylum : *Protobacteria*.

Classe : *Gammaproteobacteria*

Ordre : *Enterobacteriales*.

Famille : *Enterobacteriaceae*.

Genre : *Salmonella*.

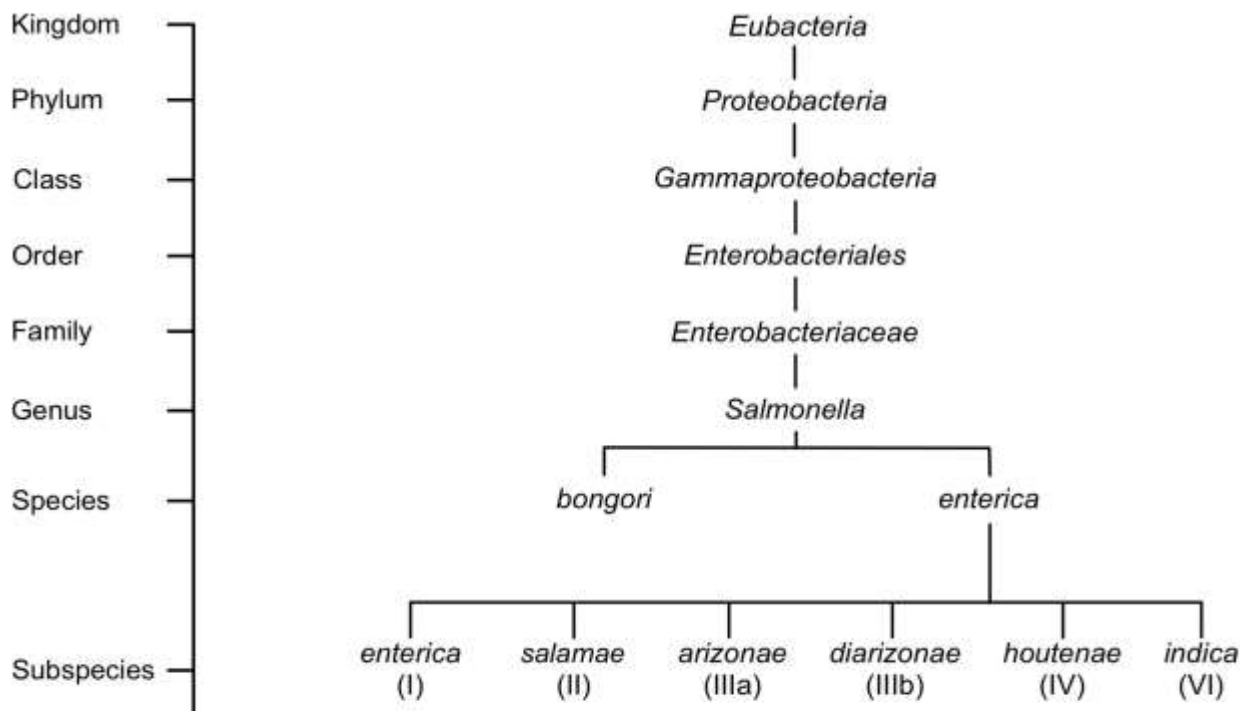


Figure 01 : La taxonomie des espèces et sous espèces de *Salmonella*(Achtmanet *al.*,2012)

I.3 Caractères Bactériologiques

Les caractères bactériologiques regroupent les caractères morphologiques, culturels, biochimiques et antigéniques.

I.3.1 Caractéristiques microbiologiques et culturels des Salmonelles

Les Salmonelles sont des bacilles Gram négatif, aérobie/anaérobie facultatifs appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae* (le Minor, 1989). Elles sont mobiles grâce à des ciliatures péritriches sauf certaines sérovars comme *S.gallinarum* et *S.pullorum*. Ce sont des bactéries mésophiles, non sporulant, leur développement est facile en milieu ordinaire à température de 35 à 37 °C et un pH de 6.5 à 7.5, mais elles sont capables de résister à des températures (-20 à 60°C) et pH entre 4.1 à 9 (korsaket *al.*,2004).

Sur milieu SS (*Salmonella/Shegella*), les Salmonelles donnent des colonies incolore (lactose -) avec ou sans centre noir, tandis que sur le milieu Hektoen elles donnent des colonies de 2 à 4 mm de diamètre avec couleur verte avec ou sans centre noir. En cas d'infections urinaires, elles donnent des colonies rugueuses sur milieu solide (Batoul, 2001).

I.3.2 Caractéristiques biochimiques

Les caractères biochimiques permettent non seulement l'identification des Salmonelles mais aussi de les différencier des autres entérobactéries. Elles sont également utiles pour la

distinction entre les sous-espèces (**korsak et al.,2004**). Le tableau I suivant présente les caractères biochimiques du genre *Salmonella*.

Tableau I : Caractères biochimiques de *Salmonella* (**Gledel.1996**)

| Caractère | Réaction |
|------------------------------------|----------|
| Cytochrome Oxydase | - |
| Catalase | V |
| Uréase | V |
| Indole | V |
| Production d'H ₂ S | V |
| Utilisation du citrate | V |
| Rouge de méthyle | V |
| Réduction des nitrates | + |
| Saccharose | V |
| Lactose | V |
| Mannitol | V |
| Maltose | V |
| Décarboxylation de la lysine (LDC) | V |

v: variable selon l'espèce

Les clés de différenciations des deux espèces et leurs sous-espèces sont regroupées dans le tableau II.

Tableau II : Caractéristiques biochimiques différentielles des espèces et sous espèces du genre *Salmonella* (Grimont et wiell. 2007)

| Caractères Biochimiques | <i>Salmonella Enterica</i> | | | | | | <i>Salmonella Bongori</i> |
|--------------------------------|----------------------------|----------------|-----------------|-------------------|-----------------|---------------|---------------------------|
| | Subsp. Enterica | Subsp. Salamae | Subsp arizonae. | Subsp. Diarizonae | Subsp. houtenae | Subsp. Indica | |
| O.N.P.G. | - | - | + | + | - | V | + |
| Gélatinase (36 °C) | - | + | + | + | + | + | - |
| Culture sur Milieu KCN | - | - | - | - | + | - | + |
| Dulcitol Fermentation | + | + | - | - | - | V | + |
| Malonate (utilisation) | - | + | + | + | - | - | - |
| Sorbitol Fermentation | + | + | + | + | + | + | - |
| Bêta-glucu Ronidase | V | V | - | + | - | V | - |
| Mucate | + | + | + | - | - | + | + |
| Lyse par le phage 01. | + | + | - | + | - | + | + |
| γ -glutamyl Transférase | V | + | - | + | + | + | + |
| Salicine | - | - | - | - | + | - | - |
| L (+)-tartrate | + | - | - | - | - | - | - |

V : variable ; + : plus de 90 % des souches positives ; - : moins de 10 % des souches positives.

I.4 La filière avicole

I.4.1 Aviculture dans le monde

D'après l'OCDE/FAO(2021), la volaille occupe une place grandissante dans la consommation de viande dans les pays en développement à faible revenu parce qu'il s'agit de la viande la moins cher sur le marché. En 2030, à l'échelle mondiale, la viande de volaille devrait représenter 41% des protéines carnées toutes, c'est plus que la viande bovine (20%), porcine (34%) et ovine (5%).

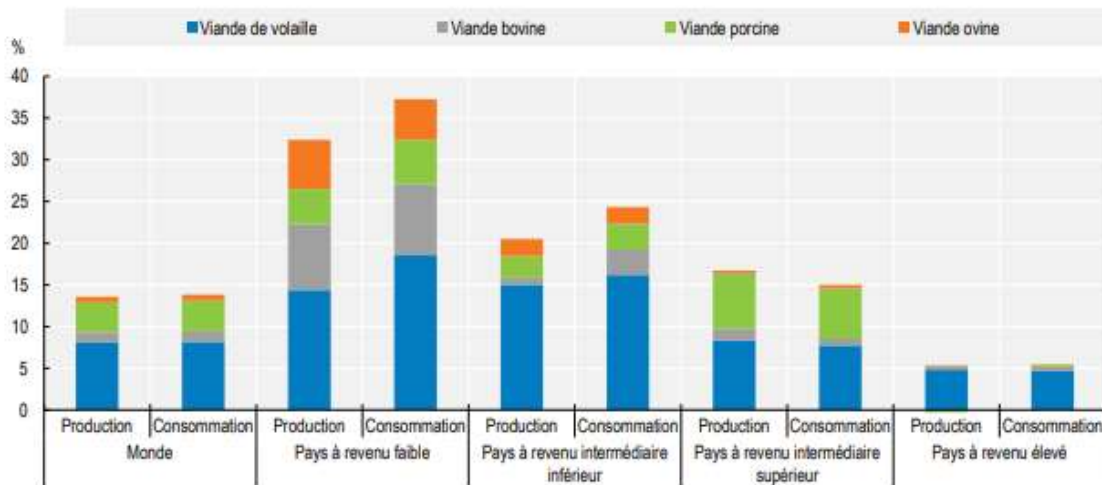


Figure 02 : Évolution de la production et de la consommation de viande entre 2021 et 2030

I.4.2 Aviculture en Algérie

En 2000, l'Algérie a réalisé une production de 169182 tonnes de viande blanche, provenant essentiellement du poulet de chair. Mais en 2004, cette production chute à 163625 tonnes, Cette diminution pourrait s'expliquer par de nombreuses contraintes de l'aviculture en Algérie comme la quasi-dépendance du marché extérieur pour l'approvisionnement en matières premières alimentaires, les faibles performances zootechniques, le non-respect des programmes de prophylaxie (**Bouyahiaoui, 2003**). En Algérie, la production du poulet de chair connaît de sérieuses difficultés, qui contrarient son amélioration quantitative et qualitatives. Le fonctionnement du secteur avicole reste en dessous des normes internationales (**Kaci et Cheriet, 2013**).

I.5 Salmonelles aviaires

Une distinction doit être faite entre : les infections mobiles et les infections immobiles. L'infection par les *Salmonelles* mobiles qui sont des *Salmonelles* ubiquistes (*Salmonella enteritidis, typhimurium ...*), dites encore *Salmonelles "paratyphoïdes"* du fait d'un portage intestinal asymptomatique. Dans de rares cas, ces salmonelles peuvent être responsables d'infections septicémiques sur de très jeunes volailles dans des conditions particulières.

Salmonella Pullorum était considérée comme responsable de la pullorose qui affecte les poussins alors que *Salmonella Gallinarum* était considérée comme responsables de la typhose qui affecte les adultes. Il a maintenant été établi qu'il s'agit de deux biotypes d'un même sérovar responsables de tableaux cliniques et lésionnels différents.

- **Pullorose :** affecte des poussins et poulets âgés de 1 à 3 semaines. Selon la pressions de l'infection transmise verticalement, les mortalités peuvent débuter dès l'éclosion jusqu'à

se manifester avec un pic à 2 ou 3 semaines d'âge après une phase de démarrage silencieuse.

- **Typhose:** qui affecte le plus souvent les élevages de poules pondeuses, notamment ceux en âges multiples, dans les pays où la maladie est endémique, se manifeste par des prostrations des sujets affectés avec des fèces liquides. Des chutes de ponte peuvent être observés mais pas de façon systématique (**Guérin et al., 2018**).

I.6 Transmission des Salmonelles

La contamination peut avoir pour origine un contact direct avec un animal malade ou un porteur sain par l'intermédiaire des mains (**Rabschet al., 2002**). Les étapes de l'abattage entraînent des inter-contaminations entre les lots, notamment par les ustensiles, le personnel et les équipements d'abattage (**Rostagnoet al., 2006**). La contamination de l'environnement par les Salmonelles est une évidence. Ces germes peuvent être retrouvés à peu près partout : déjections animales, sols, points d'eau, effluents, animaux (**Rania, 2021**). La transmission peut se faire par l'ingestion des farines d'os, de viande ou de poisson, des tourteaux de soja et des tourteaux de tournesol (**Carlier et coll, 2001**).

