



N° d'ordre : 042/Master/2025

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de **Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Vétérinaires

THÈME

***Salmonella* spp. isolés d'un abattoir avicole situé à
Alger : Caractérisation phénotypique et
détermination de la corrélation des isolats avec *E.*
*coli***

Présenté par :

Melle : KEBAILI Maroua

Melle : LIAZIDI Racha

Soutenu publiquement, le 01/Juillet/2025 devant le jury composé de :

Pr. BOUAYAD Leila

Professeur (ENSV)

Présidente

Dr. BOUHAMED Radia

Maitre de conférences A (ENSV)

Promotrice

Dr. GOUCEM Rachid

Maître Assistant A (ENSV)

Examineur

Année universitaire : 2024 /2025

Remerciements

Nous remercions tout d'abord **Allah** le tout puissant, le clément et le miséricordieux de nous avoir accordé le courage, la volonté et les moyens de réaliser ce modeste travail.

Au terme de notre travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers toutes les personnes qui ont apporté une contribution significative à ce projet. En premier lieu, nous tenons à remercier chaleureusement notre promotrice, **Dr Radia BOUHAMED**, maitre de conférences classe A, à l'ENSV. Nous lui exprimons notre reconnaissance pour son encadrement attentif, son expertise, ses précieux conseils scientifiques tout au long de cette étude.

Nous sommes profondément reconnaissants pour le temps et les efforts considérables qu'elle a investis pour nous soutenir.

Nos remerciements sincères vont également à :

- Pr L. BOUAYAD, Professeure à l'ENSV pour avoir accepté avec honneur de présider ce jury de mémoire.
- Dr R. GOUCEM, Maître assistant classe A à l'ENSV, à qui nous exprimons notre reconnaissance pour sa disponibilité à examiner ce travail et le temps ainsi que l'attention consacrés à notre projet.

Nous sommes extrêmement reconnaissants pour le privilège que vous nous avez accordé en acceptant de faire partie de ce jury. Nous tenons à vous exprimer toute notre gratitude sincère pour votre soutien et votre contribution précieuse à notre parcours académique.

DEDICACES

Je tiens à dédier humblement ce travail à ceux qui m'ont accompagnée, soutenue et encouragée tout au long de ce parcours.

À mes chers parents, **ABDENNOUR** et **SOUHILA**, aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez, merci pour votre amour constant, votre patience et vos sacrifices silencieux. Merci de m'avoir portée dans vos prières, soutenue dans le silence, C'est grâce à votre soutien et à votre foi en moi que j'ai pu arriver jusqu'ici. Je vous dois tout, et bien plus encore. Je vous aime infiniment.

À mon frère bien-aimé, **KHALIL**, merci pour ta présence silencieuse mais toujours rassurante. Ton regard bienveillant et tes petites attentions m'ont souvent donné la force d'avancer, même quand les choses devenaient compliquées. Tu as été pour moi un repère solide.

À ma sœur unique, **SAFA**, tu es ma source constante de joie et d'inspiration. Ta tendresse, ta patience et ton écoute ont été un vrai réconfort.

Merci d'avoir été là à chaque étape, avec ton cœur immense. Je t'aime de tout mon cœur.

À mes amies fidèles, **Maroua** et **Ghada**, pour votre bienveillance, votre générosité et vos mots réconfortants. Vous avez su rendre ce parcours plus doux, plus humain, et infiniment plus riche.

À mon binôme **Racha**, merci pour chaque instant partagé, chaque rire partagé et chaque défi surmonté ensemble, merci pour ta sincérité, ton engagement et ta constance tout au long de ce projet. Ta présence m'a beaucoup apporté, et je suis reconnaissante d'avoir partagé ce travail avec toi.

Enfin, à ma grande famille merci pour votre présence, votre patience et votre amour.

Maroua

DEDICACES

À ceux qui ont été ma force dans les moments de doute, ma lumière dans les instants sombres, et mon soutien constant tout au long de ce parcours, je dédie avec émotion ce travail.

À mes chers parents, **NACER** et **SAMIHA**, votre amour inestimable, votre patience et vos sacrifices sont les piliers de mon cheminement. Vous avez cru en moi quand je doutais, porte mes rêves comme les vôtres, et semé en moi la volonté de réussir. Merci, maman et papa, pour tout ce que vous êtes.

À mon frère adore, **IBRAHIM**, ton soutien discret mais constant a toujours été un repère. Tu as su, par ta présence, apaiser mes angoisses et renforcer ma détermination. Je t'en suis profondément reconnaissante.

À ma sœur bien-aimée, **MERIEM**, ton affection, ton écoute et ton optimisme m'ont portée dans les moments difficiles. Tu es une source intarissable d'encouragement et d'inspiration. Merci d'être cette sœur unique et précieuse.

À mes amies fidèles, **Katia**, **Ghada** et **Maroua**, pour votre bienveillance, votre générosité et vos mots réconfortants. Vous avez su rendre ce parcours plus doux, plus humain, et infiniment plus riche.

À mon binôme **Maroua**, avec qui j'ai partagé les joies, les défis, et les nuits de travail. Merci pour ta patience, ton sérieux, ton humour et ton amitié sincère. Ton soutien a été un véritable moteur dans cette aventure. Je te souhaite tout le succès que tu mérites.

Enfin, à ma grande famille, pour votre présence, vos prières, vos encouragements... merci d'avoir toujours cru en moi. Cette réussite est aussi la vôtre.

Racha

Résumé

Cette étude a porté sur l'identification de *Salmonella* spp. et *E. coli* à partir de peaux de cou de poulets de chair prélevées dans un abattoir avicole à Alger, ainsi que sur l'évaluation du profil de résistance aux antibiotiques de *Salmonella* spp. Les résultats ont révélé une prévalence de 100 % pour *E. coli*, et de 55 % pour *Salmonella* spp. Avec une augmentation de la contamination après ressuage. Une forte corrélation a été observée entre les deux bactéries, et 80 % des isolats de *Salmonella* se sont révélés multirésistants, notamment à la tétracycline (90%), à l'ampicilline (80%), à l'amoxicilline (60%), à la ciproflaxine (50%) et au chloramphénicol (50%). Ces résultats soulignent l'urgence d'améliorer l'hygiène des abattoirs et de rationaliser l'usage des antibiotiques.

Mots-clés : *Salmonella* spp., *E. coli*, abattoir avicole, multirésistance, hygiène, antibiotiques.

Abstract

This study focused on the identification of *Salmonella* spp. and *E. coli* from neck skin samples of broiler chickens collected at a poultry slaughterhouse in Algiers, and the evaluation of the antibiotic resistance profile of *Salmonella* spp. Results showed a prevalence of 55% for *Salmonella* spp. and 100% for *E. coli*, with an increase in contamination after chilling. A strong correlation was observed between the two bacteria, and 80% of *Salmonella* isolates were found to be multidrug-resistant, particularly to tetracycline (90%), ampicillin (80%), amoxicillin (60%), ciprofloxacin (50%), and chloramphenicol (50%).

These findings highlight the urgent need to improve slaughterhouse hygiene and regulate antibiotic use.

Keywords: *Salmonella* spp., *E. coli*, poultry slaughterhouse, multidrug resistance, hygiene, antibiotics.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد *Salmonella* spp. و *E. coli* من جلود أعناق دجاج اللحم المأخوذة من مسلخ دواجن في الجزائر العاصمة، بالإضافة إلى تقييم نمط مقاومة *Salmonella* spp. للمضادات الحيوية. أظهرت النتائج وجود *Salmonella* spp. في 55% من العينات و *E. coli* في 100% منها، مع زيادة في نسبة التلوث بعد مرحلة التثفيف. كما لوحظ وجود علاقة قوية بين البكتيريتين، وكانت 80% من عزلات *Salmonella* متعددة المقاومة، خصوصاً ضد التتراسيكلين (90%) ، الأمبيسيلين (80%)، الأموكسيسيلين (60%)، السيبروفلوكساسين (50%) ، والكلورامفينيكول (50%).

تؤكد هذه النتائج على ضرورة تحسين نظافة المسالخ وترشيد استخدام المضادات الحيوية.

الكلمات المفتاحية: *Salmonella* spp. ، *E. coli* ، مسلخ دواجن، مقاومة متعددة، النظافة، مضادات حيوية.

Liste des abréviations

Σa : Somme Des Colonies Répondant Au Critère D'identification Sur Les Boîtes Retenues

A : Nombre De Colonies Caractéristiques Repiquées

a: Nombre De *E. coli* Identifiées Par Boîte

AFSSA : Agence Française De Sécurité Sanitaire Des Aliments

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

ATB : Antibiotiques

E. coli : *Escherichia coli*

EPT : Eau Peptonée Tamponnée

EPT : Eau Peptonée Tamponnée.

FAO : Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture

GN : Gélose Nutritive

H₂S : Sulfure d'hydrogène

INRA: Institut National De La Recherche Agronomique

ISO : Organisation Internationale De Normalisation

JORA : Journal Officiel De La République Algérienne

LDC : Lysine Décarboxylase

MAPAQ : Ministère De L'agriculture, Des Pêcheries Et De L'alimentation Du Québec

N° : Numéro

OMS: Organisation Mondiale De La Santé

OMSA : Organisation Mondiale De La Santé Animale

PCA : Plate Count Agar

RV: Bouillon rappaport Vassiliadis

S. : *Salmonella*

***Salmonella* spp.** : *Salmonella* species pluralia (Toutes les espèces)

sp. : Espèce

spp. : Espèces

TDA : Tryptophane Désaminase

TSI : Triple Sugar Iron

UFC : Unité Formant Colonie

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition moyenne des principaux aliments d'origine animale (g/g de partie comestible) (ALAIS <i>et al.</i> , 2003).....	2
Tableau 2: Teneur en acides aminés essentiels des protéines musculaires de bœuf et de volaille (valeurs en g/16g de N) (BELITZ, <i>et al.</i> , 2004)	2
Tableau 3: Liste de bactéries pathogènes à l'origine des cas d'hospitalisation et des cas de mortalité aux USA durant la période 2000-2008 (C.D.C/U.S.A, 2011).....	3
Tableau 4 : Matériel de laboratoire	19
Tableau 5 : Modalités de prélèvement	20
Tableau 6 : Prévalence globale de <i>Salmonella</i> spp et <i>E. coli</i>	24
Tableau 7 : Taux des souches de <i>S. spp.</i> et <i>E.coli</i> isolées avant et après ressuage.....	25
Tableau 8 : Taux de résistance aux antibiotiques des isolats de <i>salmonella</i> spp. en fonction de l'antibiotique testé.....	27

Liste des figures

Figure 1: Présentation de l'abattoir (photo personnelle)	17
Figure 2: Logigramme représentant les différentes étapes d'abattage de l'établissement visité (diagramme personnel)	18
Figure 3: Échantillonnage à l'abattoir (photos personnelles)	20
Figure 4: Préparation des échantillons (photos personnelles)	20
Figure 5: Bouillon Rappaport Vassiliadis (photo personnelle)	21
Figure 6: colonies typiques de <i>salmonella</i> spp. sur milieu Hektoen	22
Figure 7: Ensemencement (photos personnelles)	22
Figure 8: Application de disques d'antibiotique (photo personnelle)	22
Figure 9: Disques d'antibiotique (photo personnelle)	22
Figure 10: Prévalence globale de <i>Salmonella</i> spp. et <i>E. coli</i>	24
Figure 11: Taux des isolats de <i>S. spp.</i> et <i>E.coli</i> isolées avant et après ressuage.	25
Figure 12: Corrélation entre deux étapes d'abattage pour <i>Salmonella</i> spp.	25
Figure 13: Corrélation entre <i>Salmonella</i> spp. et de <i>E. coli</i>	26
Figure 14: Taux de sensibilité aux antibiotiques des isolats de <i>Salmonella</i> spp. en fonction de l'antibiotique testé.....	27
Figure 15: Taux de multirésistance des isolats de <i>Salmonella</i> spp.	28
Figure 16: Profils de résistance de <i>Salmonella</i> spp. aux antibiotiques.....	28

Table des matières

INTRODUCTION.....	1
<u>PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE</u>	
CHAPITRE 1 : VIANDE BLANCHE	2
II.RISQUES LIES A LA CONSOMMATION DES VIANDES	3
CHAPITRE 2 : ETUDE MICROBIOLOGIQUE DE LA SALMONELLE.....	4
I.TAXONOMIE ET NOMENCLATURE	4
II.CLASSIFICATION DES SEROVARS.....	4
III. Habitat	4
V. Caractères morphologiques.....	5
VI. Caractères culturels	5
VII. Caractères biochimiques	5
VIII. Caractères antigéniques	6
CHAPITRE 3 : SALMONELLOSE.....	8
I. GÉNÉRALITÉS.....	8
II. SALMONELLOSE CHEZ LA VOLAILLE.....	8
III SALMONELLOSE CHEZ L’HOMME	10
I. Généralités sur l’antibiorésistance	13
II. Epidémiologie et évolution de l’antibiorésistance	14
<u>PARTIE EXPERIMENTALE</u>	
OBJECTIFS.....	17
CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES	17
I. MATERIEL	17
I.1. Présentation de l’abattoir.....	17
I.2. Matériel biologique	18
I.3. Matériel de laboratoire	18
II. METHODES.....	19
II.1. Echantillonnage à l’abattoir	19
II.2. Préparation des échantillons	20
II.3. Enrichissement.....	21
II.4. Isolement sélectif	21
II.5. Confirmation biochimique	22
II.7. Évaluation de la sensibilité aux antibiotiques des isolats	21
CHAPITRE II : RESULTATS	24
I. PREVALENCE GENERALE DE <i>SALMONELLA</i> SPP. ET <i>E. COLI</i>	24
II. TAUX DES SOUCHES DE <i>SALMONELLA</i> SPP ET <i>E. COLI</i> ISOLEES AVANT ET APRES L’ETAPE DU RESSUAGE.....	24
III. ETUDE DES CORRELATIONS	25

