



## *Mémoire*

*En vue de l'obtention du diplôme Master en Sciences biologiques*

*Option : Microbiologie Appliquée*

*Thème*

*Portage d'Escherichia coli et Salmonella spp présentes au niveau des fientes d'origine aviaire dans la wilaya de Tizi Ouzou*

*Réalisé par :*

*Mlle Bandou Amina & Mlle Rahal Wissem*

*Le jury composé de :*

Mr HOUALI.K	<b>Président</b>	Professeur à l'UMMTO
Mr MOUALEK.I	<b>Examineur</b>	MCA UMMTO
Mr MSELA. A	<b>Promoteur</b>	MCB UMMTO
Mlle SACLS	<b>Co-Promotrice</b>	Doctorante UMMTO

*Année universitaire : 2022-2023*

## **Remerciements**

*Avant tout, nous remercions le tout puissant “Allah ” le miséricordieux à qui on doit obéissance et reconnaissance.*

*Nos remerciements infinis s’adressent à notre promoteur docteur MSELA Amine maître de conférences à l’université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou pour sa gentillesse, sa patience, sa disponibilité, ses précieux conseils et surtout ses encouragements et soutien moral tout au long de ce travail. Nous tenons à vous exprimer toute notre gratitude et notre profond respect.*

*Nous remercions Mademoiselle SACI Sarah , notre Co-promotrice et aussi doctorante à l’université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou de nous avoir pris sous son aile , pour son aide, sa compréhension, sa patience et ses précieux conseils .*

*Nous vous sommes très reconnaissantes.*

*Nous exprimons nos vifs remerciements envers les membres du jury pour leur présence et leur évaluation :*

*- Monsieur HOUALI Karim, Professeur à l’université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, pour l’honneur qu’il nous a fait en acceptant de présider ce jury. Nous avoir donné la chance et le privilège de bénéficier de ses connaissances et compétences. Son sens élevé du devoir, son écoute ainsi que sa rigueur scientifique suscite en nous un immense respect et une admiration sans limites.*

*- Monsieur MOUALEK Idir, maître de conférences à l’université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, sa présence en tant qu’examineur nous honore grandement, nous vous adressons nos sincères remerciements*

*Nous rendons hommage au personnel du laboratoire vétérinaire régional de Draa Ben Khedda, pour leur disponibilité et leur précieuse collaboration.*

*Merci* 

## *Dédicaces*

*A la mémoire de mon défunt grand père partis trop tôt*

*A mes chers parents*

*A mes deux sœurs ASMA et LAMIA*

*A ma petite cousine MERIEM*

*A tous mes ami(e)s MOUNIA, SELMA, ROSA, ABDLKRIM et SMAIL*

*A toutes personne chère à mon cœur que je n'ai pas cité*

*Amína*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes chers parents qui m'ont donné le meilleur de ce qu'ils ont de prières, soutien et beaucoup de sacrifices tout au long de ces années. Que dieu leur accorde bonheur et longue vie*

*A mon frère Abdelhak et ma petite sœur Ikram*

*A ma voisine tata Souad et toutes mes copines exceptionnellement Soumaya, Liliane, Taous et Melissa*

*Et toute personne chère à mon cœur près ou de loin.*

*Un immense merci à tous, votre soutien a été inestimable*

*Wissem*

## ***Résumé***

Les colibacilloses et salmonelloses figurent parmi les principales pathologies responsables de pertes économiques dans le secteur avicole . Ces dernières années, l'augmentation constante des taux d'antibiorésistance a suscité des préoccupations croissantes.

Cette étude s'est concentrée sur l'évaluation de la prévalence et de l'antibiorésistance des isolats d'*E. coli* et *Salmonella* issus de fientes d'origines aviaires collectées dans la région centrale de l'Algérie (Tizi-Ouzou).

Trentes prélèvements étaient recueillis de divers exploitations avicoles, 21 souches d'*E. coli* et une seule souche *Salmonella* ont été identifiées, correspondant à des prévalences respectives de 70% et 3,33%. Ces souches ont manifesté un niveau de résistance élevée (95%) à divers antibiotiques, à savoir l'ampicilline (95%), suivis de l'ofloxacine (37%), la céfazoline (23%), et l'amoxicilline + acide clavulanique (14%), avec des taux de résistances modérés.