L'eau et les animaux, constitue la principale source de contamination de la viande. Les micro-organismes contaminent les carcasses directement par contact des muscles avec les plumes, les pattes, les viscères et les matières fécales, lors des opérations de transformation. Même l'opération d'échaudage et de plumaison, constitue une source de contamination des carcasses (**Kraft, 1971**).

I.7 La lutte contre les Salmonelles

Pour réduire le risque de contamination par *Salmonella*, de nombreuses fermes adoptent plusieurs manières de sécurité sanitaire, y compris la décontamination chimique de routine (**Decortet al., 2016**). L'ajout des acides organiques à l'alimentation et à l'eau potable, l'utilisation des probiotiques et la vaccination des animaux (**Desin et al., 2013 ; Senevirathne, 2020**).

De nombreux pays ont mis en place des plans de lutte contre ce pathogène, ciblant divers points de la contamination de la chaîne alimentaire avec un certain succès. La réduction de la prévalence des Salmonelles chez les volailles constitue le moyen le plus efficace pour réduire la contamination des denrées alimentaires incriminées et le nombre de cas humains de salmonellose (**Naceret al., 2021**). La lutte contre les Salmonelles vise donc en premier lieu à réduire cette prévalence. Les stratégies de maîtrise peuvent être différentes d'un pays à l'autre. L'Union Européenne se focalise sur les conditions de production et l'environnement alors que

les États Unis se concentrent sur les produits transformés. D'autres combinent les deux types d'actions (**Feuillet, 2007**).

Les recommandations à prendre dans l'élevage sont :

- L'installation des unités dans des zones à faible concentration d'élevage.
- Le contrôle des vermines: insectes, rongeurs, oiseaux et autres animaux sauvages.
- La mise en place des barrières sanitaires rigoureuses intégrant les aspects de conception des aménagements et des équipements, de protection, de nettoyage et de désinfection avec chaussures et vêtements dédiés pour chaque salle, protocoles de lavage des mains, séparation des secteurs propres/sales, traitement des aliments par la chaleur, analyse des aliments, contrôle sur le personnel et les visiteurs.

Les recommandations à prendre durant le transport sont:

- Pendant le transport, les animaux ne sont placés que dans des véhicules de transport soigneusement nettoyés et désinfectés conformément à la réglementation.
- La question du nettoyage et de la désinfection inefficace des conteneurs maritimes a été démontrée dans des études antérieures. Cette différence peut s'expliquer par la contamination des casiers après le déchargement des volailles lors du processus de trempage pour le nettoyage ou par la présence de déjections laissées sur les caisses infectées par les envois précédemment déplacés.
- Le stress entraîne un dysfonctionnement intestinal, ce qui peut réduire la résistance des animaux et augmenter la diffusion des bactéries intestinales.

Les recommandations à prendre dans l'abattoir sont:

On commence par la qualité des matières premières qui est primordiale. Ces micro-organismes sont présents initialement dans les matières premières alimentaires ou apportées au cours des manipulations. On peut noter ici que la traçabilité est un outil indispensable qui permet en cas de contamination d'un aliment de remonter aux matières premières incriminées et au producteur.

I.8 Rôle des antibiotiques et le traitement animal

Un antibiotique est un composé chimique naturellement produit par un microorganisme ou produit de synthèse dont l'activité thérapeutique se manifeste à très faible dose et d'une manière spécifique. Il a le pouvoir d'inhiber la croissance voir de détruire des bactéries (**Bentley et al., 2003**).

Les antibiotiques ont été les additifs les plus largement utilisés pour améliorer la conversion alimentaire, la croissance et la santé des oiseaux, augmentant à la fois la productivité et la rentabilité de la production avicole commerciale traditionnelle (**Gadde et al., 2017 ; Lourenco et al., 2019b**).

Depuis leur découverte dans les années 1930, les antibiotiques sont utilisés en médecine humaine et vétérinaire dans la lutte contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne. En production animale, les antibiotiques sont utilisés pour contrôler la propagation d'une maladie au sein d'un lot d'animaux (métaphylaxie) et pour prévenir l'apparition d'une maladie dans un contexte favorable à son apparition (**Lhermie et al., 2017**).

Lors de l'administration d'antibiotiques, les bactéries peuvent acquérir des caractères d'antibiorésistance, ce qui cause un problème inquiétant de santé publique, car le développement de résistance aux antibiotiques va engendrer la réduction de l'efficacité de ces antibiotiques (**Muriel et al., 2014**).

I.9 Risque de présence de résidus d'antibiotiques dans les produits de volailles

Actuellement, les animaux en particulier la volaille et les œufs, sont considérés comme la principale cause de Salmonellose et de nombreuses épidémies d'origine alimentaire (**Gieraltowski et al., 2016**).

Dans plusieurs pays, les Salmonelles d'origine avicole ont développé une résistance élevée aux antimicrobiens traditionnels tels que les quinolones, les pénicillines, les sulfamides et les tétracyclines qui sont largement utilisées dans les élevages de bétail et de volaille pour traiter les maladies aviaires bactériennes (**Mehdi et al., 2018**). Pour contrôler les maladies infectieuses bactériennes dans les élevages de volaille, les éleveurs utilisent de nombreux antimicrobiens à des fins thérapeutiques et prophylactiques, malheureusement, l'abus de l'utilisation d'antimicrobiens est le principal moteur de l'émergence d'infections multi résistantes (**Yue, 2016 ; Paudyalet Yue, 2019**).

Les antibiotiques sont fournis à des doses sous-thérapeutiques pour offrir des avantages au bétail en améliorant le taux de croissance, en réduisant la mortalité et en améliorant les performances de reproduction des animaux (**Marshall et Levy, 2011**).

Il existe un risque de sélection des bactéries résistantes qui présente un effet désastreux sur la santé publique. Aux États-Unis, un grand nombre d'antibiotiques reste autorisé à faible dose comme facteurs de croissance (**Sandersp, 2005**).

Dans l'union européen, seuls les antibiotiques ionophores (monensin, narasin, salinomycine et lasalocid A) sont encore autorisés comme coccidiostatiques et additifsalimentaire(**Affssa, 2006**).

Les facteurs favorisant la présence de résidus d'antibiotiques dans les aliments sont, entre autres, le non-respect des délais d'attente après l'administration des antibiotiques, la non-consultation des vétérinaires avant l'utilisation d'antibiotiques, l'absence de formation préalable en production animale et le type d'élevage intensif ou extensif, pratiqué par l'exploitation (**Donkor, 2011**).

Les résidus d'antibiotiques dans les aliments d'origine animale sont préoccupants en raison des risques toxicologiques pour le consommateur et du risque de non-conformité aux exigences réglementaires lors d'échanges commerciaux. Par conséquent, l'utilisation des antibiotiques doit être progressivement réduite et arrêtée dans l'élevage, et l'administration des alternatives doit être renforcée (**Mensah, 2014**).

Chapitre II : Les probiotiques et les alternatives aux antibiotiques

II.1 Les probiotiques

II.1.1 Historique

La découverte des probiotiques remonte au XX^{ème} siècle, grâce à Elie Metchnikoff. Il avait émis l'hypothèse que certains organismes pouvaient être bénéfiques à la santé. Après avoir observé une étonnante longévité chez les paysans bulgares qui consommaient des yaourts fermentés à l'aide de bactéries. Ainsi, Metchnikoff avait proposé l'ingestion de bactéries vivantes, particulièrement des bactéries lactiques, pour réduire les désordres intestinaux et améliorer l'hygiène digestive, donc augmenté l'espérance de vie (**Gournier *et al.*, 1994**).

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

II.1.2 Définition

D'après la définition adoptée par la FAO/WHO (2001), les probiotiques sont des cultures d'organisme vivants, lorsqu'ils sont administrés en quantités adéquate, apportent un bénéfice à la santé de l'hôte. Ils peuvent contenir une ou plusieurs souches et sont généralement utilisées comme additifs alimentaires, seul ou avec d'autre aditifs (**Gournier-Château *et al.*, 1994**).

Le terme « probiotique » a été introduit en 1965 par Lilly et Stillwell, la définition qu'ils ont formulée a été : « facteurs promoteurs de croissance produits par des microorganismes ». En 1974, Parker élargit cette définition à « des organismes et substances contribuant à l'équilibre de la flore intestinale » (**Anukam et Reid, 2007**).

II.1.3 Principales souches utilisées comme probiotiques

Les microorganismes probiotiques sont principalement représentés par des bactéries à Gram négatif appartenant aux genre *Lactobacillus* et *Bifidobacterium* (**Feddaet *al.*, 2017**). D'autres microorganismes tels que *Escherichiacoli* Nissle 1917, *Bacillus*, et certains levures (*Saccharomyces*) sont également utilisés comme probiotiques (**Fernandez, 2011**). Le Tableau III énumère des exemples de souches probiotiques :

Tableau III : principales espèces et souches microbiennes utilisées comme probiotiques

| Genre | Souches |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Lactobacillus</i> | <i>Lactobacillus casei</i> Shirota (Koebnick <i>et al.</i> 2003). <i>Lactobacillus plantarum</i> 299 (Pathmakantham <i>et al.</i> 2004). <i>Lactobacillus plantarum</i> 299v (Schultz <i>et al.</i> 2002). <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG (Salminen <i>et al.</i> 2004). <i>Lactobacillus johnsonii</i> NCC533 (Pridmore <i>et al.</i> 2003). |
| <i>Streptococcus</i> | <i>Streptococcus thermophilus</i> 1131 (Sasaki <i>et al.</i> 2012). |
| <i>Enterococcus</i> | <i>Enterococcus faecium</i> SF 68 (Benyacoub <i>et al.</i> 2003). <i>Enterococcus faecalis</i> UGRA 10 (Cebrià <i>et al.</i> 2012). |
| <i>Bifidobacterium</i> | <i>Bifidobacterium animalis</i> DN173010 (Marteau <i>et al.</i> 2002). <i>Bifidobacterium lactis</i> Bb12 (Mohan <i>et al.</i> 2006). <i>Bifidobacterium breve</i> UCC2003 (Sheehan <i>et al.</i> 2007). <i>Bifidobacterium lactis</i> HNO19 (Chiang <i>et al.</i> 2000). <i>Bifidobacterium infantis</i> 35264 (Brenner <i>et al.</i> 2009). |
| <i>Pediococcus</i> | <i>Pediococcus acidilactici</i> (Bhunia <i>et al.</i> 1988). |
| Bactéries non lactiques | <i>Escherichia coli</i> Nissle 1917 (Schlee <i>et al.</i> 2007). <i>Bacillus subtilis</i> UTM126 (Balcàzar <i>et al.</i> 2007). |
| Levures | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Saccharomyces boulardii</i> (Edwards-Ingram <i>et al.</i> 2007). |

II.1.4 Propriétés et critères de sélection des souches probiotiques

Il est important de mentionner que les effets des probiotiques dépendent de la souche présente dans la formulation du produit et pas à une espèce ou un genre spécifique (Shah, 2007).

Pour que les probiotiques soient de bonne qualité et aient des effets bénéfiques, ils doivent remplir certains critères qui sont à prendre en compte lors du choix d'un probiotique.