III.1. Etude des corrélations enregistrées entre les étapes d'abattage.....	25
III.2. Etude des corrélations enregistrées entre <i>S. spp.</i> et de <i>E. coli</i>	26
IV. ÉTUDE DE SENSIBILITE AUX ANTIBIOTIQUES DE <i>SALMONELLA</i> SPP.	26
IV.1. Taux de sensibilité aux antibiotiques des isolats de <i>Salmonella</i> spp.....	26
CHAPITRE III : DISCUSSION	29
I. CHOIX DES PRELEVEMENTS	29
I.1. Espèce animale.....	29
I.2.Parties prélevées.....	29
I.3. Etablissement et étape de prélèvement.....	29
II. TAUX DE CONTAMINATION DES PEAUX DE COU DE POULETS DE CHAIR PAR LES DIFFERENTS MICRO-ORGANISMES RECHERCHES	29
III. RELATION ENTRE <i>SALMONELLA</i> SPP. ET <i>E. COLI</i>	30
IV. ETUDE DE LA SENSIBILITE AUX ANTIBIOTIQUES DES SOUCHES ISOLEES.....	31
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	32
LISTE DE REFERENCES.....	33

INTRODUCTION

Les viandes de volaille figurent parmi les sources de maladies d'origine alimentaire ayant un impact significatif sur la santé publique. Ces dernières sont à l'origine de nombreuses infections zoonotiques alimentaires à travers le monde. En effet, Les milliards de pertes économiques sont attribués aux toxi-infections alimentaires (ALLOUI *et al.*, 2013).

La toxi-infection alimentaire due à la salmonellose d'origine animale, en particulier celle provenant de la volaille, est l'une des plus courantes. Elle découle de la consommation de viandes avicoles, d'œufs et d'ovo-produits qui représentent une source majeure de protéines (MATEL *et al.*, 1994).

D'autre part, l'abattoir avicole représente l'un des principaux points de vigilance en matière d'hygiène pour les viandes de volaille. Au cours des procédures d'abattage, des occurrences de contamination croisée se manifestent, entraînant une multiplication des agents pathogènes sur des carcasses initialement en bonne santé. Ces carcasses peuvent être infectés soit par des germes présents sur les plumes, la peau et dans le contenu intestinal des volailles, soit par interaction avec d'autres corps ou à travers l'équipement utilisé à diverses étapes du processus d'abattage, comme la phase de plumaison, le bac d'échaudage ou l'éviscération. (ALLOUI *et al.*, 2013).

De plus, parmi les micro-organismes responsables de la contamination des carcasses de volaille, certains indiquent l'hygiène générale du processus d'abattage, tandis que d'autres sont plus spécialement liés à une contamination provenant du système digestif ou de la colonisation des équipements utilisés dans la chaîne d'abattage (ANSES).

En plus de son rôle important dans les toxi-infections alimentaires d'origine zoonotique, *Salmonella* spp. constitue aujourd'hui une préoccupation croissante en raison de sa résistance aux antibiotiques. Cette antibiorésistance complique la prise en charge des infections chez l'homme et souligne l'importance d'un contrôle rigoureux tout au long de la chaîne alimentaire.

C'est dans ce contexte que nous nous sommes intéressés à l'étude phénotypique de *Salmonella* spp. chez les carcasses de poulets de chair.

Le présent travail est divisé en deux parties :

- Une partie bibliographique : comprenant les quatre chapitres suivants respectivement : la viande blanche, l'étude microbiologique de la salmonelle, la salmonellose et la résistance de *Salmonella* aux antibiotiques.
- Une partie expérimentale dont le but est non seulement d'apprécier l'évolution de la charge microbienne, mais aussi de réaliser une étude comparative, pour les charges microbiennes obtenues, entre les étapes d'abattage (après éviscération et après ressuage). Par ailleurs, les profils de résistance aux antibiotiques des isolats sont également déterminés.

-

-

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : VIANDE BLANCHE**I.VALEUR NUTRITIVE DE LA VIANDE VOLAILLE**

Grâce à sa composition, la viande représente un aliment diététique riche en nutriments et une source significative de protéines animales, d'acides aminés indispensables, d'oligoéléments et de vitamines. Comme le montre les tableaux N°1 et N°2.

Tableau 1: Composition moyenne des principaux aliments d'origine animale (g/g de partie comestible) (ALAIS *et al.*, 2003)

	Eau	Protides	Lipides	Glucides	Minéraux	Energie(Kcal)
Bœuf	66	20	13	Traces	1,3	200
Filet de bœuf	66	28	4	Traces	1,3	150
Agneau (gigot)	65	18	16	Traces	1,3	220
Poulet	73	22	4	Traces	1,4	130
Poisson maigre	80	17	1,2	Traces	1,6	80
Poisson gras	69	23	6	Traces	1,6	150

Tableau 2: Teneur en acides aminés essentiels des protéines musculaires de bœuf et de volaille (valeurs en g/16g de N) (BELITZ, *et al.*, 2004)

Acide aminé	Muscle de bœuf	Muscle de volaille
Thréonine	4,8	3,5-4,5
Valine	4,8-5,5	4,7-4,9
Méthionine	4,1-4,5	-
Isoleucine	5,2	4,6-5,2
Leucine	8,1-8,7	7,3-7,8
Phénylalanine	3,8-4,5	3,7-3,9
Lysine	9,2-9,4	8,3-8,8
Histidine	3,7-3,9	2,2-2,3
Tryptophane	-	-

II. RISQUES LIÉS À LA CONSOMMATION DES VIANDES

Les maladies d'origine alimentaire représentent une question de santé publique majeure. En réalité, les aliments peuvent présenter trois types de risques : biologiques, chimiques et physiques. Dans ce travail, nous nous focalisons principalement sur le premier type de risque. Au cours des vingt dernières années, on a observé une augmentation constante des épidémies et des pathologies liées à l'alimentation. Pour illustrer, en 2005, environ 1,8 millions d'individus ont perdu la vie dans le monde à cause de maladies diarrhéiques, dont une portion significative est due aux aliments et à l'eau contaminés. (O.M.S., 2005).

La campylobactériose et la salmonellose font partie des maladies les plus courantes à l'échelle mondiale, avec le poulet de chair reconnu comme le transporteur alimentaire majeur. (CODEX ALIMENTARIUS, 1993).

En 2010, l'autorité de sécurité européenne de sécurité sanitaire des aliments (E.F.S.A) et le centre européen pour le contrôle et la prévention des maladies (E.C.D.C/RU) ont signalé qu'en 2008, le poulet de chair était associé à 3,7% des cas confirmés de salmonellose. De plus, l'E.F.S.A (2011) a réaffirmé que le poulet de chair représente la majorité des cas humains de campylobactériose. Aux États-Unis, on observe une situation qui est presque identique. Selon une estimation du Centre Américain pour le contrôle et la prévention des maladies (C.D.C/U.S.A) en 2011, près de 48 millions d'Américains, soit un sur six, tombent malades chaque année. Parmi eux, 128 000 sont hospitalisés et 300 perdent la vie à cause de maladies d'origine alimentaire. La *Salmonella* non typhoïdique est l'agent infectieux principal. Les viandes de volailles occupent malheureusement la première place dans la liste des aliments les plus impliqués (tableau N°3).

Tableau 3: Liste de bactéries pathogènes à l'origine des cas d'hospitalisation et des cas de mortalité aux USA durant la période 2000-2008 (C.D.C/U.S.A, 2011)

Type de pathogène	pathogène	Nombre de malade estimes/année	Nombre estimé de cas d'hospitalisation	Nombre estimé de morts/année
Bactérie	Salmonella spp non typhoïdiques	1.000.000	19.000	300
	Clostridium perfringens alimentaire	970.000	440	20
	Campylobacter spp	850.000	8500	76
	E-coli (STEC) O157	61.000	2100	20

CHAPITRE 2 : ETUDE MICROBIOLOGIQUE DE LA SALMONELLE

I.TAXONOMIE ET NOMENCLATURE

Il est indéniable que *Salmonella* constitue le genre le plus compliqué et étendu au sein de la famille *Enterobacteriaceae*. Au cours des dernières années, sa classification a subi de nombreuses modifications et a été source de nombreuses controverses. Elle s'appuie principalement sur le système de classification Kauffmann-White qui prend en considération les propriétés antigéniques O (relatives à la paroi), H (relatives au flagelle), Vi (relative à la capsule) ainsi que des informations biochimiques et moléculaires (hybridation ADN-ADN) (Acide Désoxyribonucléique) (GRIMONT PAD *et al.*, 2000).

Le genre *Salmonella* se situe au sein de la famille *Enterobacteriaceae*, appartenant à l'ordre *Enterobacteriales*, à la classe *Gammaproteobacteria* et au phylum des *Proteobacteria* (SCARIA *et al.*, 2008).

Deux espèces composent le genre *Salmonella* : *Salmonella bongori* et *Salmonella enterica* (BRENNER *et al.*, 2025).

On distingue six sous-espèces de *Salmonella enterica* : *S. enterica subsp. enterica* (I), *S. enterica subsp. salamae* (I), *S. enterica subsp. arizonae* (illa), *S. enterica subsp. diarizonae* (IIIb), *S. enterica subsp. houtenae* (IV) et enfin, *S. enterica subsp. indica* (VI) (NAIR *et al.*, 2014)

II.CLASSIFICATION DES SEROVARS

On dénombre actuellement plus de 2 600 sérovars au sein du genre *Salmonella*, la majorité étant classée sous l'espèce *S. enterica*. La plupart des sérovars identifiés (environ 1586) appartiennent à la sous-espèce *enterica*. L'espèce *S. bongori* reste limitée à un nombre restreint de sérovars (environ 22). Les isolats de la sous-espèce *enterica* sont principalement détectés chez les animaux à sang chaud, tandis que ceux des autres sous-espèces, y compris *S. bongori*, sont isolés chez les animaux à sang froid et dans leur environnement. Il convient de souligner que tous les types et sous-types de *Salmonella* peuvent être isolés chez l'homme (ISSENHUTH-JEANJEAN *et al.*, 2014).

III. Habitat

Les bactéries *Salmonella* spp. se retrouvent dans le système digestif des vertébrés et de l'homme (D'AOUST, 1994).

Elles se propagent principalement dans l'environnement extérieur suite à une contamination par les matières fécales (BERENDS *et al.*, 1996 ; WRAY *et al.*, 2000).

Sous des conditions propices (température, humidité), *Salmonella* spp. peuvent subsister dans l'environnement pour une durée allant jusqu'à plusieurs mois (HAEGHEBAERT *et al.*, 2003) ; de quelques jours à 9 mois dans le sol ou sur les matériaux de construction des installations agricoles (bois, béton, acier et brique), tout comme dans les aliments d'origine animale (HAEGHEBAERT *et al.*, 2003) (OLIVER *et al.*, 2005) ou végétale (KIRK *et al.*, 2008).

Les réservoirs de *Salmonella* spp. sont extrêmement étendus. La sous-espèce *enterica* est adaptée aux animaux à sang chaud, y compris l'homme, tandis que les autres sous-espèces se retrouvent chez des animaux à sang froid tels que les reptiles, les batraciens et les tortues (KABBAB et BENAMARA, 2017). Ainsi que les insectes et les rongeurs qui constituent une source significative de *Salmonella* dans les exploitations agricoles (LETELLIER *et al.*, 1999).

V. Caractères morphologiques

Salmonella est un bacille non sporulant Gram négatif. Sous le microscope optique, les dimensions oscillent entre 2,0 et 5,0 µm en longueur et 0,7 à 1,5 µm en largeur (KARPE *et al.*, 2016).

La grande majorité des espèces de *Salmonella* sont capables de se déplacer grâce à leurs flagelles péritriches, sauf *S. Gallinarum*, *S. Pullorum* et certains mutants (ANDINO et HANNING, 2015).

VI. Caractères culturels

Les bactéries *Salmonella* spp. sont des organismes facultativement aéro-anaérobies. Il s'agit de germes qui ne demandent pas beaucoup sur le plan nutritionnel et peuvent être cultivés aisément dans un milieu standard. Ce sont des mésophiles dont la température optimale de croissance est de 37 °C, avec une plage de température allant de -20 à 60 °C et un pH variant entre 4,1 et 9. Ces dernières présentent une résistance optimale à la dessiccation et sont susceptibles d'être présentes dans des produits déshydratés (A_w (Activité de l'eau) = 0,20). Les *Salmonella* prospèrent bien à des niveaux d'activité de l'eau, ou A_w , allant de 0,945 à 0,999. Les colonies obtenues sont sphériques et lisses, présentant une couleur allant du vert au bleu-vert, avec ou sans un centre noir sur la gélose Hektoen, et elles sont incolores, avec ou sans un centre noir sur la gélose SS (*Salmonella*, *Shigella*) (RANRIAMALALA, 2018).