Tous les isolats se sont révélés sensibles aux céphalosporines de deuxième, troisième et quatrième génération ainsi qu'au carbapénèmes.

**Mots clés :** *E. coli* ; *Salmonella* ; antibiorésistance ; secteur avicole, pathologies avicoles.

## *Sommaire*

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abreviations**

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>Partie bibliographique .....</b>	<b>2</b>
<b>.....</b>	<b>3</b>
<b>Chapitre I : Généralités <i>Escherichia coli</i> / <i>Salmonella</i>.....</b>	<b>3</b>
1. Généralités sur les Entérobactéries .....	5
1.1. Espece <i>Escherichia coli</i> .....	5
1.1.1. Historique .....	5
1.1.2. Taxonomie.....	6
1.1.3. Habitat .....	6
1.1.4. Caracteristiques Bactériologiques .....	6
1.1.5. Pouvoir pathogene.....	9
2. Espece <i>Salmonella</i> .....	11
2.1. Historique .....	11
2.2. Taxonomie.....	11
2.3. Habitat .....	12
2.4. Caracteres bacteriologiques de <i>Salmonella</i> .....	12
2.4.1. Caracteres morphologiques .....	12
2.4.2. caracteres cultureux.....	13
2.4.3. Caracteres antigeniques.....	13
2.4.4. Caracteres biochimiques .....	14
2.5. Pouvoir pathogene.....	16
<b>Chapitre II : colibacillose / salmonellose.....</b>	<b>15</b>
1. Généralités sur l'élevage avicole.....	16

1.1. <i>La colibacillose</i> .....	17
1.2. Processus infectieux .....	17
1.3. Facteurs de virulences .....	17
1.4. Pathogenie et symptomatologie .....	18
2. La salmonellose.....	19
2.1. Processus infectieux .....	19
2.2. Pathogenie et symptomatologie .....	20
3. Diagnostic de la colibacillose et salmonellose .....	20
3.1. Diagnostic clinique.....	20
3.2. Au laboratoire.....	21
4. traitement de la colibacillose et salmonellose .....	21
5. Transmission et potentiel zoonotique.....	22
6. Antibioresistance .....	22
6.1. Notion d'antibioresistance.....	22
6.2. Types de resistances aux antibiotiques.....	23
6.2.1. Resistance intrinseque .....	23
6.2.2. Resistance acquise.....	23
6.3. Mecanismes de resistances bacteriennes.....	24
6.3.1. Modification ou inactivation de la molecule d'antibiotique .....	24
6.3.2. Impermeabilite aux antibiotiques .....	24
6.3.3. Modification de la cible.....	24
6.3.4. Efflux des molecules d'antibiotiques (pompe a efflux) .....	24
7. Prevention et control .....	24
<b>Partie experimentale .....</b>	<b>26</b>
1. Problematique.....	27
2. Objectifs et cadre d'etude.....	27
3. Zone d'etude.....	27
4. Fiche d'enquete .....	28
5. sur terrain .....	28.
6. Au laboratoire.....	29
6.1. Enrichissement (solution mere).....	29
6.2. Isolement (ensemencement) et purification .....	30
7. Identification .....	31

7.1. Coloration de gram.....	31
7.2. Les principaux tests biochimiques (d'orientation) .....	32
8. Galerie biochimique api 20 E.....	34
9. Antibiogramme.....	34
10. Conservation des souches.....	36
<b>Resultats et discussion.....</b>	<b>37</b>
1. Resultats .....	38
1.1. Etude epidemiologique.....	38
1.2. Resultats microbiologiques .....	41
<b>Discussion.....</b>	<b>50</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>55</b>
<b>References bibliographiques .....</b>	<b>59</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>71</b>