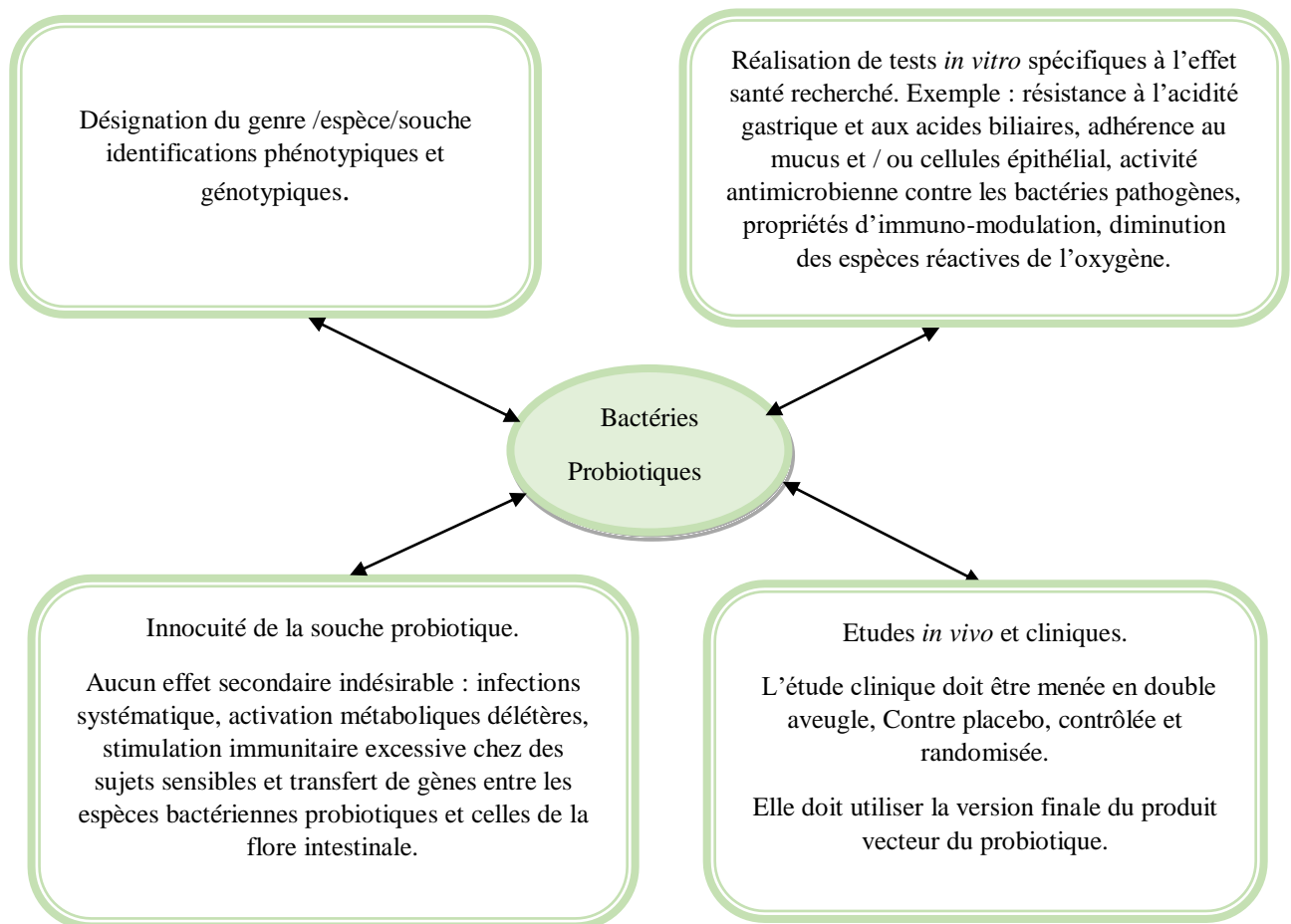


Figure 03 : recommandation pour l'évaluation d'un probiotique dans le cadre d'une utilisation alimentaire (FAO/WHO, 2002)

II.1.5 Effets bénéfiques des probiotiques

On confère aux probiotiques de nombreux effets positifs :

- ✓ Prévention et traitement de diarrhée (**Guarino et al., 2015**).
- ✓ Amélioration des troubles intestinaux associés à l'intolérance au lactose (**Pakdmanee et al., 2016**).
- ✓ Effet hypocholestérolémiant attribué à la déconjugaison enzymatique des sels biliaires par l'enzyme BSH produits par les probiotiques qui seront plus facilement excrétablent dans les selles (**Nguyen et al., 2007**).
- ✓ Diminution de l'incidence du cancer du côlon (**Dos Reis et al., 2017**).
- ✓ Activités anti-obésité et anti-diabétiques (**Zhang et al., 2016 ; Kerry et al., 2018**).

Le Tableau IV présente les genres de probiotiques utilisés dans l'élevage animal :

Tableau IV : Genres des probiotiques utilisés en élevage animal (Vieco-Saizet *al.*,2019)

| Animal | levures | Bactéries | Bactéries | Champignons | Microalgues |
|-------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------|
| | | Laboratoire | Non-laboratoire | | |
| Volaille | <i>Candida</i> <i>Kluyveromyces</i> <i>Saccharomyces</i> | <i>Lactobacillus</i> <i>Streptococcus</i> <i>Pediococcus</i> <i>Enterococcidie</i> <i>Weissella</i> | <i>Bacille</i> <i>Bifidobacterium</i> | <i>Aspergillus</i> | – |
| Porc | <i>Saccharomyces</i> <i>Kluyveromyces</i> | <i>Lactobacillus</i> <i>Pediococcus</i> <i>Enterococcidie</i> <i>Weissella</i> | <i>Clostridium</i> <i>Bacille</i> <i>Bifidobacterium</i> | – | – |
| Ruminant | <i>Saccharomyces</i> <i>Trichorporon</i> <i>Kluyveromyces</i> | <i>Lactobacillus</i> <i>Enterococcidie</i> | <i>Megasphaera</i> <i>Bacille</i> <i>Bifidobacterium</i> <i>Prevotella</i> | <i>Aspergillus</i> | – |
| Aquaculture | <i>Saccharomyces</i> <i>Debaryomyces</i> | <i>Lactobacillus</i> <i>Lactococcus</i> <i>Leuconostoc</i> <i>Enterococcidie</i> <i>Pediococcus</i> <i>Carnobacterium</i> <i>Weissella</i> | <i>Bacille</i> <i>Enterobacter</i> <i>Pseudomonas</i> <i>Streptomyces</i> <i>Alteromonas</i> <i>Clostridium</i> <i>Roseabacter</i> <i>Eubacterium</i> <i>Staphylococcus</i> <i>Micrococcidie</i> <i>Psychrobacter</i> <i>Microbacterie</i> <i>Brevibacterium</i> | <i>Aspergillus</i> | <i>Tetraselmis</i> <i>Phaeodactylum</i> |

II.1.6 Impact des probiotiques sur la production de volaille

Les différentes études réalisées sur la volaille ont montré que les probiotiques exercent des activités antibactériennes contre diverses bactéries pathogènes notamment celles responsable d'infection chez le poulet comme :*Salmonella* sp. (Van *et al.*,2002), ils sont souvent donnés aux volailles pour augmenter partiellement l'apport alimentaire et la rétention des nutriments (Ghareebet *al.*,2012). Ce sont bénéfique en suscitant les impacts positifs sur la morphologie, les populations microbiennes intestinales, l'absorption des nutriments, le fonctionnement de l'intestin, la capacité antioxydante, l'apoptose et les réponses immunitaires, favorisant les performances de production de poulet de chair (Callaway *et al.*,2011 ;Rodjanet *al.*,2018 ; He *et al.*,2019 ; Wuet *al.*,2019).

II.2 Les prébiotiques

Le concept des prébiotiques est plus récent que celui des probiotiques, il a été proposé pour la première fois en 1995 par Gibson et Rober froid (**Guarner, 2017**). Ils sont des éléments alimentaires qui accélèrent la croissance ou l'activité des bactéries natives spécifiques dans le tube digestif de l'hôte (**Yasmin et al., 2015**). On cite les prébiotiques les plus communs (**Guarner, 2017**)

- L'oligofructose.
- L'inuline.
- Les galacto-oligosaccharides.
- Le lactulose.
- Les oligosaccharides du lait maternel.

II.3 Les symbiotiques

Les symbiotiques sont des combinaisons appropriées de prébiotiques et de probiotiques. Un produit symbiotique exerce un effet pré- et probiotique (**Guarner, 2017**). On général, on considère que les symbiotiques sont plus efficaces que les probiotiques et les prébiotiques utilisés séparément (**Allen et al. 2013, Markowiak et al. 2018**). Les régimes contenant un produit symbiotique améliorent le poids corporel, le gain quotidien moyen, l'efficacité alimentaire et la productivité de la carcasse du poulet par rapport aux témoins ou Poulets nourris avec des probiotiques, leur utilisation rapporte une amélioration similaire des indicateurs de croissance (**Gadde et al., 2017**).

II.4 Les acides organiques

Sont des molécules basiques pour la bonne santé de l'appareil gastro-intestinal chez le poulet, car ils diminuent la valeur du pH à l'intérieur des intestins (**Chaali, 2017**). L'ajout d'acides organiques dans l'alimentation peut aider à augmenter le contrôle des micro-organismes dans l'estomac et ensuite dans l'intestin (**Rosellia et al., 2005**). Des effets similaires de l'amélioration des performances de croissance ont été observés lorsque l'acide butyrique était inclus dans l'alimentation des poulets de chair. Plusieurs autres acides organiques qui ont été testés, ont démontré qu'ils amélioreraient les performances de la volaille, comme : l'acide lactique, citrique, formique, malique, surpique et tartrique. (**Gadde et al., 2017**).

II.5 Autres alternatives aux antibiotiques

II.5.1 Les bactériophages

Les bactériophages se sont des virus qui infectent et tuent les bactéries. Leur spectre d'action est très étroit, parfois limité à une souche bactérienne. Ils peuvent donc être utilisés sur une cible précise sans altérer les autres bactéries de l'hôte. Leur effet lytique sur les bactéries est très rapide et s'accompagne d'une action antibiofilm par la production d'enzymes qui détruisent les biofilms et empêchent leur formation. D'après les études du **Anses, (2018)**, En médecine vétérinaire, ils ont été testés chez le poulet (pour le contrôle de la colibacillose), le porc, les chevaux, et en aquaculture. Ils ne peuvent être utilisés que pour traiter les infections extracellulaires car ils ne pénètrent pas dans les cellules autres que les bactéries.

II.5.2 Les peptides

Les peptides antimicrobiens (PAM) sont de petites molécules cationiques ou anioniques, présentant un nombre limité de motifs structuraux dont les séquences, activités et cibles sont très diverses (**Ducrot et al. 2017**). Ils sont produits par de nombreux organismes, des bactéries, ils ont une grande diversité structurale. Ils agissent sur les microorganismes soit en perméabilisant leur membrane par un effet de type détergent ou par la formation de pores, soit sur une cible intracellulaire en se liant aux ribosomes et en inhibant le mécanisme de traduction génétique donc la capacité de multiplication (**Jenssen et al. 2006**).

II.5.3 Les enzymes

Les enzymes alimentaires sont eux aussi utilisés depuis longtemps. Ce sont des protéines biologiquement actives qui dégradent les nutriments en particules de plus petites tailles, et facilitent ainsi la digestion et l'absorption.

Ils agissent selon plusieurs modalités : (**Swann et Romero, 2014**)

- Augmentation de la digestibilité des nutriments non dégradés par les enzymes de l'hôte.
- Inactivation des facteurs anti-nutritionnels comme les l'acide phytique et les polysaccharides non amylacés (NSP) solubles et réduction de la viscosité du contenu intestinal.
- Augmentation de la solubilité des NSP insolubles et facilitation des fermentations dans le gros intestin.
- Complément d'apport en enzymes chez les jeunes animaux dont le système digestif n'est pas complètement opérationnel.
- Modification de la flore digestive par réduction de la présence de substrats non digérés.