VII. Caractères biochimiques

Les caractéristiques biochimiques distinctives utilisées pour identifier le genre *Salmonella* incluent : l'absence d'uréase et de tryptophane désaminase, ainsi que l'absence de production d'indole et d'acétone. Les *Salmonella* ont la capacité de transformer les nitrates en nitrites, sont capables

d'exploiter le citrate comme unique source de carbone et peuvent fermenter le glucose, avec ou sans génération de gaz. Toutefois, elles ne fermentent pas le lactose ni le saccharose. Elles génèrent également du H₂S (sulfure d'hydrogène) à partir du thiosulfate et réagissent négativement au test de l'oxydase tout en étant positives pour le test de catalase.

On peut distinguer les deux espèces du genre *Salmonella* grâce à leurs caractéristiques biochimiques : Contrairement à *Salmonella enterica*, la *Salmonella bongori* ne fermentent pas le sorbitol et, sauf pour la majorité des souches de cette dernière, elle est capable de se développer dans un environnement contenant du KCN (cyanure de potassium). Toutefois, des exceptions notables existent concernant certains sérotypes tels que le sérotype Typhi qui ne décarboxyle pas l'ornithine, n'a pas la capacité de croître sur un milieu à base de citrate de Simmons et ne génère que des quantités infimes de H₂S. Les sérotypes Paratyphi A ne réalisent pas la décarboxylation de la lysine et ne croissent pas sur le milieu citrate de Simmons. Pour conclure, *Salmonella* Paratyphi A, Choleraesuis et Gallinarum ne génèrent pas de H₂S (KORSAK *et al.*, 2004).

VIII. Caractères antigéniques

On distingue trois catégories d'antigènes qui revêtent une importance diagnostique chez *Salmonella* spp. (DUMAS, 1958). L'antigène O est un antigène de la paroi cellulaire des bactéries, également connu sous le nom de lipopolysaccharide ou LPS. C'est un complexe qui renferme une protéine, un polysaccharide et un élément phospholipidique. La portion qui cause l'effet toxique est dénommée : lipide A, la partie centrale ou basale et le polysaccharide qui confère la spécificité. À une température de 100 °C, l'antigène somatique peut résister à l'alcool et au phénol pendant deux heures et demie (ANDINO et HANNING, 2015).

L'antigène flagellaire (Ag H), constitué de flagelline, est responsable de la mobilité. Cet antigène est sensible à la chaleur, détruit à 100 °C, ainsi que par l'alcool et les enzymes protéolytiques. Il est résistant au formol et perd son agglutination face aux anticorps en présence d'alcool et d'acide phénique. On obtient son développement optimal dans les environnements liquides après une exposition de 8 heures à 37 °C (ANDINO et HANNING, 2015). Plusieurs salmonelles présentent deux phases de l'antigène flagellaire H (diphase), cependant, on peut aussi trouver des variantes monophasiques moins courantes chez *S. Typhi* ou *S. Enteritidis* (GRIMONT, 2000).

La présence de l'antigène capsulaire (vi) indique la virulence de *Salmonella* spp. Il s'agit d'un antigène de l'enveloppe polysaccharidique, détecté chez trois sérovars distincts : Typhi, Paratyphi C et Dublin. Cependant, toutes les souches de ces sérovars ne contiennent pas nécessairement cet antigène (HUMBERT *et al.*, 1998).

Lorsque l'antigène Vi est en grande quantité, il rend les bactéries non-agglutinables par les anticorps O. Il ne croît pas si les cultures se font en dessous de 25 °C et au-dessus de 40 °C. Le chauffage à 100°C pendant dix minutes le détruit et les germes deviennent agglutinés par les anticorps 0 (GLEDEL et CORBION BEA, 1991).

CHAPITRE 3 : SALMONELLOSE

I. GÉNÉRALITÉS

La Salmonellose est une maladie infectieuse, transmissible et inoculable due à des bactéries du genre *Salmonella* qui résident dans l'appareil intestinal de l'hôte (LEUCOANAT, 1992).

Toutes les variétés de *Salmonella* sont infectieuses, la salmonellose étant la principale source de maladies entériques bactériennes chez les êtres humains et les animaux (SANTOS *et al.*, 2013). Elle est attribuée à l'ingestion d'aliments contaminés (NOËL H *et al.*).

Selon la spécificité de l'hôte, on classe les *Salmonella* spp. En trois catégories :

- Les sérovars qualifiés d'ubiquistes, qui colonisent sans distinction diverses espèces animales et qui sont particulièrement courants chez les volailles : Enteritidis, Typhimurium, Infantis.
- Les sérovars spécifiquement adaptés à certains animaux ou manifestant une maladie spécifique chez certaines espèces animales : *S. Dublin* chez les bovins (ainsi que chez l'homme), *S. Choleraesuis* et *S. Typhisuis* chez le porc, *S. Abortusovis* chez les moutons.
- Les sérovars spécifiquement adaptés à l'homme : *S. Typhi* et *S. Paratyphi A*, responsables respectivement de la fièvre typhoïde et de la fièvre paratyphoïde (FEDERIGHI, 2005).

Tous les animaux peuvent potentiellement être des porteurs de salmonellose dans leur système digestif, ce qui les rend tous virtuellement risqués :

II. SALMONELLOSE CHEZ LA VOLAILLE

II.1 Généralités

Le sérovar Pullorum, qui cause la pullorose, et le Gallinarum, à l'origine de la typhose, sont responsables des infections aviaires. Ces sérovars sont non mobiles et propres à la volaille.

À ce jour, les sérotypes Gallinarum et Pullorum sont regroupés sous une même sous-espèce : *S. Enterica*, sérovar : Gallinarum Pullorum, présentant des tableaux cliniques et lésionnels distincts (VILLATE, 2011).

Toutefois, l'apparition du sérotype Enteritidis est préoccupante, surtout en raison de sa capacité à se propager aisément chez l'homme, où il peut provoquer des symptômes d'une gravité importante. *S. Enteritidis* montre une préférence spécifique pour le système reproducteur des oiseaux. L'apparition du sérotype Enteritidis dans le secteur de l'élevage avicole s'est produite dans tous les pays occidentaux entre 1965 et 1980 (SALEM *et al.*, 1992).

En l'an 2000, le sérotype *S. Enteritidis* s'est imposé comme étant le plus répandu chez les volailles. (ANDOH *et al.*, 2016).

II.2 Epidémiologie

II.2.1 Espèce sensible

L'espèce la plus sensible est *Gallus gallus* mais on peut également rencontrer l'infection sur la dinde, la pintade, le faisan et la caille. Les palmipèdes et pigeons semblent résistants à l'infection (ANDOH *et al.*, 2016).

Les volailles sont surtout des porteurs sains, mais sont d'une importance considérable pour l'industrie vétérinaire et agro-alimentaire, aussi bien par la maladie qu'ils provoquent pouvant entraîner des pertes économiques considérables (Pullorose- Typhose), mais aussi par leur cause majeure des toxi-infections d'origine alimentaire chez l'homme (EFSA, 2007).

II.2.2 Sources de contaminations

La totalité des animaux de rente peuvent être également contaminés et constituer une source de contamination, toutefois, les œufs et les viandes de volailles présentent la source la plus importante de contamination (TELZAK *et al.*, 1990). (PLUMMER *et al.*, 1995).

Les filières avicoles peuvent s'infecter aussi par les vecteurs inanimés, plus particulièrement l'eau de boisson, les aliments, les bâtiments d'élevage et le matériel de construction, lieux de stockage et de transport des œufs et la volaille. Bien que sont une source principale de l'infection dont ils sont des vecteurs animés en réalité. Plus de 100 espèces d'oiseaux peuvent héberger et disséminer une trentaine de sérotype de *Salmonella* comme mœurs grégaires et plus ou moins anthropophiles, étourneaux, corvidés, mouettes, rapaces urbanisés dans certaines métropoles africaines, oiseau d'agrément d'où leur important rôle en dehors des volailles domestiques (PLUMMER *et al.*, 1995)

- **Dans le couvoir**

Il est possible qu'il y ait des transmissions horizontales chez les poussins à l'éclosoir. Dans un même espace où se trouvent plusieurs incubateurs, la *Salmonella* invasive, comme *S. Enteritidis*, peut se propager à travers différents incubateurs à partir d'une seule source, par le biais de résidus ou de peluches. Un déficit d'hygiène dans les couvoirs constitue une source potentielle pour certaines variétés (GRADEL et RATTENBORG, 2003).

Les œufs contaminés, issus d'animaux infectés, maintiennent le cycle de transmission entre animaux. Lorsqu'ils éclosent, l'infection peut se produire via les coquilles, le duvet et les excréments. Il est également possible qu'elle survienne par voie respiratoire en inhalant la poussière (ACHA et SZYFRES, 1989).

L'utilisation croissante de caisses en plastique pour la livraison accroît le danger d'inter-contaminations si elles ne sont pas correctement désinfectées entre deux livraisons de poussins (VAN IMMERSEEL *et al.*, 2005).

- **Dans les élevages**

Les conditions d'élevage des poulets, notamment une densité excessive, facilitent les infections causées par des agents pathogènes opportunistes. Le danger de contamination par des agents pathogènes éventuels existe à chaque phase de la chaîne de production avicole (AMMAR, 2005). Un changement soudain de l'un des paramètres (taux d'humidité, température) provoque le stress et un manque de ventilation dans les espaces conduira à une accumulation de gaz toxiques, mais surtout à un confinement propice à la propagation de *Salmonella* spp. (VILLATE, 2001).

Il existe deux voies de transmission de *Salmonella* dans l'élevage avicole :

Transmission verticale à partir des ovaires, qui conduit à la production d'œufs contaminés, qui peuvent ainsi propager l'infection à l'ensemble de la lignée de volailles ; ou par

Transmission horizontale par des vecteurs inanimés (tout objet en contact avec les volailles, voir Figure1 ou par des vecteurs animés comme les insectes et les rongeurs (BLACKBURN *et al.*, 2002).

- **Au niveau des abattoirs**

Les *Salmonella* spp. sont présentes au niveau de la peau, les plumes et dans les fientes d'une petite proportion des poulets de chair au moment de l'abattage, mais les mauvaises conditions d'hygiène de l'abattoir ont tendance à augmenter le nombre des bactéries d'où on a tendance à l'augmentation du degré de contamination.

Les volailles contaminées au cours de l'élevage sont une source très importante de disséminations de *Salmonella* spp., au cours des différentes étapes de leur préparation et la transformation, ainsi la prévalence des carcasses contaminées est toujours plus élevée que celle des poulets vivants.

La contamination horizontale des carcasses se faisant sur toute la ligne de transformation depuis le transport jusqu'à l'éviscération l'échaudage et le refroidissement.

En filière volaille, une fois le lot contaminé est introduit dans l'abattoir, il est très difficile d'empêcher la transmission des bactéries entre les animaux à cause de la contamination primaire des équipements d'abattoir (BLACKBURN *et al.*, 2002).

III SALMONELLOSE CHEZ L'HOMME

III.1 Généralités

La Salmonellose est l'une des maladies infectieuses les plus fréquentes dans le monde, et c'est la plus importante en termes d'impact sur la morbidité et la mortalité chez l'homme. Plus de 2500 sérotypes de *Salmonella* spp. sont considérés comme pathogènes pour l'homme parmi lesquels on distingue :

- Les salmonelloses spécifiquement humaines, connues sous le nom de fièvre typhoïde ou paratyphoïde. Elles sont causées respectivement par *S. Typhi* et *S. Paratyphi*, et *S. Sindai*, qui sont des sérotypes strictement adaptés à l'homme (WEIIL, 208).

Il s'agit de la forme la plus grave des salmonelloses humaines puisqu'en absence de traitement, elle évolue sous forme de septicémie généralement mortelle. Le réservoir strictement humain est entretenu par des personnes contaminées (malades, convalescents ou porteurs asymptomatiques) qui excrètent la bactérie via leurs selles ou leurs urines (MERMIN *et al.*, 1999).

- Les salmonelloses non typhiques responsables des salmonelloses dites mineures. Leur réservoir majoritaire est le règne animal avec parfois un portage asymptomatique par l'animal et certaines préférences selon l'espèce animale.

III.2 Toxi-infection collective (T.I.A.C) :

Les TIAC se définissent par la survenue dans un espace de temps d'au moins deux cas groupés ayant une symptomatologie similaire, en général digestive, dont on peut rapporter la cause à une même origine alimentaire.

Salmonella non typhique est une des premières causes de toxi-infection d'origine alimentaire collectives (TIAC) (ANONYME, 2003)

La contamination survient par l'ingestion de produits alimentaires contaminés d'origine animale tel que : la volaille, les produits de la viande, les œufs et les ovoproduits sont les aliments les plus souvent identifiés comme source de contamination chez l'homme. L'évolution des T.I.AC. est généralement bénigne mais peut être grave aux âges extrêmes de la vie et nécessitent l'hospitalisation, parfois associée à une mortalité non négligeable (NACER *et al.*, *sd.*).