## Liste des Figures

<b>Figure 1 :</b> Micrographies électronique à balayage d' <i>E. Coli</i> .	7
<b>Figure 2 :</b> <i>Salmonella</i> en microscopie à balayage.	13
<b>Figure 3 :</b> Omphalite colibacillaire chez le poussin type chair .	19
<b>Figure 4 :</b> Nécrose focale au niveau du foie dû à <i>Salmonella gallinarum</i> .	20
<b>Figure 5 :</b> Carte géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou.	27
<b>Figure 6 :</b> Echantillonnage de fientes de poulets au niveau d'un poulailler a Tizi-Ouzou .	28
<b>Figure 7 :</b> Schéma d'identification Microbiologique.	29
<b>Figure 8 :</b> Enrichissement des prélèvements de fientes aviaires .	30
<b>Figure 9 :</b> Purification d'une souche <i>E. coli</i> sur milieu hektoen .	30
<b>Figure 10 :</b> Observation microscopique du frottis après une coloration différentielle de Gram de souches d' <i>E.coli</i> suspectes (Gx1000).	32
<b>Figure 11 :</b> Test d'oxydase .	33
<b>Figure 12 :</b> Test TSI ( triple sugar iron. ) .	33
<b>Figure 13 :</b> Test urée indole .	34
<b>Figure 14 :</b> Galerie API 20 <sup>E</sup> positive d'une souche <i>E.coli</i> .	34
<b>Figure 15 :</b> Test de sensibilité aux antibiotiques d'une souche <i>E. coli</i> .	35
<b>Figure 16 :</b> Pourcentage des prélèvements selon le type d'élevage visités.	38
<b>Figure 17 :</b> pourcentage des élevages visités selon la zone rurale ou urbaine.	39
<b>Figure 18 :</b> Pourcentage des élevages ruraux et urbains en fonction du nombre de bâtiments.	40
<b>Figure 19 :</b> Type de ventilation en fonction de la zone des élevages visités.	40
<b>Figure 20 :</b> prévalence <i>E. coli</i> et <i>Salmonella spp.</i>	41
<b>Figure 21 :</b> Taux de résistance et de sensibilité en fonction de la race.	42
<b>Figure 22 :</b> Taux de résistance et de sensibilité en fonction de l'âge de la volaille.	42
<b>Figure 23 :</b> Taux de résistance et sensibilité en fonction du poids.	43
<b>Figure 24 :</b> taux de résistance et de sensibilité en fonction de la durée du vide sanitaire.	44
<b>Figure 25 :</b> taux de résistance et sensibilité selon le désinfectant utilisé.	44
<b>Figure 26 :</b> taux de résistance et de sensibilité en fonction de l'origine de l'eau consommée.	45
<b>Figure 27 :</b> taux de résistance et de sensibilité en fonction de la qualité de l'eau consommée.	46
<b>Figure 28 :</b> Taux de résistance et sensibilité en fonction de l'effectif.	46
<b>Figure 29 :</b> Taux de résistance et sensibilité en fonction du taux de mortalité.	47
<b>Figure 30 :</b> Pourcentage des souches d' <i>E. coli</i> et <i>Salmonella</i> résistantes et sensibles aux antibiotiques.	48
<b>Figure 31 :</b> Taux de souches résistantes et sensibles en fonction du type de chauffage.	77
<b>Figure 32 :</b> Type de sol en fonction de la zone des élevages visités.	78
<b>Figure 33 :</b> Présence ou absence de litière en fonction de la zone des élevages visités.	78
<b>Figure 34 :</b> Schéma d'une galerie api 20 <sup>E</sup>	81

## Liste des Tableaux

<b>Tableau I :</b> Caractères biochimique d' <i>Escherichia coli</i> .....	8
<b>Tableau II :</b> <i>E. coli</i> pathogènes Intestinales et Extra intestinales. ....	10
<b>Tableau III :</b> Caractères biochimiques de <i>Salmonella</i> .....	14
<b>Tableau IV:</b> Caractères biochimiques des Entérobactéries. ....	15
<b>Tableau V :</b> Caracteres biochimiques d'identification de <i>Salmonella enterica et Salmonella bongori</i> . ....	15
<b>Tableau VI:</b> Nom et charges des antibiotiques utilisés.....	35
<b>Tableau VII:</b> Densité moyenne des élevages visités en fonction de la zone. ....	39
<b>Tableau VIII:</b> Distance moyenne separant les elevages des habitations et des autres batiments en fonction de la zone d'élevage. ....	39
<b>Tableau IX:</b> Température minimale, moyenne et maximale en fonction de la zone des élevages visités.....	77
<b>Tableau X :</b> Taux de sensibilite et de resistance des souches testées. ....	83

## Liste des abréviations

APEC : Avian pathogenic *Escherichia coli*

PCR : Polymérase Chain Réaction

ELISA : Enzyme-linked immunoassay

UPEC : Uropathogenic *Escherichia coli*

NMEC : Néonatal méningites *Escherichia coli*

TIAC : Toxi- infection alimentaire collectives

OMS : Organisation mondiale de la sante

BHIB: Brain Heart infusion

API: Appareillage et Procédés d'Identification 20 E (E=Entérobactéries)