- Production de poly-saccharides à courte chaîne à partir des NSP des parois végétales qui jouent un effet probiotique.

II.5.4 Les bactériocines

Tagg *et al.* (1976) ont défini les bactériocines comme étant « des substances de nature protéique produites par des bactéries et agissant sur d'autres bactéries taxonomiquement proches », elles ont ensuite été définies par **Klaenhammer (1988)** comme étant « des substances de nature totalement ou partiellement protéique, a activité bactéricide en vers les bactéries proche de la souche productrice, elles sont synthétisé par voie ribosomique sous forme de peptides inactif et deviennent actives en milieux extracellulaire ». Les ont caractérisées comme étant des peptides antimicrobiens le plus souvent cationique, modifiés ou non post-traductionnellement, de masses moléculaires comprises entre 2 et 6 kDa. Elles ont été classées par Klaenhammer en 4 classes distinctes qu'on va présenter dans le tableau V : (**Heng *et al.*, 2007**).

Tableau V: les différentes classes de bactériocines

| Classes | Caractères |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Classe I : les lantibiotiques | Elles sont de petits peptides, à PM inférieur à 5kDa et agissant sur la membrane cytoplasmique. Elles possèdent des acides aminés modifiés (la lanthionine et la Beta-méthyl-lanthionine), on en cite comme exemple la nisine, la subtiline, la duramycine, et la cytolysine L1 (Delves-Broughton <i>et al.</i>, 1996; Saris <i>et al.</i>, 1996; Sahl et Bierbaum, 1998). |

| | |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;">Classe II :</p> | <p>Ce sont des peptides de petite taille, à PM inférieur à 10kDa, thermostables. Sans acides aminé modifié, mais contiens des ponts disulfures issus de la liaison entre deux résidus de cystéine, elles agissent en formant des hélices amphiphiles avec des régions hydrophobes. Cette classe est subdivisée en trois sous –classes :</p> <p>II-a : des bactériocines actives contre <i>Listeria</i> spp et ayant une séquence N-termiale comme suit : YG-NGV (Pediocin Box). La pediocine PA-1, la sakacine P, la leucocine A-UAL187 et la curvacine A en sont des exemples (Hastings et al.,1991 ; Holck et al., 1992 ; Tichaczek et al.,1992 ; Chikindaset al., 1995).</p> <p>II-b : ce sont des bactériocines à deux peptides, et qui formes un complexe de poration quand elles sont actives. La lactococcine G et la lactacine F en sont des exemples (Nissen-Meyer et al.,Mullet-Powell et al.,1998).</p> <p>II-c : ce sont des peptides qui nécessitent la présence d’un résidu cystéine pour être actif. On cite la lactococcine B comme exemple (Venema et al.,1993)</p> |
| <p style="text-align: center;">Classe III</p> | <p>Cette classe comprend les bactériocines à poids moléculaire supérieur à 30kDa. Ces bactériocines sont thermosensibles, on en cite l’elevéticine J et les lacticines A et B comme exemple (Joerger et Klaenhammer, 1986; Toba et al.,1991a).</p> |

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Classe IV : | Cette classe englobe les bactériocines qui ont besoin de la présence d'une partie non protéique (comme un lipide ou un sucre) pour être actives. C'est le cas de la pediocine SJ-1 et de la lactocine 27 (Upreti et Hinsdill, 1975 ; Schved <i>et al.</i>, 1993). |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

II.5.5 Huiles essentiels

De nombreuses études révèlent l'intérêt des extraits de plantes tant qu'additifs alimentaires. Ses effets préventifs et curatifs sur les infections sont beaucoup moins clairs. Une grande variété de plantes a été testée pour les propriétés des tiges, des feuilles, des fleurs, des fruits, des graines, des racines, de l'écorce. Les huiles essentielles (thymol, carvacrol, cinnamaldéhyde, extraits de clou de girofle, coriandre, anis étoilé, curcuma, cumin, basilic, sauge, citron ...), peuvent être ajoutées directement aux aliments, seules ou en mélange. Les résultats peuvent varier considérablement en fonction des taux d'incorporation, de l'origine des plantes et des conditions environnementales de récolte. Chez le poulet, les huiles essentielles et les tannins permettent de contrôler l'entérite nécrosante (**Diaz Carrasco *et al.*, 2016**).

Les alternatives biologiques et leurs propriétés bénéfiques pour les volailles sont présentées dans le Tableau VI:

Chapitre II Les probiotiques et les alternatives aux antibiotiques

Tableau VI : Tableau récapitulatif contenant les alternatives biologiques et leurs propriétés bénéfiques pour les volailles

| Alternatives | Propriétés bénéfiques pour les volailles | Références |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Probiotique | <ul style="list-style-type: none"> - Modifier microflore intestinal. - Stimuler le système immunitaire. - Prévenir la colonisation pathogène. - Améliorer les performances des volailles. | (Alloui, Szczureket al. 2013) |
| Prébiotique | <ul style="list-style-type: none"> - Oligosaccharide. - Nourriture pour les probiotiques et la microflore intestinale. - Source de vie et stimulant des microorganismes digestifs. | (Patterson and Burkholder 2003, Hume 2011) |
| Symbiotique | <ul style="list-style-type: none"> - Combinaison entre les pros biotiques et pré biotiques pouvant améliorer la survie de l'organisme pro biotique. | (Fallah, Kianiet al. 2013) |
| Acide organique | <ul style="list-style-type: none"> - Diminuer la valeur du pH à l'intérieur des intestins. - Agir comme agents conservateurs. - Empêcher contamination microbienne. | (Fallah, 2013) |
| Huiles essentielles | <ul style="list-style-type: none"> -Effets antimicrobiens grâce aux composés phénoliques. - Réduire la prolifération des bactéries. | (Fallah, 2013) |
| Protéines | <ul style="list-style-type: none"> - Croissance des muscles. - Effet antimicrobiens grâce aux peptides bioactifs. - Régulateur de l'activité des hormones. | (Joerger 2003, Sharma, Singhet al. 2011) |
| Enzymes | <ul style="list-style-type: none"> - Utiliser pour briser spécialement les polysaccharides non amylacés. - Faciliter l'assimilation des nutriments par les microorganismes de la flore intestinale. - Améliore l'assimilation des aliments. | (Yang, Ijiet al. 2009) |

PARTIE II : Matériel et méthodes

Objectif du travail

Le travail réalisé a pour but d'étudier l'activité antibactérienne de quelques souches bactériennes isolées à partir des selles de poulet.

I. Souches tests

Les souches tests utilisées dans ce travail sont des bactéries isolées à partir des selles de poulet. Elles sont conservées dans le bouillon MRS à -20°C .

II. Souches cibles (Salmonelles)

Elles ont été isolées par l'équipe de Mr. TOUATI à partir des denrées alimentaires :

Abats de poulet (AB).

Viande hachée (VH).

Fromage (Fr) traditionnel préparé à partir de lait des vaches et des chèvres.

Merguez (MZ).

Glasses (G).

III. Revivification des souches

III.1 Souches tests

Les souches tests conservées ont été revivifiées par une série de trois repiquages successifs dans 10ml de bouillons MRS. Les sept souches sont présentées dans le tableau VII:

III.2 Souches cibles

Les souches cibles (Salmonelles) conservées sur gélose nutritive sont repiquées dans des tubes d'eau peptonnée avec une incubation de 24h à 37°C .

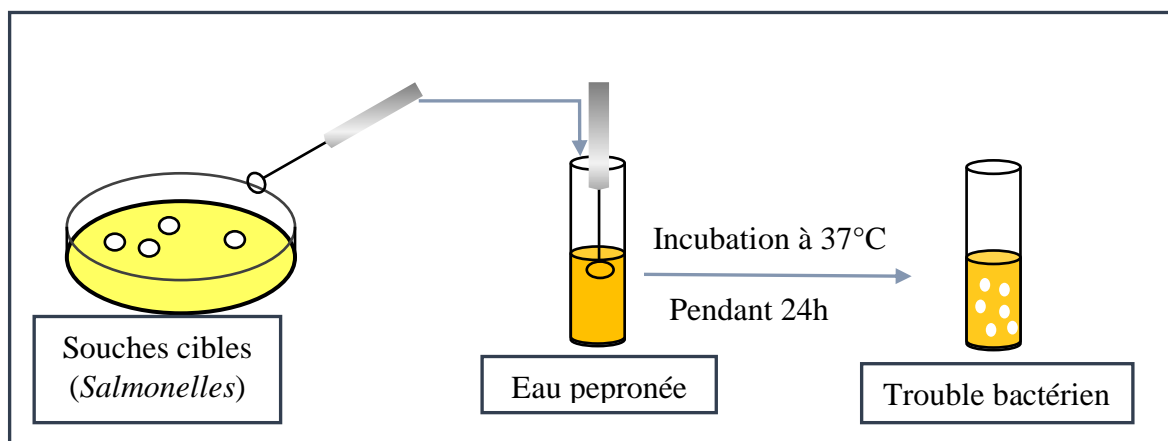


Figure 04 : repiquages des souches cibles

IV. Test d'activité antimicrobienne

IV.1 Préparation des surnageant

Les cultures des souches tests ont été soumises à une centrifugation de 7000g pendant 20min à 4°C. Les surnageants des cultures ont ensuite été récupérés et leurs pH ont été mesurés. Chaque surnageant est divisé en deux échantillons, le premier est neutralisé avec de NAOH 1N et le deuxième est laissé à pH natif.

IV.2 Test des puits

Le but de ce test est d'étudier l'activité antibactérienne des surnageants concentrés non neutralisés et neutralisés des cultures des souches tests à l'égard des salmonelles.

Des boites de pétris ont été coulées avec le milieu Miler Hinton et laissées solidifier, après cela, des dilutions décimales des souches cibles ont été préparés pour obtenir 10^6 UFC/ml dans la gélose.

Après séchage, des puits de 8mm de diamètre ont été creusées puis remplis avec 130 μ l de chaque surnageant (concentré neutralisé et concentré non neutralisé). A la fin de la période d'incubation, les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés.

PARTIE III : Résultats et discussion

I. Résultats

I.2 Test des puits

Dans ce travail, 7 souches tests et 14 souches cibles ont été utilisées. Les résultats des tests des puits ont montré que les surnageants concentrés neutralisés et les surnageants concentrés non neutralisés possèdent une activité inhibitrice contre les souches des *Salmonelles* (Tableau VII et tableau VIII). Pour les surnageants natifs non concentrés il n'y a pas d'activité antibactérienne à l'égard des *Salmonelles*.