III.3 Diagnostics et traitements

Chez l'homme, seule une coproculture permet d'établir un véritable diagnostic. Cette coproculture, comprend une phase d'isolement puis une identification précise de la bactérie. En général, l'antibiothérapie n'est pas mise en place. La guérison est spontanée en quelques jours, relèvent essentiellement d'un traitement symptomatique reposant principalement sur la réhydratation orale du sujet (CEZARD *et al.*, 2002).

III.4 Prévention

Le traitement préventif repose sur l'hygiène générale : hygiène alimentaire, hygiène des collectivités et essentiellement sur l'hygiène des cuisines collectives : détection des porteurs sains, techniques de préparation, techniques de conservation : chaîne du chaud ou chaîne du froid, etc... (ANONYME, 2002).

- **Hygiène du personnel :**

Les employés des abattoirs doivent maintenir une propreté irréprochable, tant corporelle que vestimentaire, en portant une attention particulière à leurs mains qui doivent être nettoyées et désinfectées avant d'entamer leur travail (ANONYME, sd).

- **Hygiène du matériel et des locaux (nettoyage et désinfection) :**

Il est impératif de nettoyer et de désinfecter les locaux, le matériel et les outils de travail en suivant scrupuleusement les directives des meilleures méthodes de nettoyage et de désinfection.

- **Hygiène de l'abattage :**

Pour assurer l'hygiène lors de l'abattage, il est essentiel de maîtriser le premier point critique que représente l'échaudage, où la température du bain doit être maintenue à sa limite maximale admissible.

- Il faut exécuter la saignée de manière à ce que le sang ne soit pas une source de souillure hors du lieu d'abattage.
- La plumaison doit être instantanée et intégrale. De plus, les embouts en caoutchouc des plumeuses doivent être renouvelés régulièrement et l'accès pour le nettoyage et la désinfection doit être facilité.
- L'éviscération automatique doit être réalisée immédiatement et garantir que la machine est correctement ajustée pour prévenir toute déchirure intestinale. Les carcasses de volaille doivent être rapidement refroidies et séchées par une ventilation dynamique entre 0 et 4°C pour éliminer les germes d'altération (ANONYME, sd).

CHAPITRE 4 : RESISTANCE DE *SALMONELLA* AUX ANTIBIOTIQUES**I. Généralités sur l'antibiorésistance**

La résistance bactérienne est un problème majeur en santé publique et vétérinaire dans le monde entier, et en particulier dans les pays en développement. A ce titre, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) l'a décrétée comme l'un des trois plus importants problèmes de santé du 21^e siècle (FAO/OIE/OMS, 2004).

Ainsi pour tout antibiotique, certaines souches ou espèces bactériennes sont ou peuvent devenir insensibles à l'action antibactérienne. La résistance des bactéries aux antibiotiques peut être naturelle ou acquise. C'est au deuxième type de résistance que s'applique la définition de l'OMS (FAO/OIE/OMS, 2004) qui indique qu'une souche bactérienne est dite résistante à un antibiotique lorsqu'une modification de son capital génétique lui permet de tolérer une concentration d'antibiotique nettement plus élevée que celle qui inhibe la croissance in vitro de la majorité des autres souches de la même espèce.

Cette résistance se manifeste au niveau cellulaire par quatre grands mécanismes biochimiques (SANDERS, 1999) :

- Le blindage est la réduction ou la non pénétration de l'antibiotique au sein de la cellule bactérienne par une modification de ses voies d'accès (porines) ;
- L'élimination est obtenue soit par la dégradation enzymatique de l'antibiotique, soit par une augmentation de son élimination ;
- Le brouillage, l'antibiotique est moins actif car sa capacité de fixation à la protéine cible est réduite ;
- L'échappement consiste en l'élaboration d'une nouvelle voie de synthèse de la cible bactérienne.

Les supports génétiques de la résistance acquise sont soit le chromosome définissant une résistance chromosomique (ou mutation) soit du matériel génétique étranger, on parle de résistance extra chromosomique. Cette dernière est la plus fréquente et la plus importante et concerne des structures chromosomiques homogènes, formées d'ADN bicaténaire dénommées les plasmides

I.1 Résistance par acquisition de plasmides

Les plasmides de résistance aux antibiotiques (dits plasmides R) sont les plus importants et les plus étudiés en pathologie infectieuse, humaine et vétérinaire en raison de leur aptitude à transférer rapidement la résistance aux antibiotiques aux bactéries pathogènes (MAHREZ *et al.*, 2004).

Cette résistance plasmidique est contagieuse et s'exerce dans 90% des cas de résistance en s'accompagnant le plus souvent de la résistance à d'autres produits comme les métaux lourds et les désinfectants (FAO/OIE/OMS, 2004).

L'étude des plasmides a contribué largement à la découverte d'autres gènes porteurs de caractères de résistance à savoir les transposons et les intégrons.

I.2 Résistance par acquisition de transposons et d'intégrons

Les transposons sont des séquences d'ADN capables de changer de localisation dans le génome sans jamais apparaître à l'état libre (DAVIES *et al.*, 1998).

Quant aux intégrons, ils constituent un système de capture et d'expression de gènes sous forme de cassettes jouant un rôle important dans l'acquisition et la dissémination des gènes de résistance aux antibiotiques chez les bactéries (PLOY et DENIS, 2002).

Les mécanismes génétiques de la résistance acquise, ainsi décrits, expliquent le caractère épidémique que peut parfois revêtir la résistance aux antibiotiques.

II. Epidémiologie et évolution de l'antibiorésistance

L'introduction progressive en thérapeutique, d'antibiotiques nombreux et puissants, l'extension puis la généralisation de leur emploi en pratique hospitalière comme en médecine vétérinaire, ont pour corollaire une augmentation progressive du nombre de bactéries antibiorésistantes.

Par évolution vers la résistance, on entend généralement l'augmentation du pourcentage des souches de la même famille entre lesquelles il y a habituellement résistance croisée (AVRIL, 1980). En médecine humaine, le cas le mieux connu est l'évolution de la résistance des staphylocoques (AVRAIN et KEMPF, 2000).

En médecine vétérinaire, on note ces dernières années la résistance des entérocoques à la vancomycine et l'émergence des souches de *Campylobacter* résistantes en particulier aux quinolones et à la tétracycline (SIMONET *et al.*, 1995).

Cependant, l'un des problèmes principaux est la résistance multiple des *Salmonella* spp et des *E. coli* dont le monde animal constitue le principal réservoir.

II.1 Evolution de l'antibiorésistance chez les salmonelles

Les *salmonelles* sont des bactéries à Gram négatif aérobies et non sporulées. Ils demeurent l'un des problèmes les plus épineux en aviculture. A ce titre, les études menées au Laboratoire Nationale de l'Elevage et de Recherche Vétérinaire ont montré que 25% des élevages avicoles de Dakar sont contaminés et le même pourcentage a été observé dans les pays développés (TALL, 2004). Ce sont des entérobactéries à tropisme digestif, pathogènes pour l'homme et pour de nombreux vertébrés. Au total, 2501 sérovars différents de *Salmonella* ont été identifiés jusqu'en 2004 (OMS, 2005).

Les germes sont omniprésents dans le milieu extérieur et peuvent persister plus de deux ans dans les fientes à l'abri du soleil et dans une fraîcheur humide (VILLAT, 2001).

A l'exception des salmonelles spécifiquement adaptées à l'homme (*S. Typhi*, *Paratyphi A* et *C* *Sendai*) toutes les infections à *Salmonella* peuvent être considérées comme des zoonoses (MANTEN *et al.*, 1982). Ce sont des agents de Toxi-infection Alimentaire Collective (TIAC) les plus à craindre.

Les matrices les plus souvent responsables de ces TIAC sont les produits avicoles, œufs et viandes (AVRAIN et KEMPF, 2000 ; OMS., 2005).

L'émergence de souches de *salmonelles* multirésistantes est un fait lourd de conséquences. Elles ont de grande capacité à développer les facteurs de résistance aux antibiotiques et certains sérovars comme *Salmonella* Typhimurium semblent enclines à le faire. Ainsi, depuis 1978 on a vu apparaître une augmentation de *Salmonella* Typhimurium multirésistante aux Pays-Bas appartenant au lysotype 193 et 201 (MANTEN *et al.*, 1982). Selon l'OMS (ROWE *et al.*, 1997), la fréquence de la pharmacorésistance multiple des souches de *Salmonella* a considérablement augmenté ces dernières années et s'y ajoute la diffusion à l'échelle mondiale d'une souche de *Salmonella* Typhimurium appartenant au lysotype DT104 penta résistante à l'ampicilline, au chloramphénicol, à la streptomycine, aux sulfamides et à la tétracycline).

En conséquence, les animaux d'élevage et en particulier les volailles constituent une source potentielle voire des agents d'amplification d'infections résistantes. Sous la pression de sélection des antibiotiques, les microorganismes qu'ils hébergent multiplieront les résistances et entraîneront des conséquences préjudiciables en santé publique comme en santé animale.

II.2. Conséquences

Chez l'homme comme chez l'animal, l'antibiorésistance est susceptible de faire émerger une infection par substitution de flore, l'espèce résistante ne subissant plus la compétition de l'espèce sensible. Ainsi :

- Chez l'animal, l'antibiorésistance réduit l'efficacité thérapeutique et prophylactique ;
- En médecine humaine, l'antibiorésistance entraîne une augmentation des échecs thérapeutiques et de la gravité des infections (prolongation de la durée de la maladie, une plus grande fréquence des septicémies et des hospitalisations) ;
- Sur le plan économique la pharmacorésistance a un coût. Selon l'OMS (OMS, 2005), la résistance aux antibiotiques représente aux Etats-Unis 4 à 5 milliards de dollar par an.

Cause pour laquelle, cette situation a suscité beaucoup d'études dans les pays développés et accompagnée de la mise en place des réseaux d'épidémio-surveillance.

En revanche, en Afrique et notamment au Sénégal peu de données sont disponibles sur l'antibiorésistance. C'est pour contribuer à pallier ces insuffisances que nous avons entrepris la présente étude sur l'antibiorésistance en médecine vétérinaire.

PARTIE EXPERIMENTALE

OBJECTIFS

En raison de l'importance portée à *Salmonella* spp. dans le monde aussi bien en médecine humaine qu'en médecine vétérinaire, particulièrement dans les abattoirs, nous avons voulu, par cette présente étude, contribuer à l'étude de la contamination superficielle des carcasses de volailles par *Salmonella* spp. dans un abattoir situé à Alger. Cette étude a été menée moyennant une méthode bactériologique qui consiste à rechercher les salmonelles à partir de prélèvements de peaux de cou de poulets de chair. Par ailleurs, une étude des profils de résistances aux antibiotiques des isolats a été effectuée.

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

I. MATERIEL

I.1. Présentation de l'abattoir

La structure en question est un abattoir industriel située dans la commune de Bordj El Kiffan (Wilaya d'Alger) spécialisé dans l'abattage, la découpe et la commercialisation de la volaille. Cet établissement est doté de machines et d'équipements nécessaires pour un abattage moderne de volailles dont la capacité d'abattage est estimée à 900 sujets/heure. Il fonctionne, généralement, six jours par semaine de 6h00 à 14h00, et ce selon le volume d'abattage. Les produits finis sont représentés par les carcasses et les abats destinés à la consommation humaine. En effet, la viande produite est une viande de poulets de chair, entière ou découpée, emballée et prête à être cuite. La chaîne d'abattage fournit en outre des abats (gésiers, foie, cœur) qui subissent une préparation plus ou moins importante avant d'être commercialisés (figure 1).



Figure 1: Présentation de l'abattoir (photo personnelle)

Les motifs qui nous ont amené à choisir cet établissement sont :

- Le caractère industriel (équipé d'une chaîne d'abattage),
- La proximité du lieu du laboratoire d'analyse,
- La bonne volonté et la collaboration du premier responsable de l'entreprise ainsi que des différents responsables de l'établissement.

L'abattoir est muni des salles suivantes :

- Une salle de réception, d'accrochage et de saignée ;
- Une salle d'échaudage et de plumaison ;
- Une salle d'éviscération et de finition ;
- Une salle de ressuage ;
- Une salle de pesée et d'emballage ;
- Une salle de stockage des produits.

Les différentes étapes de l'abattage sont décrites dans la figure 2.