TSI: triple sugar iron

CLSI: The Clinical & Laboratory Standards Institute

EUCAST: European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing

Glu: glucose

Lac: lactose

Ind: indole

TDA: tryptophane desaminase

MAN: Mannitol

CIT : citrate

NIT : nitrate

ADH : arginine-dihydrolase

LDC : lysine-décarboxylase

ODC : ornithine-décarboxylase

RM : rouge methyle

VP : Voges-Proskauer

GEL : gelatinase

ONPG : orthonitrophényl- $\beta$ -galactoside

KCN : cyanure de potassium

# **Introduction**

# Introduction

---

L'aviculture est indéniablement la branche de production animale qui a enregistré en Algérie une expansion des plus remarquables au cours de ces dernières années avec une production annuelle de 537 240 tonnes en 2020 selon la (MADR., 2021), grâce à la modernisation des élevages, l'amélioration de la génétique et de l'alimentation, contribuant ainsi à l'augmentation de la ration alimentaire et à une autosuffisance de point de vue protéique.

Cependant, l'intensification de ce secteur et souvent le non professionnalisme des éleveurs expose la filière à de nombreux risques principalement sanitaires favorisant l'émergence de nombreuses pathologies infectieuses qui sont susceptibles d'affecter la volaille, le plus souvent digestives ou respiratoires comme la colibacillose causée par *Escherichia coli* et la salmonellose causée par *Salmonella* (PATTISON *et al.*, 2007).

Ceci s'est accompagné d'un recours massif aux antibiotiques pour le traitement la prévention des infections et l'amélioration des performances.

Les agents antimicrobiens, en particulier les antibiotiques sont des médicaments vétérinaires utilisés dans les élevages avicoles pour le traitement et la prévention de diverses maladies (SANDERS *et al.*,2011).

Ils sont également utilisés pour améliorer les aliments et augmenter la production,ils sont aussi utilisés en tant que promoteurs de croissance (SHAMA *et al.* ,2011). Toutefois, ils sont souvent utilisés à mauvais escient pour prévenir et traiter des maladies dans le secteur avicole ce qui peut favoriser l'apparition et la diffusion de micro-organismes résistants aux antimicrobiens (VILLATED .,2001 ; HARDON *et* BRUGERE.,2014).

L'efficacité remarquable des antibiotiques s'est accompagné de leur usage excessif et abusif dans les élevages avicoles, ce phénomène a généré une pression sur les bactéries qui ont développés des systèmes de défense contre les antibiotiques conduisant à l'apparition de résistance et favorise sa propagation dans l'environnement (MUYLARET *et* MAINIL .,2012).

La résistance aux antibiotiques est un phénomène en constante évolution, en effet, elle s'est développée très rapidement atteignant presque toutes les espèces pathogènes et qu'aucune classe nouvelle d'antibiotique n'est attendue dans les prochaines années (COURVALIN .,2016).

Dans ce contexte, l'objectif de ce travail a été l'évaluation de la fréquence des bactéries *Escherichia coli* et *Salmonella spp* multirésistantes au niveau de fientes aviaires issues de différentes exploitations avicoles de la wilaya de Tizi Ouzou, ainsi que l'étude de leurs profils d'antibiorésistance.

## **Partie Bibliographique**

**Chapitre I : Généralités *Escherichia coli* /  
*Salmonella***

## 1. Généralités sur les Entérobactéries

Les entérobactéries sont une famille hétérogène de bactéries à gram négatif qui consiste un grand nombre de genre bactérien et divers espèces variées génétiquement avec différentes niches écologiques. On les retrouve préférentiellement dans le tube digestif de l'homme et des animaux ainsi que dans plusieurs écosystèmes environnementaux (PILLY E., 2013).

D'une part, Certaines sont considérées indispensables et bénéfiques car elles sont impliquées à la flore intestinale animale et d'une autre part ils peuvent êtres un risque zoonotique majeur de pathologies infectieuses (GUIRAND P J., 2012).

L'utilisation excessive et mal contrôlée des antibiotiques dans la médecine thérapeutique et vétérinaire, ont permis à ces bactéries d'acquérir une résistance aux antibiotiques avec le temps (DOUBLET *et al.*, 2012), ce qui les place comme une propriété appréciable par l'organisation mondiale de la santé pour la recherche d'autres antibiotiques bénéfiques pour le traitement des maladies infectieuses (OMS, 2020).