Tableau VII : Résultats du test des puits avec des surnageants concentrés non neutralisés.

| Souches T / Souches:C:TSA | 24 | 25 | 32 | 33 | 34 | 30 | 50 |
|------------------------------|------|------|------|------|----|----|------|
| .TSA.AB.57.R | 21mm | 19mm | 20mm | 17mm | - | - | 20mm |
| TSA.AB.59.R | 28mm | 18mm | 18mm | 28mm | - | - | 20mm |
| TSA.AB.76.R | 22mm | 18mm | 24mm | 20mm | - | - | 22mm |
| TSA.AB.27.N | 22mm | 23mm | 18mm | 18mm | - | - | 23mm |
| S.MZ.7.N | 23mm | 25mm | 19mm | - | - | - | - |
| S.MZ.1.N | 22mm | 22mm | 18mm | - | - | - | - |
| S.MZ.3.N | 18mm | 20mm | 17mm | - | - | - | - |
| S.MZ.11.N | 22mm | 24mm | 18mm | - | - | - | - |
| S.MZ.7.R | 23mm | 24mm | 17mm | - | - | - | - |
| S.G.33.N | 22mm | 23mm | 18mm | - | - | - | - |
| S.VH.87.N | 20mm | 28mm | 17mm | - | - | - | - |
| S.VH.87.R | 18mm | 21mm | 20mm | - | - | - | - |
| S.Fr.1.N | 20mm | 22mm | 19mm | - | - | - | - |
| AB.35.N | 15mm | 24mm | 15mm | - | - | - | - |

- : Surnageant non testés

Pour les surnageants neutralisés, les souches S24, S34, S30 ont une meilleure activité contre *Salmonella* avec des diamètres de 25mm, 25mm, 28mm, respectivement, et seulement

les souches S24, S32, S33 et S50 non pas d'activité contre la souche cible (TSA. AB. 57R), et ceux des souches S24, S25, S32, S33, S34, S30 et S50 non pas d'activité contre *Salmonella* (souche cible TSA. AB.59R), et ceux des souches S25, S33 et S50 non pas d'activité contre *Salmonella* (souche cible TSA. AB. (I) 27N) (Tableau VIII).

Tableau VIII : Résultats du test des puits avec des surnageants concentrés neutralisés

| Souches T / Souches:C:TSA | 24 | 25 | 32 | 33 | 34 | 30 | 50 |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| TSA.AB.57.R | 0 | 16mm | 0 | 0 | 22mm | 25mm | 0 |
| TSA.AB.59.R | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TSA.AB.76.R | 25mm | 16mm | 18mm | 16mm | 25mm | 26mm | 18mm |
| TSA.AB.27.N | 23mm | 0 | 16mm | 0 | 23mm | 26mm | 0 |

Parmi les septes souches testées, la S24, S33 et S32 sont celles dont le surnageant concentré non neutralisé à une meilleure activité contre *Salmonella* avec un diamètre d'inhibition de 28 mm. (Tableau VII), et la S30 est celle dont le concentré neutralisé à une meilleure activité contre *Salmonella* avec un diamètre d'inhibition de 26 mm (Tableau VIII).

II. Discussion

Le but de la neutralisation des surnageants est la mise en évidence de l'origine de l'antibiose. Pour les surnageants non neutralisés, le pH varie entre 4 et 5 donc l'activité anti-*Salmonella* est due à l'acidité. Cependant, après la neutralisation les résultats ont montré que l'activité anti-*Salmonella* pourrait être due soit : à la présence seulement des acides organiques comme pour les souches S33, S50 ou à d'autres substances que les acides organiques comme pour les souches S30, S24, S34.

Selon **Iba el Berchieri (1995)**, les acides organiques décontaminent les aliments et ils empêchent l'absorption de *Salmonella* par le poulet. **Khan et Katamay (1969)** ont évalué l'efficacité de 32 préparations d'acides organiques différentes pour décontaminer la farine d'os et ils ont montré que les acides organiques volatils de faible poids moléculaire étaient les plus efficaces, leurs résultats ont servi au développement de composés acides non toxiques pour contrôler *Salmonella*. Ces acides organiques ont été ajoutés aux aliments, à l'eau de boisson et à d'autres matrices afin d'empêcher l'infection par *Salmonella* et leurs transmissions à travers la chaîne alimentaire.

Les acides organiques sont inhibiteurs lorsque le pH est acide mais certaines bactéries sont beaucoup plus résistantes que les autres. L'inhibition de la croissance microbienne par les acides organiques s'explique par la capacité de ces acides à traverser la membrane cellulaire et à se dissocier à l'intérieur de la cellule et acidifier le cytoplasme cellulaire (**Kirshket, 1987**). Ainsi, les acides ont différentes actions telles qu'un excellent pouvoir bactéricide ou un effet bactériostatique contre les microorganismes pathogènes qui se trouvent dans le tube digestif (**Jedidi, 2007**).

Chez *Salmonella* les acides gras à chaîne moyenne (AGCM) comme l'acide caproïque, l'acide caprylique, l'acide caprique et l'acide laurique, sont plus efficaces contre *Salmonella*, que les acides : formique, acétique, propionique et butyrique. De ce fait, 25mM d'acide C₆ à C₁₀ étaient bactériostatiques pour *Salmonella enteritidis*, mais la même souche tolérait 100mM d'acides gras à chaîne courte (AGCC) (**VanImmerseel et al., 2003,2004b**).

Sprong et al., (2001), ont rapporté que les acides caprylique et caprique étaient bactéricides, mais que les acides (C₁₄ :0, C₁₈ :1 et C₁₈ :2) ne l'étaient pas. Lorsque *S. enteritidis* et *S. typhimurium* ont été incubés avec de faibles concentrations de monocaprines (5mM) qui avaient été combinées avec un émulsifiant, les bactéries n'ont pas survécu (**Thormar et al., 2006**). Selon **Humphrey et lanning (1988)**, le nombre d'échantillons

d'aliments positifs à *Salmonella* a diminué de 4,1 à 1,1% après que l'aliment ait été supplémenté avec 0,5 d'acide formique.

Les antibiotiques ont été utilisés pour améliorer la conversion des aliments, le taux de croissance et la santé des oiseaux, augmentant à la fois la production et la rentabilité de la production avicole commerciale traditionnelle (**Gadde et al., 2017 ; Lourenco et al., 2019b**). Aujourd'hui, selon la définition adoptée par la FAO et l'OMS, les probiotiques sont des microorganismes vivants qui, une fois administrés en quantité adéquate, produisent un bénéfice pour la santé de l'hôte (**Anukam et Reid, 2007**).

Une fois adhérents à l'intestin, les probiotiques synthétisent des molécules à action bactéricide ou bactériostatique comme les acides organiques, le peroxyde d'hydrogène, le diacétyl et les bactériocines (**Osuntoki et al., 2010; Hassan et al., 2001**).

Le peroxyde d'hydrogène est produit par les genres de bactéries lactiques, surtout par les espèces du genre *Lactobacillus* (**Dellaglio et al., 1994**). Il agit sur les microorganismes cibles en perméabilisant leur membrane, il peut aussi agir comme un précurseur pour la formation de radicaux libres comme l'ion superoxyde ($O^{\cdot-}$) qui peuvent endommager l'ADN (**Ammor et al., 2006**).

Svetoch et al., (2011) ont montré qu'un traitement par la bactériocine L-1077, produite par la souche (*L. salivarius* NRRL B-50053), de poulets infectés par *C. jejuni* et *Salmonella Enteritidis* permet d'obtenir plus de 4 réductions décimales du nombre de ces bactéries par gramme de contenu caecal par rapport aux témoins. Par surcroît, la présence de ces bactéries dans le foie et la rate des animaux est très fortement réduite, aussi les bactériocines des bactéries lactiques sont considérées comme une nouvelle génération d'antibiotiques avec de puissantes activités *in vitro* et *in vivo* (**Stern et al., 2008 ; Rihakova et al., 2010 ; Al Atya et al., 2016 ; Jiang et al., 2016 ; Caly et al., 2017 ; Seddik et al., 2017**). L'administration orale de ces substances est un défi en raison de leur dégradation par les enzymes digestives. Ce cas a été rapporté *in vivo* pour la lacticine 3147 et la nisine (**Gardiner et al., 2007 ; Gough et coll., 2018**).

Les enzymes agissent sur les composés nutritionnels présents dans les aliments d'origine végétale tels que l'acide phytique, les polysaccharides non amylacés et les glucides, complexes de la paroi cellulaire. Leur effet bénéfique sur la croissance est reconnu. Elles peuvent être très conséquentes : augmentation de la digestibilité des protéines, de l'amidon et

des matières, respectivement 22,7, 88,9 et 33,4 % dans une méta-analyse(**Swann et Romero en 2014**).

Les immunomodulateurs sont des substances qui stimulent le système immunitaire de manière non spécifique, contrairement aux vaccins qui ciblent spécifiquement des antigènes ou pathogènes spécifiques. Chez le poussin d'un jour, le traitement avec un cytosine-phosphate-guanine CpG avant l'inoculation expérimentale par *Escherichia coli* réduit significativement la gravité des symptômes et des lésions. D'une façon générale, les immunomodulateurs stimulent la réponse immunitaire des animaux. Ils peuvent présenter un certain intérêt mais leur coût et leurs conditions d'utilisation souvent compliquées en limitent l'intérêt. Rappelons aussi que les vitamines, en particulier les vitamines E et C, ainsi que les oligo-éléments, tout spécialement le sélénium, ont des effets immunostimulants (**Laval. 2020**).

Conclusion

Conclusion

Les antibiotiques sont des médicaments capables d'entraîner la destruction ou l'arrêt de la multiplication des microorganismes, ils sont indispensables pour le contrôle des maladies infectieuses d'origines bactériennes. Face à l'administration des antibiotiques, les bactéries s'adaptent et acquièrent de nouvelles résistances qui contribuent sans doute à un des défis médicaux majeurs. Pour mettre fin à cette antibiorésistance et d'autres problèmes de santé publique, les alternatives aux antibiotiques sont devenues une nécessité.

Dans ce travail, 07 souches bactériennes isolées à partir des selles de poulets sont utilisées pour étudier leur activité antibactérienne à l'égard de 14 souches de *Salmonella* (test des puits). Les résultats obtenus montrent que tous les surnageants ont une activité antibactérienne contre les souches de *Salmonella* étudiées avec des diamètres entre 16 et 28 mm, les souches les plus actives sont : S24, S25, S33. Cependant, les surnageants neutralisés ont présentés des activités antibactériennes variables en fonction des souches cibles et des souches tests avec des diamètres entre 0 à 26 mm. Les meilleures souches dont les surnageants neutralisés présentent une activité anti-Salmonelle sont : S24, S30, S34.

Le travail réalisé n'étant que préliminaires, les travaux suivants peuvent lui être complémentaires :

- Déterminer l'origine de l'antibiose des surnageants neutralisés en utilisant des enzymes protéolytiques.
- Faire un challenge test
- Effectuer une étude *in vivo* afin de déterminer l'effet anti-Salmonelles des souches tests.

Références

Références

A

- **Achtman M., Wain J., Weill F-X., Nair S., Zhou Z., Sangal V., et al.**(2012) Multi locus sequence typing as a replacement for serotyping in *Salmonella enterica*. *PLoS Pathog* 8:e1002776. Doi:10.1371/journal.ppat.1002776.
- **Adeela Y., Masood Sadiq Butt B., Muhammad Afzaal A., Marleen van Baak C., Muhammad Tahir Nadeem A., Muhammad Zia Shahid A., (2015).**Prebiotics, gut microbiota and metabolic risks: Unveiling the relationship.*Journal of Functional Foods* 17 (2015) 189–20.
- **Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA) (2006).**Usages vétérinaires des antibiotiques, résistance bactérienne et conséquences pour la santé humaine. Rapport du Groupe de travail de l'AFSSA sur l'antibiorésistance. AFSSA, Maisson-Alfort, 214 pp.
- **Allen, U. Y., Levine T., Looft M., Bandrick, and Th. A. Casey. (2013).** Treatment, promotion, commotion: antibiotic alternatives in food-producing animals. *Trends in Microbiology*, 21 114-119.
- **Alloui MN, Szczurek W and Świątkiewicz S (2013).**The usefulness of prebiotics and probiotics in modern poultry nutrition: a review. *Annals of Animal Science* 13: 17–32.
- **Alloui MN., Szczurek W. and Świątkiewicz S., (2013).**The usefulness of prebiotics and probiotics in modern poultry nutrition: a review. *Annals of Animal Science* 13: 17–32.
- **Ammor S., Tauveron G., Dufour E., et Chevallier I. (2006).**A ntibacterial activity of LAB against spoilage and pathogenic bacteria isolated from the same meat small-scale facility, 1-screening and characterization of the antibacterial compounds *Food control*.17: 454-461.
- **Amrouche T. (2005).**Contribution à l'étude du pouvoir immunomodulateur des Bifidobactéries : analyse *in vitro* et étude et étude *ex vivo* des mécanismes moléculaires impliqués. Thèse de Doctorat en science et technologie des aliments. Université de Laval, faculté des sciences de l'agriculture et des aliments, Québec.155p.
- **Anses, (2018).** Rapport sur l'État des lieux des alternatives aux antibiotiques en vue de diminuer leur usage en élevage. Février, 184 pages.