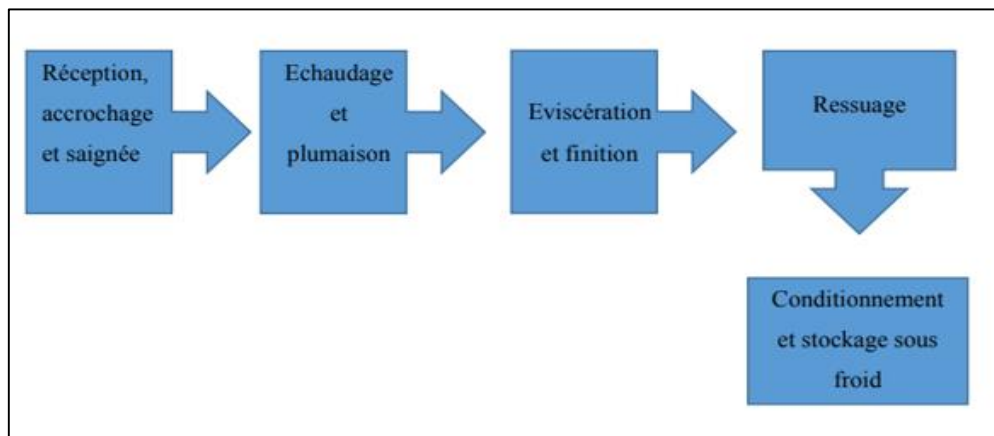


Figure 2: Logigramme représentant les différentes étapes d'abattage de l'établissement visité (diagramme personnel)

I.2. Matériel biologique

Au total, 20 échantillons de peaux de cou de poulet ont été récupérés à partir d'un seul lot de poulets de chair pour des analyses microbiologiques. Toute l'étude s'est déroulée durant le mois de décembre 2024.

I.3. Matériel de laboratoire

Le matériel utilisé est répertorié dans le tableau 4.

Tableau 4 : Matériel de laboratoire

Matériel de prélèvement	Matériel de laboratoire
Glacière Pinces stériles Flacons stériles Alcool et coton	<p>Equipements :</p> <p>Alcool ethylique ou isopropylique a 70</p> <p>Briquet et bec bunsen</p> <p>Gants stériles jetables de grandeur appropriée</p> <p>Sacs stomacher stériles avec baguettes</p> <p>Seringues et micropipettes</p> <p>Marqueurs indélébiles permanents</p> <p>Balance électronique</p> <p>Plaque chauffante agitatrice avec barreau magnétique</p> <p>Autoclave, étuve</p> <p>Réfrigérateur et vortex électrique</p> <p>Anse de platine</p> <p>Broyeur-homogénéisateur</p> <p>Compteur de colonies</p> <p>Milieus de culture :</p> <p>Diluant : solution de typtone sel eau (TSE)</p> <p>Gélose hektoen</p> <p>Gélose muller hinton</p> <p>Gélose TSI</p> <p>Bouillon urée indole</p> <p>Bouillon rapport vassiliadis</p>

II. METHODES

II.1. Echantillonnage à l'abattoir

Les peaux de cou prélevées durant la période de production à différents stades de la chaîne d'abattage (éviscération réfrigération) sont placées dans des sacs de prélèvement étanches et stériles, sur lesquels sont mentionnées les informations nécessaires (figure 3).



Figure 3: Echantillonnage à l'abattoir (photos personnelles)

- **Nature et nombre des prélèvements**

Les 20 échantillons sont répartis comme suit (tableau N°5)

Tableau 5 : Modalités de prélèvement

Etape	Nombre de prélèvement
Eviscération	10
Réfrigération	10

- **Conservation et transport des échantillons**

Une fois les échantillons récoltés, ils sont directement acheminés dans une glacière au laboratoire d'hygiène alimentaire de L'école Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger, dans une durée qui n'excède pas 30 minutes.

II.2. Préparation des échantillons

II.2.1. Pesée

Des dilutions au 1/10ème des échantillons ont été réalisées. Pour ce faire, chaque échantillon de peaux de cou est pesé à l'aide d'une balance de précision puis introduit stérilement dans un sachet stérile de type stomacher dans lequel de l'eau peptonée tamponnée (EPT) a été déversée.

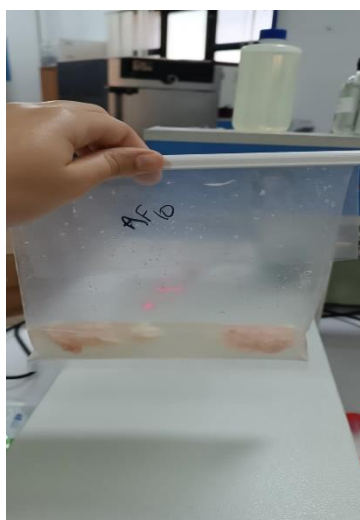


Figure 4: Préparation des échantillons (photos personnelles)

II.2.2. Homogénéisation

Afin d'obtenir notre suspension mère, les prises d'essai, préalablement préparées, ont été homogénéisées à l'aide d'un broyeur type stomacher.

La suspension mère (dilution 10-1) ainsi obtenue est diluée au 1/10ème selon les instructions de la norme NF-ENISO 6887-1 relative à la suspension mère et aux dilutions décimales

II.3. Enrichissement

▪ Principe

L'enrichissement vise à minimiser la croissance des autres bactéries associées au prélèvement et de poursuivre la multiplication sélective des *Salmonella* (HUMBERT *et al*, 1998).

▪ Mode opératoire

L'enrichissement est effectué sur le bouillon sélectif Rappaport Vassiliadis (figureN°5) (bouillon RV) dont l'indicateur de pH est de couleur verte.



Figure 5: Bouillon Rappaport Vassiliadis (photo personnelle)

II.4. Isolement sélectif

Après incubation, une goutte de suspension bactérienne est prélevée à partir du bouillon RV, puis ensemencée, par épuisement, à l'aide d'une anse de platine sur la surface de la gélose sélective Hektoen, les milieux sélectifs ensemencés sont ensuite incubés à 37°C pendant 18 à 24 heures en aérobie.

Après 18-24h d'incubation, les boîtes sont examinées afin de rechercher la présence de colonies typiques *Salmonella*.

Les colonies typiques de *Salmonella* spp. Sur milieu Hektoen sont vertes ou bleu vert avec au sans centre noir.



Figure 6: colonies typiques de *salmonella* spp. sur milieu Hektoen

II.5. Confirmation biochimique

Après une purification des colonies caractéristiques sur de la gélose Hektoen, nous avons identifié les colonies présumées à l'aide d'une galerie biochimique classique TSI (OIE, 2005).

Cette galerie permet de rechercher les paramètres suivants :

- La fermentation du lactose, du saccharose et du glucose ;
- La production de gaz et du sulfure d'hydrogène (H₂S).

Il est à noter que seulement 2 colonies caractéristiques par boîte ont étéensemencées sur la gélose TSI

• Principe

La gélose au citrate de fer et aux trois sucres communément appelée gélose TSI (figure 08) nous renseigne sur l'aptitude de production du sulfure d'hydrogène (H₂S) et d'utilisation des sucres comme source de carbone avec ou sans production de gaz par la bactérie.

• Mode opératoire

Chaque colonie présumée est prélevée à l'aide d'une pipette Pasteur boutonnée puisensemencée en réalisant des stries longitudinales sur la pente, suivies d'une piqûre centrale et profonde dans le culot du milieu TSI.

Après incubation du milieu TSI à 37°C durant 18-24 heures en aérobie, la lecture est établie comme suit :

Culot :

Couleur jaune	————→	Glucose +
Couleur rouge ou inchangé	————→	Glucose -
Présence de bulles ou de fissures	————→	Gaz +
Absence de bulles ou de fissures	————→	Gaz -
Présence d'une coloration noirâtre	————→	H ₂ S+
Absence d'une coloration noirâtre	————→	H ₂ S-

Pente :

Couleur jaune	————→	Lactose et / ou saccharose +
Couleur rouge ou inchangée	————→	Lactose et / ou saccharose -

Les salmonelles sont lactose et / ou saccharose (-), glucose (+), gaz \pm et H₂S \pm .

II.7. Évaluation de la sensibilité aux antibiotiques des isolats

a. Principe

Pour réaliser l'antibiogramme, nous utilisons la méthode de diffusion en milieu gélosé afin d'évaluer la sensibilité des bactéries isolées aux antibiotiques. Cette méthode est conforme aux recommandations du Comité National des Normes de Laboratoire Clinique (NCCLS, 1999).

Les antibiotiques testés sont au nombre de 7 :

- Aminosides : Gentamicine (Gen),
- Bêta-lactamines: Ampicilline (AM), Amoxicilline (AMC), Amoxicilline-Acide clavulanique (AX),
- Cyclines : Tétracycline (TE),
- Fluoroquinolones : Ciprofloxacine (CIP),
- Phénicolés : Chloramphénicol (C).

b. Mode opératoire

1. Préparation de l'inoculum

Après une incubation de 18 à 24 heures, des colonies bien définies sont prélevées à l'aide d'un écouvillon stérile et transférées dans 4 ml d'eau physiologique stérile à 0,9%. La turbidité de la suspension bactérienne est ensuite ajustée en la comparant au standard de turbidité McFarland 0,5.

2. Ensemencement

Pour l'ensemencement, une dilution au 1/10ème de la suspension bactérienne est effectuée, suivie par la technique de l'écouvillonnage sur la gélose Mueller Hinton selon les étapes détaillées ci-dessous (figure 7) :

- Immerger un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne et le presser contre la paroi du tube pour l'essorer ;
- Ensemencer la totalité de la surface de la gélose en réalisant des stries serrées. Ce processus est répété deux fois avec des mouvements de rotation de 60 degrés de la boîte et en faisant tourner l'écouvillon sur lui-même ;
- Faire tourner l'écouvillon sur le pourtour de la gélose ;
- Fermer la boîte et laisser sécher sur la paillasse pendant 5 minutes.



Figure 7: Ensemencement (photos personnelles)

3. Application des disques d'antibiotique

Les disques d'antibiotique à tester sont déposés sur la gélose à l'aide d'une pince stérile, en veillant à les espacer et à les positionner correctement (figure 8).



Figure 8: Application de disques d'antibiotique (photo personnelle)

4. Incubation

Les boîtes sont ensuite incubées à 37°C en condition d'aérobiose pendant 24 heures (figure 9).

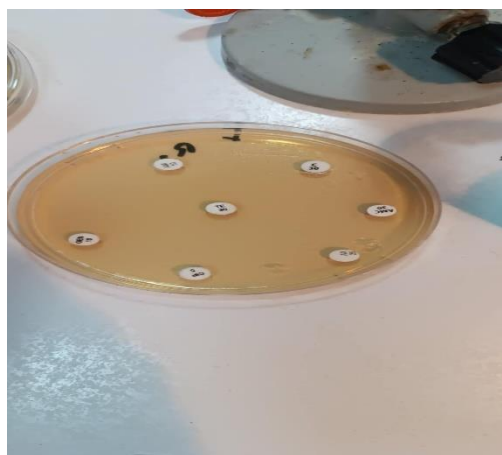


Figure 9: Disques d'antibiotique (photo personnelle)

5. Lecture

Après incubation, le diamètre de la zone d'inhibition pour chaque antibiotique est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse. La sensibilité de la bactérie à chaque antibiotique est déterminée en comparant

les résultats obtenus aux valeurs de diamètres critiques définies (sensible, intermédiaire, résistant) par la CA-SFM (2023).

CHAPITRE II : RESULTATS

I. PREVALENCE GENERALE DE *SALMONELLA* SPP. ET *E. COLI*

Lors de notre étude, l'espèce *E. coli* est isolée à partir de 100% des échantillons testés tandis que *Salmonella* spp. n'est identifiée que dans 55% des échantillons analysés (tableau 6, figure 10).

Tableau 6 : Prévalence globale de *Salmonella* spp et *E. coli*

<i>Salmonella</i> spp.	<i>E. coli</i>
55%	100%

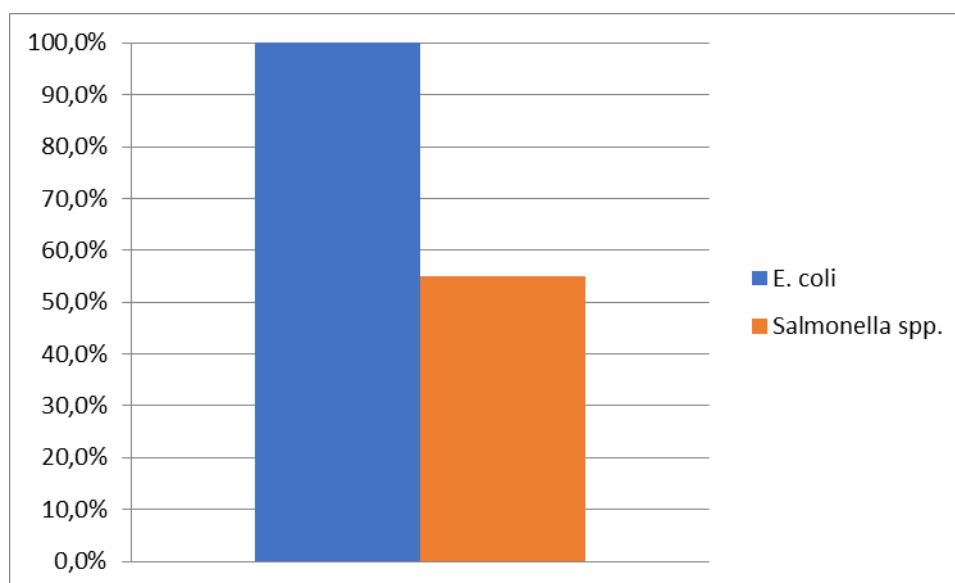


Figure 10: Prévalence globale de *Salmonella* spp. et *E. coli*

II. TAUX DES SOUCHES DE *SALMONELLA* SPP ET *E. COLI* ISOLEES AVANT ET APRES L'ETAPE DU RESSUAGE

Sur l'ensemble des échantillons analysés (N=20), les résultats que les taux de microorganismes recherchés sont de :

- 100% pour les *E.coli* avant et après ressuage respectivement ;
- 50% et 60% pour *S.spp.* avant et après ressuage respectivement.