### 1.1. Espèce *Escherichia Coli*

Les espèces du genre *Escherichia* sont des bactéries à gram négatif appartenant à la famille des Enterobacteriaceae. *Escherichia coli* la plus connue d'entre elles est présente normalement dans l'intestin des animaux à sang chaud et constitue un membre important de la flore commensale intestinale, elle est souvent utilisée comme indicateur de contamination fécale dans l'eau et les aliments (LAAREM *et al.*., 2017 ; KAPER *et al.*., 2004 ; VAISH *et al.*., 2016).

#### 1.1.1. Historique

Théodore Escherich un bactériologiste et médecin allemand identifie pour la première fois *Escherichia coli* en 1885 dans des échantillons de selles de nourissants atteints d'entérites en observant la fréquence de diarrhées néonatales. Elle fut dénommée « bacterium coli commune », « Bacillus colis » ou encore « bacterium coli » (DESROCHES *et al.*., 2018). C'est en 1919 que Castellani et Chalmers proposèrent de prénommer ce bacille *Escherichia coli* en l'honneur des travaux d'Escherich.

En 1893, un vétérinaire danois Carl Oluf Jensen émis l'hypothèse que l'espèce *Escherichia coli* comprend différentes souches, certaines pathogènes et d'autres non, cette

hypothèse a été confirmée au fil des décennies grâce à l'avancée de la recherche en microbiologie.

Depuis lors, elle est devenue la bactérie la plus couramment étudiée en raison de sa répartition ubiquitaire dans l'environnement (MAINIL, 2003 ; MAINIL, 2013).

## 1.1.2. Taxonomie

Le genre *Escherichia* comprend cinq espèces : *Escherichia blatte*, *Escherichia coli*, *Escherichia fergusonii*, *Escherichia hermannii*, *Escherichia vulneris* (MAINIL, 2003).

La classification d'*Escherichia coli* selon la seconde édition de *Bergey's manual of systematic Bacteriology* (2012) est la suivante :

**Phylum :** *Proteobacteria*

**Classe :** *Gammaproteobacteria*

**Ordre :** *Enterobacteriales*

**Famille :** *Enterobacteriaceae*

**Genre :** *Escherichia*

**Espèce :** *Escherichia coli*

## 1.1.3. Habitat

La niche écologique de *Escherichia coli* est le tractus gastro intestinal des vertébrés chauds et plus particulièrement le colon où il constitue tout au long de la vie de l'hôte l'espèce bactérienne dominante de la flore aérobie intestinale à des taux de  $10^6$ - $10^9$  bactéries par gramme de selles chez l'homme. Son établissement dans le tractus intestinal s'effectue durant les premières heures ou journées qui suivent la naissance à partir du microbiote maternel.

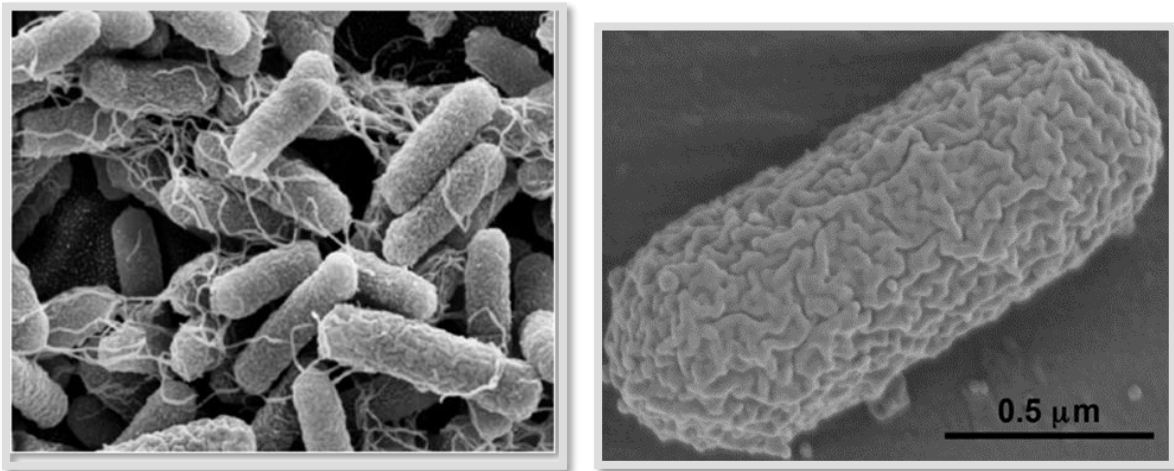
Les souches d'*Escherichia coli* peuvent être disséminés dans divers milieux en dehors de son hôte notamment dans le sol, l'eau et les aliments contaminés (TENAILLON *et al.*, 2010).