- **Anukam K. C. et Reid G., 2007. Probiotics: 100 years (1907-2007)** after Elie Metchnikoff's Observation. Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology A. Méndez-Vilas (Ed.).

B

- **Baird-Parker, A.C. (1990).** Foodborne salmonellosis. *Lancet (London, England)* 336, 1231-1235. doi:10.1016/0140-6736(90)92844-8.
- **Balcázar J. L. et Luna T. R., 2007.** Inhibitory activity of probiotic *Bacillus subtilis* UTM126 against *Vibrio* species confers protection against vibriosis in juvenile shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Current Microbiology*, 55: 409–412.
- **Batoul M. 2001.** *Salmonella*. Faculté de Médecine de Setif : Service de Microbiologie ; 5p.
- **Bentley, R. and Bennett J.W.** *What is an antibiotic Revisited*. *Adv Appl Microbiol*, 2003. 52: p. 303-31.
- **Benyacoub J., Czarnecki-Maulden G. L., Cavadini C., Sauthier T., Anderson R. E., Schiffrin E. J. et Von der Weid T., 2003.** Supplementation of Food with *Enterococcus faecium* (SF68) Stimulates Immune Functions in Young Dogs. American Society for Nutritional Sciences. p1158-1162.
- **Bhunia A.K., Johnson M. C. et Ray B., 1988.** Purification, characterization, and antimicrobial spectrum of a bacteriocin produced by *Pediococcus acidilactici*. *Journal of Applied Microbiology* 65(4): 261-268.
- **Bouyahiaoui H., 2003.** Etude de quelques résultats de l'accoupage et l'engraissement du poulet de chair dans la région du centre. Thèse d'ingénieur agronome, UMMTO, p68.
- **Brandl M.T., 2006.** Fitness of human enteric pathogens on plants and implications for food safety. *Annual Review of Phytopathology* 44 : 367-92.
- **Brenner D. M. et Chey W.D., 2009.** *Bifidobacterium infantis* 35624: A Novel Probiotic for the Treatment of Irritable Bowel Syndrome, *Reviews in Gastrointestinal Disorders* 9.
- **Butt A. A. Aldridge K. E., 2004.** Infections related to the ingestion of seafood Part I: Viral and bacterial infections. *Lancet Infectious Diseases* 4(4) : 201-212.

C

- **Callaway, T. R., T. S. Edrington, T. L. Poole, and D. J. Nisbet. 2011.** Current status of practical applications: probiotics in dairy cattle. Pages 121 – 135 in *Direct-Fed Microbials*

- and Prebiotics for Animals: Science and Mechanisms of Action. S. C. Ricke and T. R. Callawayeds. Springer, New York, NY, USA. doi: 10.1007/978-1-4614-1311-0_8
- **Carlier, V. et Lagrange, P. (2001)** Salmonella, service d'information alimentaire, H.C.S, International, Paris, pp : 84.
 - **Cebrián R., Baños A., Valdivia E., Pérez-Pulido R., Martínez-Bueno M. et Maqueda M., 2012.** Characterization of functional, safety, and probiotic properties of *Enterococcus faecalis* UGRA10, a new AS-48-producer strain. *Food Microbiology* 30: 59-67.
 - **Chaali Mona. (2017).** Développement d'une nouvelle alternative aux antibiotiques utilisés dans l'élevage de volaille à base d'une combinaison entre : laccase - protéines de levure - acide citrique. Mémoire pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en sciences de l'eau. Université du Québec institut national de la recherche scientifique centre eau terre environnement. 69P.
 - **Chauvin C. 2009.** Usage des antibiotiques et résistance bactérienne en élevage de volailles (Thèse de doctorat), Université Rennes 1, 25 p.
 - **Chiang B.L., Sheih Y.H., Wang L.H., Liao C.K. et Gill H.S., 2000.** Enhancing immunity by dietary consumption of a probiotic lactic acid bacterium (*Bifidobacterium lactis* HN019): optimization and definition of cellular immune responses, *European Journal of Clinical Nutrition* 54: 849-855.
 - **CNRS, Salmonellose. 2005,** Centre National de la Recherche Scientifique. p. 2.

D

- **Dechet A.M., Scallan E., 2008.** Outbreak of multidrug-resistant *Salmonella* enterica serotype Typhimurium Definitive Type 104 infection linked to commercial ground beef, northeastern United States, 2003-2004. *Clinical Infectious Diseases* 42(6): 747-52.
- **Dellaglio F., De Roissart H., Tourriani S., Curk M. C., Jenssen D. (1994).** Caractéristiques générales des bactéries lactiques. In De de Roissert, H., et Luquet, F. M. « bactéries lactiques ». 1 : pp 25-116.
- **Delves-Broughton, J., Blackburn, P., Evans R J., Hugenholtz, J. (1996).** Applications of the bacteriocin, nisin. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 69(2) : 193-202.
- **De Jong B., Andersson Y., 2005.** Effect of regulation and education on reptile associated salmonellosis. *Emerging Infectious Diseases* 11(3): 398-403.
- **De Jong B., Ekdahl K., 2006.** Human salmonellosis in travelers is highly correlated to the prevalence of *Salmonella* in laying hen flocks. *EuroSurveillance*, 11(7): E060706 1.

- **J. M. Diaz Carrasco , L. M. Redondo , E. A. Redondo , J. E. Dominguez , A. P. Chacana , M. E. Fernandez Miyakawa.** Use of Plant Extracts as an Effective Manner to Control *Clostridium perfringens* Induced Necrotic Enteritis in Poultry. *Biomedical Research International*. Article ID 3278359, 15 p., 2016.
- **Donkor E.S., Newman M.J., Tay S.C.K., Dayie N.T.K.D., Bannerman E. et Olu-Taiwo M. (2011).** Investigation into the risk of exposure to antibiotic residues contaminating meat and egg in Ghana. *Food Control*, 22, 869–873.
- **Dos, S.A., Conceicao, L.L., Siqueira, N.P., Rosa, D.D., Silva, L.L., Peluzio, M. et doc. G. (2017).** Review of the mechanisms of probiotic actions in the prevention of colorectal cancer. *Nutrition Research*. 37 :14-19.
- **C. Ducrot, D. Fric, A.-C. Lalmanach, V. Monnet, P. Sanders, C. Schouler.** Perspectives d'alternatives thérapeutiques antimicrobiennes aux antibiotiques en élevage. *INRA Productions animales*, 30 : 77-88, 2017.
- **DuPont H.L., 2007.** The growing threat of foodborne bacterial enteropathogens of animal origin. *Clinical Infectious Diseases* 45(10): 1353-61.

E

- **Edwards-Ingram L., Gitsham P., Burton N., Warhurst G., Clarke I., Hoyle D., Oliver S.G. et Stateva L., 2007.** Genotypic and Physiological Characterization of *Saccharomyces boulardii*, the Probiotic Strain of *Saccharomyces cerevisiae*. *Applied and environmental microbiology* 7: 2458–2467.

F

- **Fadda, M. E., Mossa, V., Deplano, M., Pisano, M. B. et Cosentino L. (2017).** In vitro screening of *Kluyveromyces* strains isolated from Fiore Sardo cheese for potential use as probiotics. *LWT-Food Science and Technology*. 75:100-106.
- **Fallah, R. (2013).** "A review of the role of five kinds of alternatives to in-feed antibiotics in broiler production."
- **Fallah, R., Kiani, A., Azarfar, A. (2013).** A review of the role of five kinds of alternatives to in-feed antibiotics in broiler production. *J. Vet. Med. Anim. Health*, 5, 317–321.
- **Feuillet, L. (2007).** Étude comparative des vaccins et des flores bactériennes dans la lutte contre les *Salmonelles* en élevage de poules pondeuses. *Médecine vétérinaire*. Alfort, École Nationale vétérinaire d'Alfort : 17-21.

G

- **Gadde, U., W. H. Kim, S. T. Oh, and H. S. Lillehoj. 2017.** Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. *Anim. Health Res. Rev.* 18(1):26-45. doi: 10.1017/S1466252316000207.
- **Gardiner GE, Rea MC, Riordan BO, Connor P O, Morgan SM, Lawlor PG, et al. (2007).** Fate of the two-component lantibiotic lactacin3147 in the gastrointestinal tract. *Appl. Environ. Microbiol.* 73, 7103–7109. doi :10.1128/AEM.01117-07.
- **Ghareeb, K., W. A. Awad, M. Mohnl, R. Porta, M. Biarnés, J. Böhm, and G. Schatzmayr. 2012.** Evaluating the efficacy of an avian-specific probiotic to reduce the colonization of *Campylobacter jejuni* in broiler chickens. *Poult. Sci.* 91(8):1825-1832. doi:<https://doi.org/10.3382/ps.2012-02168>.
- **Gieraltowski, L., Higa, J., Peralta, V., Green, A., Schwensohn, C., Rosen, H., Libby, T., Kissler, B., Marsden-Haug, N., Booth, H., Kimura, A., Grass, J., Bicknese, A., Tolar, B., Defibaugh-Chávez, S., Williams, I., and Wise, M. (2016).**
- **Gledel J. (1996).** Le genre *Salmonella* In : Bourgeois. Microbiologie alimentaire. Tome 1. Tec & Doc. Paris. P : 61-77.
- **Gournier-château, N., Larpent, J.P., Castillanos, M.I. et Larpent, J.L. (1994).** Les probiotiques en alimentation animale et humaine. Édition Technologie et documentation Lavoisier. Paris, France. Pp : 1-192.
- **Guarino, A., Guandalini, S. et Vecchio, A.L. (2015).** Probiotics for prevention and treatment of diarrhea. *Journal of clinical gastroenterology.* 49 :37-45.
- **Guarner Francisco (Chair, Espagne), Mary Ellen Sanders (Co-Chair, États-Unis), Rami Eliakim (Israël), Richard Fedorak (Canada), Alfred Gangl (Autriche), James Garisch (Afrique du Sud), Pedro Kaufmann (Uruguay), Tarkan Karakan (République turque), Aamir G. Khan (Pakistan), Nayoung Kim (Corée du Sud), Juan Andrés De Paula (Argentine), Balakrishnan Ramakrishna (Inde), Fergus Shanahan (Irlande), Hania Szajewska (Pologne), Alan Thomson (Canada), Anton Le Mair (Pays Bas), Jean-Jacques Gonvers (Suisse). (2017).** Probiotiques et prébiotiques. WGO (World Gastroenterology Organisation, 2017) Global Guideline.
- **Guérin, J.-L., Balloy, D., Facon, C., Villate, D. " Maladies des volailles". Paris. Édition France. 4^e édition. Salmonelloses aviaires. 2018. P 314.**
- **Griffith R.W., Schwartz K.J., Meyerholz D.K., 2006.** *Salmonella* Diseases of swine, 9th Edition. *Blackwell Publishing*, Ames. P.739-754.

- **Grimont P.A.D. et Weill F-X. (2007).** Antigenic Formulae of the *Salmonella* Serovars. 9TH edition, WHO Collaborating Centre for Reference and Research on Salmonella.