Les résultats obtenus sont notés dans le tableau 07 et représentés par la figure N°11.

Tableau 7 : Taux des souches de *S. spp.* et *E.coli* isolées avant et après ressuage.

	Avant ressuage	Après ressuage
<i>E.coli</i>	100%	100%
<i>Salmonella spp</i>	50%	60%

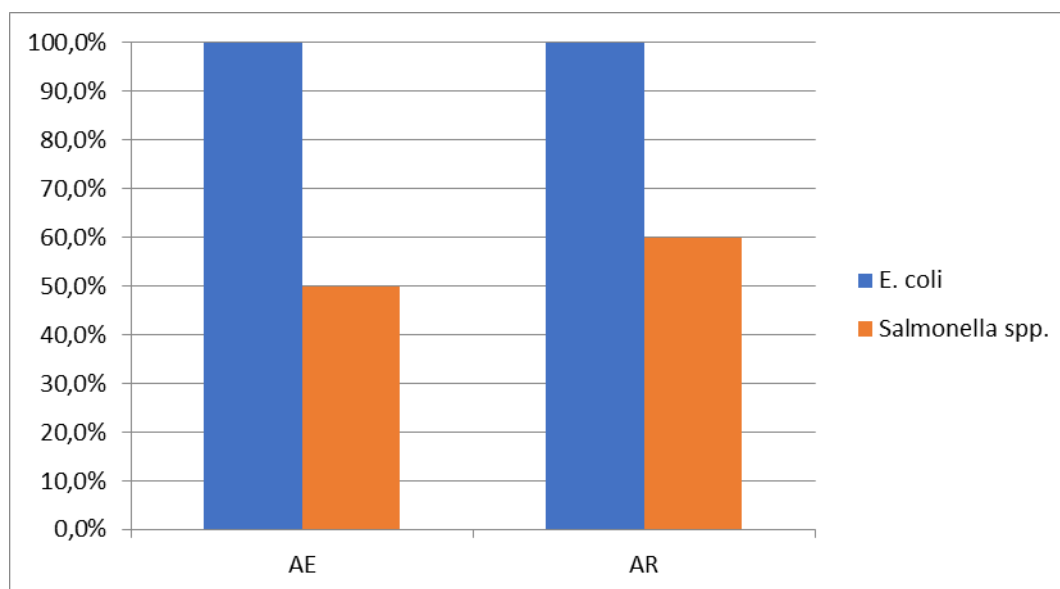


Figure 11: Taux des isolats de *S. spp.* et *E.coli* isolées avant et après ressuage.

III. ETUDE DES CORRELATIONS

III.1. Etude des corrélations enregistrées entre les étapes d'abattage

L'étude des courbes de tendance a démontré que la corrélation était positive pour *Salmonella spp.* avant et après ressuage (figureN°12). Par ailleurs, il est à noter que, la régression était très bonne ($r=1$).

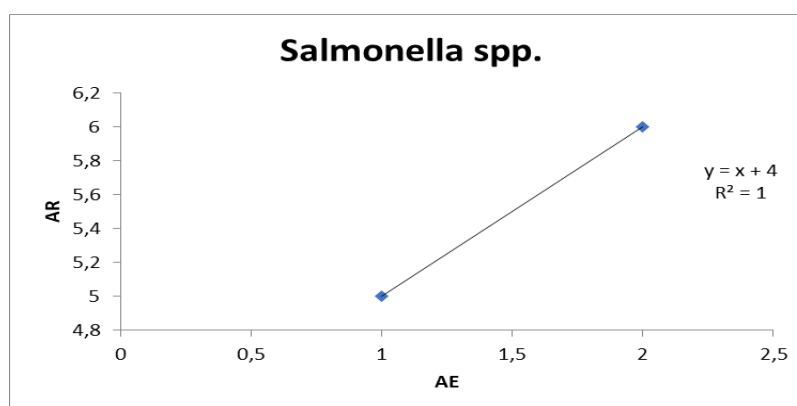


Figure 12: Corrélation entre deux étapes d'abattage pour *Salmonella spp.*

III.2. Etude des corrélations enregistrées entre *S. spp.* et de *E. coli*

Une relation linéaire entre la concentration de *Salmonella spp.* et celle de *E. coli* a été observée (figure N°13).

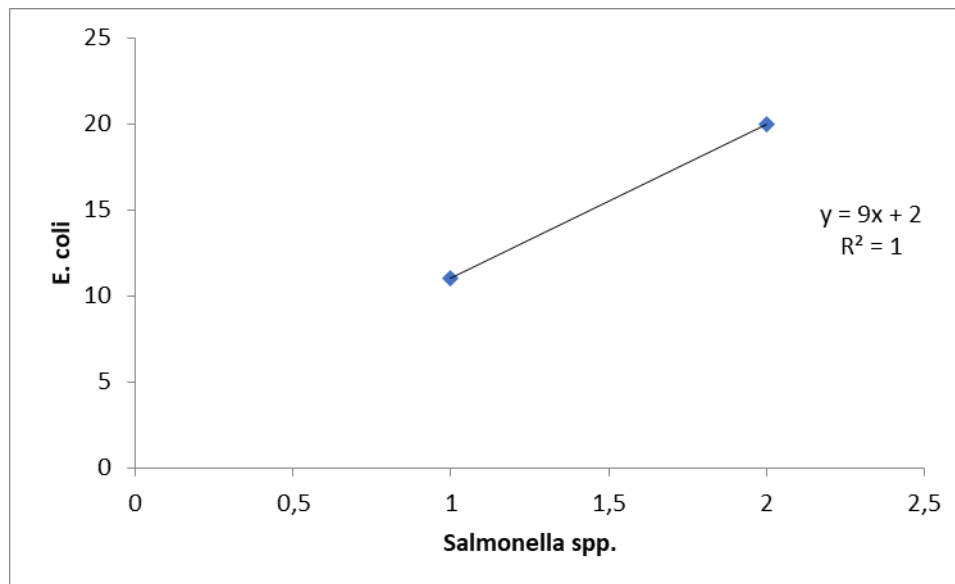


Figure 13: Corrélation entre *Salmonella spp.* et de *E. coli*.

IV. ÉTUDE DE SENSIBILITE AUX ANTIBIOTIQUES DE *SALMONELLA SPP.*

IV.1. Taux de sensibilité aux antibiotiques des isolats de *Salmonella spp.*

IV.1.1. Antibiotiques testés

L'étude de la sensibilité aux antibiotiques révèle l'existence d'isolats (N=20) aussi bien sensibles que résistants aux 7 disques d'antibiotique testés (Tableau 9 ; Figure 14).

Les résultats de l'antibiogramme indiquent que :

- 90% des isolats sont résistants à la tétracycline,
- 80 % des isolats sont résistants à l'ampicilline,
- 60% des isolats sont résistants à l'amoxicilline et à l'amoxicilline-acide clavulanique;
- 50% des isolats sont résistants à la ciprofloxacine et au chloramphénicol
- Aucune résistance (0%) vis-à-vis de la gentamicine n'a été enregistrée.

Les différents résultats obtenus sont notés dans le tableau 8 et présentés par la figure N°14

Tableau 8 : Taux de résistance aux antibiotiques des isolats de *salmonella* spp. en fonction de l'antibiotique testé.

TE	C	GEN	CIP	AX	AM	AMC
%	%	%	%	%	%	%
90,00	50,00	0,00	50,00	60,00	80,00	60,00

TE : Tétracycline ; C : Chloramphénicol ; GEN : Gentamicine ; CIP : Ciprofloxacin, AMC : Amoxicilline, AM : Ampicilline, AX :Amoxicilline-acide clavulanique

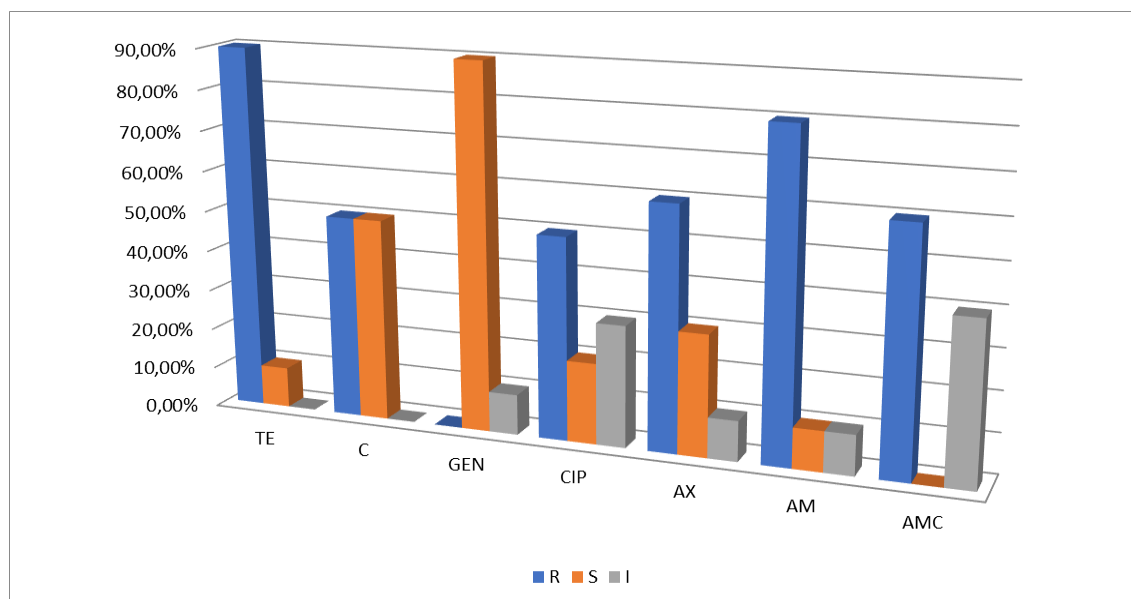
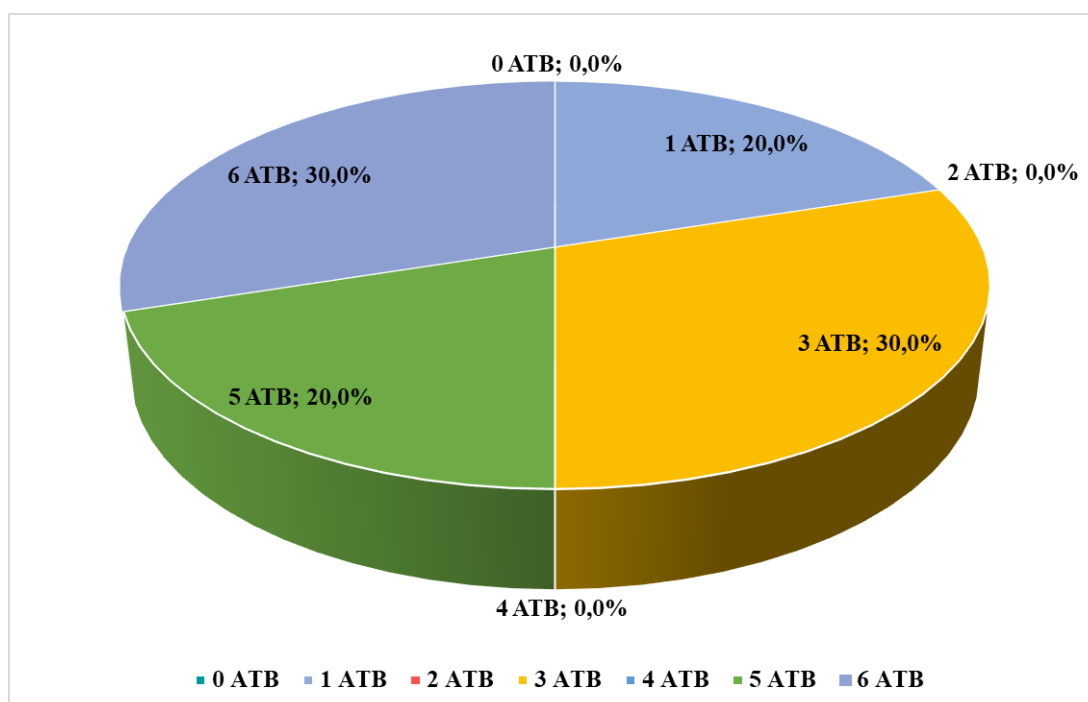


Figure 14: Taux de sensibilité aux antibiotiques des isolats de *Salmonella* spp. en fonction de l'antibiotique testé.

IV.1.2. Taux de multirésistance

Cette étude révèle que (figureN°15) :

- 100% des isolats sont résistants aux antibiotiques testés ;
- 80% des isolats sont multirésistants ;
- 30% des isolats sont résistants à 3 antibiotiques ;
- 20% des isolats sont résistants à 5 antibiotiques ;
- 30% des isolats sont résistants à 6 antibiotiques.



ATB : antibiotique

Figure 15: Taux de multirésistance des isolats de *Salmonella* spp.