## 1.1.4. Caractéristiques bactériologiques

### 1.1.4.1. Caractères morphologiques

*E. coli* est décrite comme étant un bacille à coloration de gram négative ayant une forme Cocco bacillaire non sporulées, parfois capsulée mesurant 2 à 4µm de longueur et 0,7µm de largeur, pouvant être mobile et se déplacer grâce à une structure flagellaire péritriche, elle peut

être retrouvée seule, groupé par deux (diplobacilles) ou rarement en amas (GROS JEAN *et PASQUIER* .,2009 ; VAISH *et al* .,2016).



**Figure 1** : Micrographies électronique à balayage d'*E. Coli* (NASCIMENTO *et al* .,2014).

#### 1.1.4.2. Caractères cultureux

*E. coli* est une bactérie mésophile dont la température optimale apprivoise les 37°C, Elle est facultativement anaérobie et peut croître sur milieu sélectif ou ordinaire. Après incubation à 37°C pendant 18/24h, elle entraîne un trouble quand celle-ci est ensemencé sur bouillon et des colonies arrondies lisse aux bords réguliers de 2a 3mm de diamètre sur milieu gélosé avec un taux de génération de 20min. Hormis, la température qui ne doit pas être inférieure à 7°C ni dépasser les 70°C du fait qu'elle soit thermolabile et ne résistant pas à la pasteurisation. Plusieurs facteurs peuvent influencer sur son activité particulièrement le pH qui de préférence soit proche de la neutralité (7,2) et l'activité de l'eau doit être au minimum de 0,95 (COTTEN *et KARIB* .,2006 ; JEAN *et al* .,2007).

#### 1.1.4.3. Caractères biochimiques

*E. coli* dispose de caractères biochimiques qui la spécifie et facilite son identification des autres espèces du même genre.

Cette espèce dégrade le glucose, lactose, saccharose par voie fermentative entraînant une acidification du milieu, produit de l'indole à partir du tryptophane mais ne possède pas d'uréase (pas d'hydrolyse de l'urée), elle réduit les nitrates en nitrites par le nitrate réductase mais incapable d'assimiler le citrate comme seule source de carbone, possède une galactosidase

mais dépourvu d'arginine dihydrolase et d'acétoine (JOLY *et* REYNAUD ,2006 ; FENEY *et al* ,2007).

<i>Tests Biochimiques</i>	<i>Glu / lac</i>	<i>H<sub>2</sub>S</i>	<i>Ure</i>	<i>Ind</i>	<i>TD A</i>	<i>MA N</i>	<i>CI T</i>	<i>NI T</i>	<i>AD H</i>	<i>LD C</i>	<i>OD C</i>	<i>RM</i>	<i>VP</i>	<i>GEL</i>
<i>E. coli</i>	+	+/-	+	-	+	+	-	+	-	+	+/-	+	-	-

(+) : caractère positif ; (-) : caractère négatif ; (+ /-) : caractère variable

**Tableau I :** Caractères biochimique d'*Escherichia coli*.

### 1.1.4.4. Caractères antigéniques

*E. coli* est caractérisé par une grande diversité antigénique :

**Les antigènes de surface Lip polysaccharidiques (O) :** définissant le séro groupe tel que O157, O111. Structure polysaccharidique composée de plusieurs unités répétitives d'oligosaccharides d'oligosaccharides au nombre de **(180)**, est l'un des constituants cellulaires les plus variables, permettant aux différentes souches d'avoir des surfaces sélectives adaptées à chaque niche spécifique.

**Les antigènes H flagellaires (56) :** de nature protéique, entrent dans la structure du flagelle qui permet à la bactérie de se mouvoir. Ils ne servent pas à l'identification des *Escherichia coli* pathogènes mais présentent un grand intérêt épidémiologique. L'identité de l'antigène H constitue un élément pour assurer qu'il s'agit de la même souche.