H

- **Haeghebaert S., Sulem P., 2003.** Two outbreaks of *Salmonella* Enteritidis phage type 8 linked to the consumption of Cantal cheese made with raw milk, France, 2001. *Europe Surveillance* 8 (7): 151-6.
- **Hastings J.W., Saiier M., Roy ILL., Vederas J.C., Stiles M.E. (1991).** Characterization of leucocin A-UAL 187 and cloning of the bacteriocin gene from *Leuconostoc gelidul*. *J. Bacterio L.* 173(23): 749-7500.
- **Heng N.C.K., Wescombe P. A., Burton J. P., Jack R. W., Tagg J. R. (2007a).** The Diversity of Bacteriocins in Gram-Positive Bacteria. In: Riley, M.A., and Chavan, M.A. (Eds). *Bacterocins: Ecology and Evolution*. Springer Verlag. Berlin Germany. PP 45-92.
- **Hennessy T.W., Cheng L.H., 2004.** Egg consumption is the principal risk factor for sporadic *Salmonella* serotype Heidelberg infections: A case-control study in foodnet sites." *Clinical Infectious Diseases* 38.
- **Henry D.P., Frost A.J., Samuel J.L., O'Boyle D.A., Thomson R.H., 1983.** Factors affecting the survival of *Salmonella* and *Escherichia Coli* in anaerobically fermented pig waste. *Journal of Applied Bacteriology* 55:89-95.
- **Hensel, M.,** Evolution of pathogenicity islands of *Salmonella enterica*. *Int J Med Microbiol*, 2004. 294(2-3): p. 95-102.
- **Hume, M. (2011).** "Food safety symposium: potential impact of reduced antibiotic use and the roles of prebiotics, probiotics, and other alternatives in antibiotic-free broiler production." *Poultry Science* 90: 2663-2669.
- **Humphrey, T.J. & Lanning, D.G. (1988).** The vertical transmission of *Salmonella* and formic acid treatment of chicken feed. *Epidemiology and Infection*, 100, 43_49.

I

- **Iba, A.M. & Berchieri, A. (1995).** Studies on the use of a formic acidpropionic acid mixture (Bio-Add(tm)) to control experimental *Salmonella* infection in broiler chickens. *Avian Pathology*, 24, 303 _ 311.

J

- **Jedidi, H. (2007).** Effet du stress gastro-intestinal sur la physiologie et le métabolisme des bactéries lactiques et probiotiques. Mémoire de Maitre Es-Sciences, Institut de biologie, Université de Tlemcen. Université Laval Québec. 90p.
- **H. Jenssen, P. Hamill, R.E.W. Hancock.** Peptide antimicrobial agents. *Clinical Microbiological Review*, 19: 491-511, 2006.
- **Joerger, M.C. et Klanhammer, T.R., 1986,** Characterization and purification of helveticin I evidence for a chromosomally determined produced by *Lactobacillus helveticus* 48 I.J. *Bacteriol.*, 167(2): 439-446.
- **Jones T. F., Ingram L. A., 2008.** Salmonellosis outcomes differ substantially by serotype." *Journal of Infectious Diseases* 198(1): 109-14.

K

- **Kaci A et Cheriet F, 2013.** Analyse de la compétitivité de la filière de viande de volaille en Algérie : tentatives d'explication d'une déstructuration chronique.
- **Kashket, E.R. (1987).** Bioenergetics of lactic acid bacteria: cytoplasmic pH and osmotolerance. *FEMS Microbiology Reviews*, 46, 233 _244.
- **Khan, M. & Katamay, M. (1969).** Antagonistic effects of fatty acids against Salmonella in meat and bone meal. *Applied Microbiology*, 17, 402 _404.
- **Kirk M. D., McKay I., 2008.** Food safety: foodborne disease in Australia: TheOzFoodNet experience. *Clinical Infectious Diseases* 47(3): 392-400.
- **Klaenhammer T.R., 1986,** Bacteriocins of lactic acid bacteria. *Biochimie*, 70(3) : 337-349.
- **Koebnick C., Wagner I., Leitzmann P., Stern U. et Zunft H.J.F., 2003.** Probiotic beverage containing *Lactobacillus casei* Shirota improves gastrointestinal symptoms in patients with chronic constipation. *Can. J. Gastroenterol.* 17.
- **Korsak N., Clinquart A., Daube G., 2004.** *Salmonella* spp. Dans les denrées alimentaires d'origine animale : un réel problème de santé publique. *Les annales de médecine vétérinaire* 148(4): 174-193.
- **Korsak, N., Clinquart, A., Daube, G. (2004).** *Salmonella* spp. Dans les denrées alimentaires d'origine animale : un réel problème de santé publique. *Ann. Méd. Vét.*, 148 : 174-193.
- **KRAFT A.A. (1971).** Microbiology of poultry products. *J. Milk Food Technol.*, 34 (1) ,23-29.

L

- **Laval, A. (2020).** Les alternatives aux antibiotiques en élevage. Membre de l'Académie d'agriculture de France, Docteur vétérinaire, agrégée de médecine des animaux d'élevage Professeure honoraire de l'École vétérinaire de Nantes. Potentiels de la science pour une agriculture durable. P25.
- **Le Minor L. (1989).** Les Entérobactéries. Dans : Bactériologie Médicale. 2ème Ed. Flammarion. Paris, 741-823.
- **Lhermie G., Gröhn, Y.T., Raboisson D., 2017.** Addressing antimicrobial resistance: an overview of priority actions to prevent suboptimal antimicrobial use in food-animal production. *Front. Microbiol.* 7: 2114. doi: 10.3389/fmicb.2016.02114.
- **Liévin-Le Moal, V., et Servin, A. L. (2014).** Anti-infective activities of *Lactobacillus* strains in the human intestinal microbiota: from probiotics to gastrointestinal anti-infectious biotherapeutic agents. *Clinical Microbiology Reviews.* 27(2), 167-199.

M

- **Macho fernandez E.(2011).** Rôle du peptidoglycane et du récepteur NOD2 dans les capacités immunorégulatrices des lactobacilles. Thèse de Doctorat en biochimie et biologie moléculaire. Université du Droit et de la santé de lille II ,128p.
- **Markowiak and K Ślizewska.(2018).** The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut Pathogens.*
- **Marshall, B. M., and Levy, S. B. (2011).** Food animals and antimicrobials: impacts on human health. *Clin. Microbiol. Rev.* 24, 718–733. doi: 10.1128/CMR.00002-11.
- **Marteau P., Cuillerier E., Meance S., Gerhardt M. F., Myara A., Bouvier M., Bouley C., Tondou F., Bommelaer G. et Grimaud J. C., 2002.** *Bifidobacterium animalis* strain DN-173 010 shortens the colonic transit time in healthy women: a double-blind, randomized, controlled study. *Aliment Pharmacol Ther* 16: 587-593.
- **Marult. M, Itié-Hafez. S, Berta-Vanrullen.I, Granier.S.A, Born.C, Danan.C, 2014,** Surveillance programmée de la contamination par salmonella spp. Des viandes fraîches de volaille au stade de l'abattoir et de la résistance aux antibiotiques des souches isolées en 2014.

- **Mehdi, Y., Létourneau-Montminy, M.P., Gaucher, M.L., Chorfi, Y., Suresh, G., Rouissi, T., Brar, S.K., Côté, C., Ramirez, A.A., and Godbout, S. (2018).** Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. *AnimNutr*4, 170-178. doi:10.1016/j.aninu.2018.03.002.
- **Mohan R., Koebnick C., Schildt J., Schmidt S., Mueller M., Possner M., Radke M. et Blaut M., 2006.** Effects of *Bifidobacterium lactis* Bb12 Supplementation on Intestinal Microbiota of Preterm Infants: A Double-Blind, Placebo-Controlled, Randomized Study. *Journal of clinical microbiology*, 44 (11): p. 4025–4031.

N

- **Nacer¹ S., El Ftouhy² F., Nassik³ S., Lkhider. M. (2021).** Salmonella spp: Entre l'aspect zoonotique et l'antibiorésistance, quel enjeu pour le secteur de l'aviculture la filière avicole, *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 9(3) (Septembre 2021) 490-499.
- **Nguyen, T.D.T., Kang, J.H. et Lee, M.S., (2007).** Characterization of *Lactobacillus plantarum* PH04, a potential probiotic bacterium with cholesterol-lowering effects. *International Journal of Food Microbiology*. 113 : 358–361.
- **Nissen-Maeyer J., Holo H., Havarstein L.S., Sletten K., Nes I.F. (1992).** A novel lactococcal bacteriocin whose activity depends on the complementary action of two peptides. *J. Bacteriol.*, **174(17)**: 5686-5692.



- **OCDE/FAO.(2021).** Viande. Perspectives Agricoles de L'OCDE/FAO 2021-2030. P185-199.
- **OIE,** Salmonelloses, in Manuel terrestre de l'OIE. 2008a. p. 1387-1405.
- **OMS, 2008** Aide-mémoire 237 avril 2007.
- **OMS (2015).** Maladies d'origine alimentaire : près d'un tiers des décès surviennent chez les enfants de moins de 5 ans.
- **OMS (2018).** Réduction de la consommation inutile d'antibiotiques : la France encore très loin du compte. Semaine mondiale du bon usage des antibiotiques.
- **Osuntoki, A. et Korie, I. (2010).** Antioxidant activity of Whey from milk fermented with *Lactobacillus* species isolated from Nigerian fermented foods. *Food Technology and Biotechnology*. 48(4) : 505-511.

P

- **Pakdaman, M.N., Udani, J.K., Molina, J.P. et Shahani, M. (2016).**The effects of the DDS-1 strain of lactobacillus on symptomatic relief for lactose intolerance-a randomized, double-blind, Placebo-controlled crossover clinical trial. *Nutrition journal*.15 :16-25.
- **Pathmakanthan S., KF Li C., Cowie J. et Hawkey C.J., 2004.** *Lactobacillus plantarum*299: Beneficial *in vitro* immunomodulation in cells extracted from inflamed human colon, *Journal of Gastroenterology and Hepatology*19: 166–173.
- **Patterson, J. and K. Burkholder (2003).** "Application of prebiotics and probiotics in poultry production." *Poultry Science* 82(4): 627-631.
- **Pridmore R. D., Berger B., Desiere F., Vilanova D., barretto C., Pittet A.C., Zwahlen M.C., Rouvet M., Altermann E., Barrangou R., Mollet B., Mercenier A., Klaenhammer T., Arigoni F., et Schell M.A., 2003.**The genome sequence of the probiotic intestinal bacterium *Lactobacillus johnsonii* NCC 533.

R

- **Rabsch, W., Andrews, H. L., Kingsley, R. A., Prager, R., Tschape, H., Adams, L. G. et Baumler, A. G. 2002.** *Salmonella enterica* serotype Typhimurium and its host adapted variants. *Infect Immun*, 70:2249-2255.
- **Rosellia M., Alberto F., Maria S. B., Paolo B., Isabelle O., Elena M., (2005).** Alternatives to in-feed antibiotics in pigs: Evaluation of probiotics, zinc or organic acids as protective agents for the intestinal mucosa. A comparison of *in vitro* and *in vivo* results. *Anim. Res.* 54 (2005) 203–218.
- **Rostagno, M. H., Wesley, I., Trampel, D. et Hurd, H. (2006)** *Salmonella* prevalence in market-age turkeys on farm and at slaughter. *Poultry science.* 85(10):1838-1842.

S

- **Salminen M.K., Tynkkynen S., Rautelin H., Poussa T., Saxelin M., Ristola M., Valtonen V. et Järvinen A., 2004.** The efficacy and safety of probiotic *Lactobacillus rhamnosus* GG on prolonged noninfectious diarrhea in HIV patients on antiretroviral therapy: a randomized, placebo-controlled, crossover study. *HIV Clin Trials* 5: 183-91.