IV.1.3. Profils de résistance

Les résultats de cette étude indiquent qu'un profil de résistance à 6 antibiotiques est le plus fréquemment observé pour les isolats de *Salmonella* spp. Il s'agit du profil AMC-TE-AM-CIP-AX-C (figure 16).

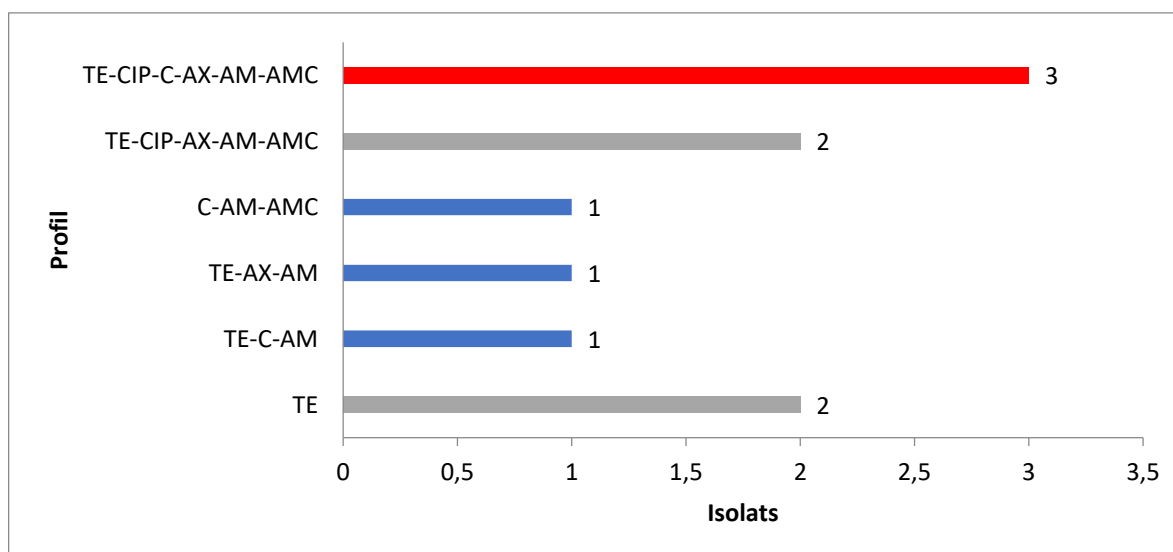


Figure 16: Profils de résistance de *Salmonella* spp. aux antibiotiques.

CHAPITRE III : DISCUSSION

I. CHOIX DES PRELEVEMENTS

I.1. Espèce animale

Etant donné que *Salmonella* a pour réservoir le tube digestif des animaux homéothermes, notamment les animaux de production tels que les oiseaux domestiques (poulet, dinde, canard, etc.) (DENIS *et al.*, 2012), nous nous sommes intéressées à leur étude. Par ailleurs, que ce soit dans le monde en général ou bien en Algérie, en particulier, divers travaux ont porté sur la recherche des *Salmonella* chez le poulet de chair ; ce qui nous a mené à contribuer par ce modeste travail à enrichir les données disponibles.

I.2. Parties prélevées

L'ensemble des prélèvements ont été effectués à partir de peaux de cou de poulets de chair après plumaison et lors du ressuage, et ce pour les raisons suivantes (PEYRAT, 2008):

- La technique de prélèvement est pratique, peu onéreuse, facile et rapide à réaliser.
- L'intégrité de la carcasse est préservée.
- La méthode employée ne perturbe pas la chaîne d'abattage.
- La peau de cou représente le meilleur endroit de prélèvement de la carcasse
- Les plumes représentent une source de contamination de la volaille après abattage.

I.3. Etablissement et étape de prélèvement

L'abattoir avicole constitue l'un des points critiques majeurs de l'hygiène des viandes de volailles. Lors des opérations d'abattage, des phénomènes d'inter-contamination se produisent ; ce qui induit une prolifération des pathogènes sur des carcasses initialement saines (INRA, 2007). La contamination de la carcasse intervient plus favorablement pendant l'éviscération et le ressuage, par des matières fécales qui fuient du cloaque et par la rupture des caeca, causant une contamination massive

II. TAUX DE CONTAMINATION DES PEAUX DE COU DE POULETS DE CHAIR PAR LES DIFFERENTS MICRO-ORGANISMES RECHERCHES

La contamination des peaux de cou par ces différents micro-organismes peut avoir lieu à différentes étapes de l'abattage des carcasses de poulets de chair, notamment lors de l'échaudage, de la plumaison et de l'éviscération.

Lors de l'échaudage, la contamination de l'eau peut avoir différentes origines telles que le mauvais nettoyage et désinfection des bacs d'échaudage, le plumage des animaux, les fientes ainsi que les pattes des carcasses échaudées. Il apparaît en effet qu'un traitement à 60°C entraîne une diminution des contaminations par *Salmonella*, l'effet bactéricide étant mesurable à cette température (TALL, 2003).

Durant la plumaison, il y a généralement une augmentation de la contamination des carcasses du fait de l'humidité qui est relativement élevée. A ce stade, les doigts de la plumeuse entraînent un transfert de la contamination des plumes vers les follicules plumeux et la surface de la peau. Par ailleurs, au cours de la plumaison et juste après cette étape, l'on observe un refroidissement progressif de la surface de la peau, du fait de l'arrosage de la carcasse par l'eau de rinçage des plumeuses. Ce refroidissement entraîne la fermeture des follicules plumeux dilatés qui emprisonnent les bactéries (TALL, 2003).

L'éviscération, quant à elle, peut engendrer des contaminations d'origine fécale à la surface des carcasses par le fait d'un mauvais réglage des machines et d'une hétérogénéité dans la taille des animaux ; ce qui peut entraîner une rupture de l'intestin. Il ne faut pas oublier que la contamination des carcasses par l'intermédiaire des mains des opérateurs subsiste également.

En effet, lors d'une éviscération manuelle, les mains souillées de matières fécales sont généralement en contact avec les carcasses. Par conséquent, une contamination superficielle des carcasses, par des bactéries indicatrices d'une contamination fécale telles que *E. coli* est possible (JOUVE, 1996).

III. RELATION ENTRE *SALMONELLA* SPP. ET *E. COLI*

Lors de notre étude, l'espèce *E. coli* est isolée à partir de 100% des échantillons testés tandis que *Salmonella* spp. N'est identifiée que dans 55% des échantillons analysés. Ainsi, Contrairement à *Salmonella* spp., l'espèce *E. coli* est isolée à partir de 100% des étapes prélevées, à savoir l'éviscération, le ressuage.

Par ailleurs, la charge élevée d'*E. coli*, indicateur de contamination d'origine fécale, est le signe d'une présence potentielle de pathogènes entériques dans les denrées alimentaires.

Elle représente, en outre, des conditions hygiéniques faibles. Cette bactérie est le meilleur indicateur d'une contamination d'origine fécale car elle est présente dans le tube digestif des animaux et de l'homme et qu'elle est le seul membre du groupe des coliformes à être exclusivement d'origine fécale (MAPAQ, 2019). Ainsi, sa forte présence tout au long de la chaîne d'abattage, indique que l'hygiène de l'abattoir est déficiente et qu'il a eu une contamination fécale des carcasses avec possibilité de contamination croisée (MAPAQ, 2019). Le fait que *E. coli* soit isolé

avec des taux de 100% lors des différentes étapes prélevées indique que d'autres microorganismes pathogènes peuvent également être isolés à l'instar de *Salmonella* spp.

Par ailleurs, l'étude des corrélations révèle la présence d'une pente positive qui indique que lorsque la concentration de *Salmonella* spp. augmente, celle de *E. coli* augmente également de façon proportionnelle et marquée ($r = 1$).

IV. ETUDE DE LA SENSIBILITE AUX ANTIBIOTIQUES DES SOUCHES ISOLEES

Lors de notre étude, 100% des isolats testés étaient résistants à au moins un antibiotique. Il a été prouvé que l'utilisation des antibiotiques est le facteur de risque le plus important dans le développement de la résistance bactérienne (CARLES, 2009). En effet, la relation entre l'usage des antibiotiques en médecine vétérinaire et la présence de bactéries résistantes chez les animaux a fait l'objet de différents types d'études qui ont démontré l'impact des traitements antibiotiques sur le taux de résistance et la probabilité d'isoler des souches résistantes au sein d'espèces bactériennes commensales intestinales (ANSES (ex-AFSSA), 2006).

Une mauvaise utilisation des antibiotiques accélère dangereusement le phénomène de la sélection de bactéries résistantes. En effet, un traitement préventif ou trop tardif, une posologie trop faible, un spectre non adapté aux germes ciblés ou un arrêt précoce du traitement sont autant de pratiques qui sélectionnent des souches résistantes. Par ailleurs, bien que c'est interdit, l'utilisation d'antibiotiques comme promoteurs de croissance nécessite de donner des antibiotiques à faibles doses (doses subthérapeutiques), pendant de longues périodes et par voie orale. Or, il a été prouvé que ces trois critères favorisent la sélection de résistances (COUSTÈS, 2016).

L'usage abusif des antibiotiques exerce une pression sur les micro-organismes, qui développent de la résistance par plusieurs mécanismes, dont l'inhibition enzymatique, la réduction de la perméabilité cellulaire, l'altération des sites de liaison ciblés par l'antibiotique et la production de pompes à efflux. La résistance se développe selon les différentes étapes. À la suite de l'émergence de micro-organismes résistants, nous observons l'élimination graduelle de la flore normale sensible au médicament et la colonisation par des micro-organismes résistants (CARLES, 2009).

Il a été démontré que l'arrêt de l'utilisation d'un antibiotique diminue les résistances bactériennes à cet antibiotique mais la disparition totale semble utopique (COUSTÈS, 2016).

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Cette étude a montré une prévalence élevée d'*E. coli* (100 %) et de *Salmonella* spp. (55 %) dans les carcasses de poulets de chair, avec une augmentation de la contamination par *Salmonella* après ressuage de 50% à 60 %, ainsi qu'un taux alarmant de multirésistance aux antibiotiques (80 %). Avec un profil de résistance à 6 antibiotiques qui est le plus fréquemment observé (AMC-TE-AM-CIP-AX-C).

Ces résultats s'expliquent par les conditions hygiéniques déficientes observées lors de l'éviscération et du ressuage, favorisant la contamination fécale et la dissémination des germes pathogènes.

La corrélation étroite entre *E. coli* et *Salmonella* spp. confirme l'importance d'*E. coli* comme indicateur de contamination fécale. En outre, la mauvaise utilisation des antibiotiques en élevage (doses inadaptées, usage prolongé ou à visée non curative) a contribué à l'émergence de souches multi résistantes. Il est donc impératif d'agir sur les pratiques sanitaires et thérapeutiques dans les filières avicoles.

Afin de limiter les contaminations microbiennes, notamment à *Salmonella* spp. et *E. coli*, et de freiner l'émergence de souches multi résistantes aux antibiotiques dans les filières avicoles, il est essentiel de mettre en œuvre les recommandations suivantes :

- Renforcer les mesures d'hygiène dans les abattoirs, en particulier lors des étapes critiques comme l'éviscération, le ressuage et la plumaison.
- Mettre en place un contrôle microbiologique systématique des carcasses, de l'eau de procès et des surfaces de contact.
- Former régulièrement le personnel des abattoirs et des élevages sur les bonnes pratiques d'hygiène et les risques de contamination croisée.
- Encadrer strictement l'usage des antibiotiques : bannir les usages non curatifs, respecter les protocoles de traitement et privilégier les prescriptions fondées sur des diagnostics microbiologiques.
- Promouvoir l'usage d'alternatives aux antibiotiques telles que les vaccins, les probiotiques ou les améliorations des conditions d'élevage (réduction du stress, bonne aération, gestion des densités).
- Instaurer un plan de biosécurité dans les exploitations avicoles, incluant la gestion des déchets, la désinfection rigoureuse des équipements, et le contrôle des vecteurs comme les rongeurs et les insectes.