**Les antigènes K capsulaires (80) :** constituant la couche la plus externe enveloppent la bactérie, représente une caractéristique commune des *Escherichia coli* pathogènes. Son expression confère une résistance aux défenses innées de l'hôte et joue un rôle essentiel dans les maladies invasives.

La combinaison de ces trois antigènes constitue la base principale d'identification et de classification stéréotypiques des différentes souches d'*Escherichia coli* y compris les souches pathogènes puisqu'ils sont associés à des facteurs de virulence spécifique de celles-ci (ORSKOV *et* ORSKOV ,1992 ; MAINIL ,2003 ; AHMED AMMAR ,2017).

## 1.1.5. Pouvoir pathogène

Alors que la plupart des *Escherichia coli* sont des commensaux du tractus gastro intestinal en jouant le rôle de flore de barrière, certaines souches spécialisées dites pathogènes sont associées à une diversité d'affections pathologiques allant de divers troubles gastros intestinaux à des infections des voies urinaires tant chez l'être humain que chez les animaux que l'on catégorise en deux types d'infections : Infections intestinales et infections extra intestinales (ADINGRA *et al.* ,2011 ; KAPER *et al.*,2004 ; BAKER ,2014 ; CROXEN *et FINLAY* ,2009). (KOHLER *et DOBRINDT* ,2011). (DHO MOULIN *et FAIRBROTHER* ,1999 ; DZIVA *et STEEVENS* ,2008).

<i>E.coli</i>	Pathovars	Pathologies
<b>IPEC</b>	<b><i>E. coli</i> enter toxinogènes (ETEC)</b>	-Diarrhée des voyageurs et des enfants dans les pays en développement.
	<b><i>E. coli</i> Entéropathogènes (EPEC)</b>	-Diarrhées infantiles dans le monde en développement.
	<b><i>E. Coli</i> entérohémorragiques (EHEC)</b>	-Diarrhée sévère, sanglante -Colite hémorragique -Syndromes hémolytiques et urémiques partiellement chez les enfants
	<b><i>E. coli</i> entre agrégatives (EAEC)</b>	-Diarrhée aiguë et persistante des voyageurs -Retards de croissance
	<b><i>E. Coli</i> entre invasives (EIEC)</b>	-Diarrhée muqueuse, sanglante -Crampes abdominales -Fièvre
	<b><i>E. Coli</i> a adhérence diffuse (EAEC)</b>	-Diarrhée chez les enfants de 1 à 5 ANS -Infection urinaire chez les adultes -Complications de grossesse -Développement des maladies inflammatoires chroniques de l'intestin
<b>ExPEc</b>	<b><i>E. coli</i> associées à la méningite néonatale et à la septicémie (MNEC)</b>	-pathologies infectieuses sporadiques en dehors de l'intestin
	<b><i>E. coli</i> Uropathogene (UPEC)</b>	
	<b><i>E. coli</i> pathogènes aviaires (APEC)</b>	-colibacillooses aviaires

**Tableau II : *Escherichia coli* pathogènes Intestinales et Extra intestinales**

(ADINGRA *et al.* ,2011 ; KAPER *et al.*,2004 ; BAKER ,2014 ; CROXEN *et* FINLAY ,2009). (KOHLER *et* DOBRINDT ,2011). (DHO MOULIN *et* FAIRBROTHER ,1999 ; DZIVA *et* STEEVENS ,2008).

## 2. Espèce *Salmonella*

### 2.1. Historique

*Salmonella* est un genre bactérien qui est connue depuis des années par sa pathogénicité et comme un risque majeur qui se trouve généralement dans le tube digestif de l'homme et la plupart des espèces animales domestiques et sauvages. Le bacille d'Eberth connu sous le nom de *Salmonella typhi* a été défini pour la première fois en 1880 par le médecin allemand Karl Joseph Eberth. La culture in vitro de cette bactérie a été possible en 1884 par Georg Théodor August Graff et isoler par le vétérinaire américain Daniel Elmer Salmon, qui a décrit ce genre en 1886. Son nom est confirmé en l'honneur de ce dernier en 1900 par le bactériologiste français Joseph Léon Lignières (LE MINOR *et al.*, 1982 ; LE MINOR, 1992). Quelques années plus tard, en 1896, Fernand Widal découvre la diversité antigénique de ces bacilles, après avoir agglutiner des souches de bacille typhique avec le sérum de malades atteints de typhoïde, à l'aide d'un test appelé surdiagnostique de Widal (GRIMONT *et al.*, 2000).