- **Salm-Surv, G. (2005).** Un réseau de l'OMS pour la surveillance des maladies d'origine alimentaire, OMS.
- **Samedi, L. et Charles, A. L. (2019).** Evaluation of Technological and Probiotic Abilities of Local Lactic Acid Bacteria. *Journal of Applied and Environmental Microbiology*. 7(1) :9-19.
- **Sanders P. (2005).** – L'antibiorésistance en médecine vétérinaire : enjeux de santé publique et de santé animale. *Bull. Acad. vét. Fr.*, 158 (2), 137–142.
- **Sanders P., Bousquet-Melou A., Chauvin C. & Toutain P.L. (2011).** – Utilisation des antibiotiques en élevages et enjeux de santé publique. *INRA Prod. anim.*, 24 (2), 199–204.
- **Sasaki Y., Horiuchi H., Kawashima H., Mukai T. et Yamamoto Y., 2014.** NADH Oxidase of *Streptococcus thermophilus* 1131 is Required for the Effective Yogurt Fermentation with *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* 2038. *Bioscience of Microbiota, Food and Health* 33: 31–40.
- **Schlee M., Wehkamp J., Altenhoefer A., Oelschlaeger T. A., Stange E. F. et Fellermann K., 2007.** Induction of Human - Defensin 2 by the Probiotic *Escherichia coli* Nissle 1917 Is Mediated through Flagellin. *Infection and immunity* 75: 2399–2407.
- **Schultz M., Veltkamp C., Dieleman L.A., Grenther W.B., Wyrick P.B., Tonkonogy S.L. et Sartor R.B., 2002.** *Lactobacillus plantarum* 299v in the treatment and prevention of spontaneous colitis in interleukin-10-deficient mice. *Inflamm Bowel Dis*. 8(2): 71-80.
- **Shah, N.P. (2007).** Functional cultures and health benefits. *International Dairy Journal*. 17(11) :60-65.
- **Sharma S, Singh R, Rana S (2011).** Bioactive peptides: a review. *Int J Bioautomation* 15(4):223–250.
- **Sheehan M., Vivien Roy D., Sleator Hill C. et Fitzgerald G. F., 2007.** Improving gastric transit, gastrointestinal persistence and therapeutic efficacy of the probiotic strain *Bifidobacterium breve* UCC2003. *Microbiology* 153: 3563–3571.
- **Sprong, R.C., Hulstein, M.F.E. & Van der Meer, R. (2001).** Bactericidal activities of milk lipids. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 45, 1298 _1301.
- **Stern N, Eruslanov J, Pokhilenko BV, Kovalev VD, Volodina Y N, Perelygin LL, V V, et al. (2008).** Bacteriocins reduce *Campylobacter jejuni* colonization while bacteria producing bacteriocins are ineffective. *Microb. Ecol.*
- **Svetoch E.A., Eruslanov B.V., Levchuk V.P., Perelygin V.V., Mitsevizh E.V., Mitsevizh I.P., Stepanshin J., Dyatlov I., Seal B.S. et Stren N.J. 2011.** Isolation of

Lactobacillus salivarius 1077 (NRRL B-50053) and Characterization of Its Bacteriocin, Including the Antimicrobial Activity Spectrum. *Appl. Environ. Microbiol.*,**77**, 2749-2754.

- **Swann D. et Romero L.**A meta-analysis on effect of a multi-enzyme solution on apparent ileal undigested starch, fat and crude proteins in broilers. *Poultry Science*, 93:E Suppl, 66-67, 2014.



- **Tagg J.R., Hjana A. S., Wann Pniriker L.W. (1976).** Bacteriocins of Gram-positive bacteria. *Bacteriological Reviews*,**40(3)** : 722-756.
- **Taylor, P. W. (2013).** "Alternative natural sources for a new generation of antibacterial agents." *International Journal of Antimicrobial Agents* 42(3): 195-201.
- **Todd E.C., Greig J.D., 2008.** Outbreaks where food workers have been implicated in the spread of foodborne disease. Part 5. Sources of contamination and pathogen excretion from infected persons. *Journal of Food Protection* 71(12): 2582-95.
- **Thormar, H., Hilmarsson, H. & Bersson, G. (2006).** Stable concentrated emulsions of the 1-monoglyceride of capric acid (monocaprin) with microbicidal activities against the food-borne bacteria *Campylobacter jejuni*, *Salmonella* spp., and *Escherichia coli*. *Applied and Environmental Microbiology*, 72, 522 _526.



- **Upreti G.C., Hidl R.D. (1975).** Production and mode of action of lactocin 27: bacteriocin from a homofermentative *Lactobacillus*. *Antimicrob. Agents Chemother.*7(2):139-145.



- **Van Immerseel F., Cauwerts K., Devriese L.A., Haesebrock F., Ducatelle R. (2002).** Feed additives to control *Salmonella* in poultry. *World Poult. Sci. J.*, 58, 501-513.
- **Van Immerseel F., De Buck J., Boyen F., Pasmans F., 2005.** *Salmonella* dans la viande de volaille et dans les oeufs: un danger pour le consommateur qui demande la mise en place d'un programme de lutte. *Médecine Vétérinaire*. 149 :34-48
- **Van Immerseel F., Russell J. B., Flythe M.D., Gantois L., Timbermont L., Pasmans F., Haesebrouck F. et Ducatelle R., 2007,** the use of organic acids to combat salmonella in poultry: a mecanistic explantation of the efficacy.
- **Van Immerseel, F., De Buck, J., Meulemans, G., Pasmans, F., Velge, P., Bottreau, E., Haesebrouck, F. & Ducatelle, R. (2003).**Invasion of *Salmonella* Enteritidis in avian

intestinal epithelial cells in vitro is influenced by short-chain fatty acids. *International Journal of Food Microbiology*, 85, 237-248.

- **Venema K., Abee T., Handrikman A.J., Leenhouts K.J., Konings W.N., Venema G. (1993).** Mode of action of lactococcin B, a thiol-activated bacteriocin from *Lactococcus lactis*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 59(4) : 1041 – 1048.

W

- **Wayne L.G., Brenner D.G., Colwell R.R., Grimont P.A.D., Kandler O., Krichevsky M. I., Moore H., Moore W. E. C., Murray R. G. E., Stackbrandt E., Starr M. P., Trüper H.G., 1987.** Report of the ad-hoc committee on reconciliation of approaches to bacterial systematics. *International journal of systematic Bacteriology* 37, 463-464.
- **Weill F-X., 2008.** *Salmonelles* non-typhiques d'origine animale et résistance aux antibiotiques. Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France-2008-Tome 161-N°3.
- **Windisch W. M., Schedle K., Plitzner C. and Kroismayr A., 2008.** Use of phyto-genic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science* 86 (E. Suppl.) : 140 - 148.

Y

- **Yang, Y., et al. (2009).** "Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: a review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics." *World's Poultry Science Journal* 65(01): 97-114.
- **Yue, M. (2016).** Bacterial Persistent Infection at the Interface Between Host and Microbiota. *Clin Infect Dis* 62, 1325-1326. doi:10.1093/cid/ciw136.

Z

- **Zhang, Q., Wu, Y. et Fei, X., (2016).** Effect of probiotics on body weight and body-mass index: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 67: 571-580.

ANNEXE

ANNEXE A

Matériels et Appareillages

➤ **Matériel**

- Boîtes de pétri
- Tubes à essai + Support
- Ballons ; flacons
- Pissette ; Pince
- Erlenmeyer ; Bêchers
- Tubes Eppendorf (Tubes à centrifuger)
- Embouts bleu
- Pipettes Pasteur (Compte-gouttes)
- Pipettes Pasteur en verre
- Anses de platine ou Ensemenceur métallique
- Barreau magnétique
- Spatule

➤ **Appareillages**

- Balance Electronique
 - Plaque chauffante agitatrice magnétique ou Agitateur magnétique chauffant
 - Bain marie
 - Autoclave
 - Réfrigérateur
 - Etuve
 - Micropipettes de 1000µl
 - PH mètre
 - Centrifugeuse
 - Four Pasteur
 - Evaporateur rotatif (Rotavapor)

➤ **Solution et produits chimiques utilisés**

- Eau peptonnée

- Eau distillée
- Eau physiologique
- Eau de javel
- Alcool 80%
- Solution de HCL
- Solution de NaOH

ANNEXE B

➤ Les milieux de cultures

Table B - 1 : Bouillon MRS

| Ingrédients | Gramme/L |
|------------------------|----------|
| Peptone | 10.00 |
| Extrait de viande | 10.00 |
| Extrait de levure | 05.00 |
| Glucose | 20.00 |
| Tween 80 | 01.08 |
| Citrate d'ammonium | 02.00 |
| Acétate de sodium | 05.00 |
| Sulfate de magnésium | 0.20 |
| Sulfate de manganèse | 0.05 |
| Phosphate dipotassique | 02.00 |

PH final à 25°C : 6.2 ± 0.2

Table B-2 : Bouillon Nutritif

| Ingrédients | Gramme /L |
|-------------------|-----------|
| Peptone | 05.00 |
| Extrait de viande | 03.00 |

PH final à 25°C : 6.8 ± 0.2

Table B - 3 : Gélose Mueller-Hinton

| Ingrédients | Gramme / L |
|------------------------|----------------|
| Peptone | 03.00 |
| Hydrolysate de caséine | 17.50 |
| Aga | 15.00 |
| Ca ²⁺ | 20 - 25 mg/l |
| Mg ²⁺ | 10 - 12.5 mg/l |

PH final à 25°C : 7.4 ± 0.2

Table B - 4 : Eau Peptone Tamponne

| Ingrédients | Gramme / L |
|------------------------|-------------------|
| Peptone de caséine | 10.00 |
| Chlorure de sodium | 05.00 |
| Phosphate de sodium | 09.00 |
| Phosphate de potassium | 01.50 |

PH final à 25°C : 7.0 ± 0.2

Résumé

L'objet de cette étude est la mise en évidence de l'activité antibactérienne de quelques bactéries isolées à partir des selles de poulet à l'égard des *Salmonelles*.

Dans ce travail, 07 souches bactériennes isolées à partir des selles de poulets sont utilisées pour étudier leur activité antibactérienne à l'égard de 14 souches de *Salmonella* (test des puits).

Les résultats obtenus montrent que tous les surnageants concentrés non neutralisés ont une activité antibactérienne contre les souches de *Salmonella* étudiées avec des diamètres entre 16 et 28 mm, les souches les plus actives sont : S24, S25, S33. Cependant, les surnageants neutralisés ont présentés des activités antibactériennes variables en fonction des souches cibles et des souches tests avec des diamètres entre 0 à 26 mm. Les meilleures souches dont les surnageants neutralisés présentent une activité anti-*Salmonelle* sont : S24, S30, S34.

Les mots clés : *Salmonella*, Antibiotique, Aviculture, Probiotique.

Abstract

The purpose of this study is demonstrate the antibacterial activity of some bacteria isolated from chicken stools against *Salmonella*.

In this work, 07 bacterial strains isolated from chicken stools are used to study their antibacterial activity against 14 strains of *Salmonella* (wells test).

The obtained results showed that all the non-neutralized concentrated supernatants have antibacterial activity against the *Salmonella* strains with diameters between 16 and 28 mm, the most active strains are: S24, S25, S33. However, neutralized supernatants showed variable antibacterial activities depending on the target strains and test stains with diameters between 0 to 26mm. The best strains whose neutralized supernatants showed anti-*Salmonella* activity are: S24, S30, S34.

Keywords: *Salmonella*, Antibiotic, Poultry farming, Proboitic.