LISTE DE REFERENCES

- ACHA P.N., SZYFRES B. (1989).** Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux. Paris : OIE, 1063 p.
- AFSSA (ex-ANSES). (2024).** Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments concernant les références applicables aux denrées alimentaires en tant que critères indicateurs d'hygiène des procédés [Internet]. Consulté le 06-11-2024.
- ALLOUI N., GUERGUEB N., YACHI A. (2013).** Relation entre les pratiques d'hygiène, d'abattage et la contamination bactérienne des carcasses de poulets dans la région de Biskra (Algérie). LESPASISVA, Université de Batna, Centre Universitaire d'El-Tarf, Institut Vétérinaire, p. 2-3. [Internet]. Consulté le 03-11-2024.
- AMMAR A., ALLOUI N., KASSAH-LAOUAR, BENNOUNE O. (2009).** Détection de Salmonelles mineures au niveau des couvoirs du secteur étatique et privé de la Wilaya de Batna.
- ANDINO A., HANNING I. (2015).** Salmonella enterica: survival, colonization, and virulence differences among serovars. ScientificWorldJournal, 2015:520179.
- ANDOH L.A., DALSGAARD A., OBIRI-DANSO K., NEWMAN M.J., BARCO L., OLSEN J.E. (2016).** Prevalence and antimicrobial resistance of Salmonella serovars isolated from poultry in Ghana. Epidemiol Infect, 144(15):3288-3299.
- ANONYME (2003).** Council Directive 2003/99/EC of the European Parliament and of the Council of 17 November 2003 on the monitoring of zoonoses and zoonotic agents, amending Council Decision 90/424/EEC and repealing Council Directive 92/117/EEC. Official Journal of the European Union, L 325:31-40.
- ANONYME (sd).** Historique : Institut Pasteur d'Algérie [Internet]. Disponible sur : <https://pasteur.dz/fr/presentation/historique#>
- ANONYME (2002).** Université Pierre et Marie Curie. Bactériologie. Niveau DCEM Service de Bactériologie.
- ANSES (ex-AFSSA) (2006).** Fiche de description de danger transmissible par les aliments : Campylobacter spp.
- AVRAIN L., KEMPF I. (2000).** Mécanismes de résistance bactérienne aux antibiotiques : l'exemple de Campylobacter. Point Vét., 31(210):509-513.
- AVRIL J.L. (1980).** Les antibiotiques. Paris : Presses Universitaires de France (Collection encyclopédique Que sais-je ?), 125 p.
- BELHADJ C., GUESSOUSS M., BELHADJ O., BEN-MAHREZ K. (2004).** Acquisition, délétion, insertion et évolution des plasmides de résistance aux antibiotiques chez les entérobactéries cliniques. Microb. Hyg. Alim., 16(46):51-55.
- BERENDS B.R., URLINGS H.A., SNIJDERS J.M., VAN KNAPEN F. (1996).** Identification and quantification of risk factors in animal management and transport regarding Salmonella spp. in pigs. Int J Food Microbiol, 30(1-2):37-53.
- BLACKBURN C. DE W., MCCLURE P.J., éditeurs. (2002).** Foodborne pathogens: hazards, risk analysis, and control. Boca Raton, FL : CRC Press ; Cambridge, England : Woodhead, 521 p. (Woodhead Publishing in food science and technology).
- BRENNER F.W., VILLAR R.G., ANGULO F.J., TAUXE R., SWAMINATHAN B. (2025).** Salmonella Nomenclature. J Clin Microbiol, 38(7):2465-2467.
- CARLES (2009).** La résistance aux antibiotiques : un enjeu de santé publique important. Pharmactuel, 42(Supplément 2):6-21.
- CEZARD J.P., CHOURAQUI J.P., GIRARDET J.P., GOTTRAND F. (2002).** [Drug treatment of acute infectious diarrhea in infants and children]. Arch Pediatr, 9(6):620-628.
- CHEMALY M., MAGRAS C., MADEC J.Y., SANTOLINI J., DENIS M. (2012).** Campylobacter dans les filières de production animale. Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation, n°50/Special Risques alimentaires microbiologiques:19-21.
- CODEX ALIMENTARIUS (1993).** Portion des produits à laquelle s'appliquent les limites maximales de résidus et qui est soumise à l'analyse CAC/GL 41-1993.

- COUSTÈS (2016).** Loi d'avenir agricole, réglementation du médicament vétérinaire et lutte contre l'antibiorésistance. Thèse de doctorat, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Faculté de médecine de Créteil.
- D'AOUST J.Y. (1994).** Salmonella and the international food trade. *Int J Food Microbiol*, 24(1-2):11-31.
- DUMAS J. (1958).** Tribu des Salmonella. In : *Bactériologie Médicale*. Flammarion et Cie, p. 399-433.
- EFSA (2007).** The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents, Antimicrobial resistance and Foodborne outbreaks in the European Union in 2006.
- FAO/OIE/OMS (2004).** Antimicrobial resistance: scientific assessment [Internet]. Disponible sur : <http://www.who.int/salmsurv.Links/en/Gss1JointFAO,OIEWHOWorkshopAdec%2004>.
- FEDERIGHI M. (2005).** Bactériologie alimentaire. Compendium d'hygiène des aliments. 2e éd., vol. 2.
- GLEDEL J., CORBION B.E.A. (1991).** Le genre Salmonella dans le contrôle Microbiologique. 2ème édition, 480 p.
- GRADEL K.O., RATTENBORG E. (2003).** A questionnaire-based, retrospective field study of persistence of Salmonella Enteritidis and Salmonella Typhimurium in Danish broiler houses. *Prev Vet Med*, 56(4):267-284.
- GRIMONT P.A.D., GRIMONT F., BOUVET P. (2000).** Taxonomy of the genus Salmonella, p. 1-17.
- HAEGHEBAERT S., SULEM P., DEROUDILLE L., VANNERROY-ADENOT E., BAGNIS O., BOUVET P., et al. (2003).** Two outbreaks of Salmonella enteritidis phage type 8 linked to the consumption of Cantal cheese made with raw milk, France, 2001. *Euro Surveill*, 8(7):151-156.
- HENZLER D.J., EBEL E., SANDERS J., KRADEL D., MASON J. (1994).** Salmonella enteritidis in Eggs from Commercial Chicken Layer Flocks Implicated in Human Outbreaks. *Avian Diseases*, 38(1):37-43.
- HUMBERT F., SAURA F., FEDERIGHI M., JOUVE J. (1998).** Les salmonelles. In : *Manuel de bactériologie alimentaire*.
- INRA (2007).** Rendre la viande de volaille plus sûre. In : ALLOUI N. (2013), *Dixièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras*, La Rochelle.
- ISSENHUTH-JEANJEAN S., ROGGENTIN P., MIKOLEIT M., GUIBOURDENCHE M., DE PINNA E., NAIR S. (2014).** Supplement 2008-2010 (no. 48) to the White-Kauffmann-Le Minor scheme. *Research in Microbiology*, 165(7):526-530.
- JAWETZ E., MELNICK J.L., ADELBURG E.A. (1973).** Microbiologie médicale. Presses Université Laval, 644 p.
- JOUVE J. (1996).** La qualité microbiologique des aliments : Maîtrise et critères (104,158, 235,248, 249, 253,256, 345, 346, 353), 2e édition, École supérieure vétérinaire.
- KABBAB N., BENAMARA L.F. (2017).** Identification des Salmonella dans la filière chair de la région du centre [Mémoire]. Blida (Algérie) : Institut des Sciences Vétérinaires, Université Blida1, 67 p. [Internet]. Disponible sur : <https://di.univ-blida.dz/jspui/bitstream/123456789/895/1/1737THV-1.pdf>
- KARPE Y.A., KANADE G.D., PINGALE K.D., ARANKALLE V.A., BANERJEE K. (2016).** Genomic characterization of Salmonella bacteriophages isolated from India. *Virus Genes*, 52(1):117-126.
- KIRK M., MCKAY I., HALL G., DALTON C., STAFFORD R., UNICOMB L. (2008).** Food Safety: Foodborne Disease in Australia: The OzFoodNet Experience. *Clinical Infectious Diseases*, 47:392-400.
- 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. [Internet]. Disponible sur : http://www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2004_148_4_03.pdf

- LECLERC H., GAILLARD J.L., SIMONET M. (1995).** Microbiologie Générale : La bactérie et le monde bactérien. Paris : Ed. Doin, 535 p.
- LETELLIER A., MESSIER S., PARÉ J., MÉNARD J., QUESSY S. (1999).** Distribution of Salmonella in swine herds in Québec. *Veterinary Microbiology*, 67(4):299-306.
- LEUCOANAT J. (1992).** Salmonellose aviaire. École vétérinaire de Nantes, Nantes cedex (France), 527-235 p.
- MAPAQ (2019).** Lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 58 p.
- MATEL J., PRAVE M. (1994).** Évolution du risque salmonellique en médecine vétérinaire. *Revue N° 145* : p. 07, 563, 569.
- MAZEL D., DYCHINO B., WEBB V.A., DAVIES J. (1998).** Trafic des gènes chez les bactéries [Internet]. Disponible sur : <http://www.pasteur.fr/actu/presse/com/communiq.../mazel.html>
- MERMIN J.H., VILLAR R., CARPENTER J., ROBERTS L., SAMARIDDEN A., GASANOVA L. (1999).** A massive epidemic of multidrug-resistant typhoid fever in Tajikistan associated with consumption of municipal water. *J Infect Dis*, 179(6):1416-1422.
- NACER S., FTOUHY F.E., NASSIK S., LKHIDER M. (sd).** Salmonella spp: Entre l'aspect zoonotique et l'antibiorésistance, quel enjeu pour le secteur de l'aviculture la filière avicole ? *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*. [Internet]. Disponible sur : https://www.agrimaroc.org/index.php/Actes_IAPH2/article/view/1004
- NOËL H., PIHIER N., WEILL F.X., DANAN C., BONE A., RAGUENAUD M.E. (sd).** Épidémie nationale d'infections à Salmonella enterica subspecies enterica sérotype 4,12 : liée à la consommation de saucisson sec.
- OLIVER S.P., JAYARAO B.M., ALMEIDA R.A. (2005).** Foodborne pathogens in milk and the dairy farm environment: food safety and public health implications. *Foodborne Pathog Dis*, 2(2):115-129.
- OMS (2005).** Salmonelles multirésistantes [Internet]. Disponible sur : <http://www.who.int/mediacentrefactsheets/fs139/fr>.
- PEYRAT M.B. (2008).** Étude de l'influence du nettoyage et de la désinfection et des procédés d'abattage en abattoir de volailles sur le niveau de résistance aux antibiotiques des Campylobacter. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, 1-237.
- PLOY M.C., DENIS F. (2002).** Génétique bactérienne : Les intégrons [Internet]. Disponible sur : <http://www.microbe-edu.com.étudiant.gène4.html>
- PLUMMER R., BLISSETT S., DODD C. (1995).** Salmonella Contamination of Retail Chicken Products Sold in the UK. *Journal of Food Protection*, 58:843-846.
- RANRIAMALALA L.N.J.J. (2018).** Recherche et identification de salmonella isolée dans les œufs vendus dans la ville d'Antananarivo [Mémoire de recherche]. Antananarivo (Madagascar) : Université Antananarivo, 73 p. [Internet]. Disponible sur : http://biblio.univ-antananarivo.mg/pdfs/RandriamalalaLeroyNJ_SN_MAST_2018.pdf
- SALEM M., ODOR E.M., POPE C. (1992).** Pullorum Disease in Delaware Roasters. *Avian Diseases*, 36(4):1076-1080.
- SANDERS P. (1999).** Traitements thérapeutiques et antibiorésistance. *Le Point Vét.*, 30(198):23-27.
- SANTOS A., VIEIRA-PINTO M., LOURENÇO M. (2013).** The first notification of Salmonella Budapest in Portuguese meat products: a case report, p. 165-167.
- SCARIA J., PALANIAPPAN R.U.M., CHIU D., PHAN J.A., PONNALA L., MCDONOUGH P. (2008).** Microarray for molecular typing of Salmonella enterica serovars. *Mol Cell Probes*, 22(4):238-243.
- TALL F. (2004).** Viande de poulets : les Salmonelles, ces ennemies digestives. *SENELEVAGE*, 4:7.

- TALL F. (2003).** Qualité bactériologique de la viande de poulet de chair au Sénégal : incidences conditions d'élevage et d'abattage des volailles. Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire (EISMV), p. 12-14, 15, 18-19.
- TELZAK E.E., BUDNICK L.D., GREENBERG M.S., BLUM S., SHAYEGANI M., BENSON C.E., et al. (1990).** A nosocomial outbreak of *Salmonella enteritidis* infection due to the consumption of raw eggs. *N Engl J Med*, 323(6):394-397.
- THREFALL E.J., WARD L.R., ROWE B. (1997).** Incidence croissante de la résistance au triméthoprim et à la ciprofloxacine de *Salmonella typhimurium* [Internet]. Disponible sur : <http://www.invs.santé.fr/behhtml/1997/9747>.
- VAN IMMERSEEL F., DE BUCK J., BOYEN F., PASMANS F., BERTRAND S., COLLARD J.M., et al. (2005).** *Salmonella* dans la viande de volaille et dans les œufs : Un danger pour le consommateur qui demande la mise en place d'un programme de lutte efficace. *Ann. Méd. Vét.*, 149:34-48. [Internet]. Disponible sur : http://www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2005_149_1_04.pdf
- VAN LEEUWEN W.J., VOOGD C.E., GUINEE P.A.M., MANTEN A. (1982).** Incidence of resistance to ampicillin, chloramphenicol, kanamycin, tetracycline and trimethoprim of *Salmonella* strains isolated in the Netherlands during 1975-1980. *Ant. Van Leeuwenhock*, 48:86-89.
- VILLATE D. (2001).** Maladies des volailles. 2e édition, Paris : France agricole, 400 p.
- VILLATE D. (2011).** Maladies des volailles. 3e édition, Paris : France agricole, 591 p.
- WEILL F.X. (2008).** *Salmonella* : épidémiologie, typage et résistance aux antibiotiques. *Revue Francophone des Laboratoires*, 2008:37-47.
- WRAY C., WRAY A. (2000).** *Salmonella* in domestic animals. Wallingford, Oxon, UK ; New York, NY, USA : CABI Publishing, 463 p.