### 2.2. Taxonomie

La classification taxonomique de ce genre bactérien a subi une évolution marquée durant le temps, ceci grâce aux techniques d'hybridation génomique ADN-ADN. (CROSA, 1973 ; REEVES, 1989). Et selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) on distingue deux espèces principales de *Salmonella* : *Salmonella bongori* et *Salmonella enterica*. Au sein de cette dernière espèce sont distingués en six différentes sous-espèces, chacune de ses sous-espèces se divise en sérotype, à l'heure actuelle plus de 2600 sérotypes sont reconnus officiellement.

**Domaine:** *Bacteria*

**Phylum:** *Proteobacteria*

**Classe:** *Gammaproteobacteria*

**Ordre :** *Enterobacteriales*

**Famille :** *Enterobacteriaceae*

**Genre :** *Salmonella*

**Espèces :** *S.enterica* ; *S.bongori*

### 2.3. Habitat

Le tractus digestif des vertébrés et un écosystème adéquat pour le développement et la multiplication des bactéries pathogènes telle que la *Salmonelle*, de ce fait elles peuvent

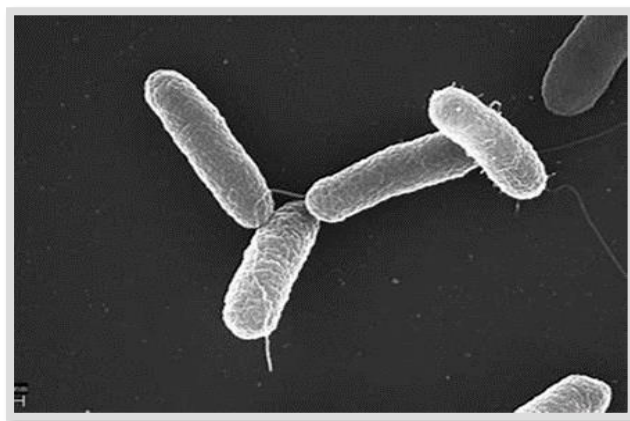
contaminer l'environnement extérieur à partir des excréments des animaux (contamination fécale), et survivre pendant des mois lorsque les conditions sont favorables (température et humidité) (CASTAGNOS, 2003 ; LE MINOR, 1990). Leur omniprésence se présente en un large spectre de réservoirs : humain, animaux, mammifères, volailles, reptiles, crustacés. En plus de ça elles peuvent survivre dans des réservoirs secondaires comme les boues d'épuration, fruits et légumes, l'eau et aussi les aliments d'origine animale (CODEX ALIMENTARIUS, 2009 ; ANDRIANATADIARITINA, 2015 ; BERTRAND, 2003).

Les sérotypes de ce genre peuvent être strictement humaine (*S.typhi* et *paratyphi*) ou strictement animal, comme ils peuvent infecter les organismes à sang chaud (*S.enterica*) ou à sang froid (*S.bongori*) (FOOKES *et al.*, 2011).

## 2.4. Caractères bactériologiques de *Salmonella*

### 2.4.1. Caractères morphologiques

Les *Salmonelles* sont des bacilles de taille variée entre 2 à 5 µm de longueur et 0,7 à 1,5 µm de largeur, et qui présentent une paroi épaisse de 8 à 12 nm. Elles présentent sur leurs membranes externes un complexe macromoléculaire toxique de nature lipopolysaccharidique, thermostables nommés (LPS) ou endotoxine. Elles sont aussi des bactéries mobiles qui assurent cette fonction grâce à des structures cellulaires appelées « flagelle » composées de trois parties essentielles : le crochet, le corps basal et le filament, qui constituent une ciliature péritriche à l'exception de *Salmonella gallinarum-pullorum* (AVRIL *et al.*, 1992).



**Figure 2 :** *Salmonella* en microscopie à balayage. (INSTITUT PASTEUR, 2005).

### 2.4.2. Caractères cultureux

Les *Salmonelles* sont des bactéries aéro-anaérobies facultatives et mésophile du fait que leur optimum de croissance est de 35 et 37°(MARTINEY *et al.*, 2016) , on y retrouve aussi des souche qui peuvent survivre à des températures extrêmement basses ou élevées (de 2°C jusqu'à 54°C) (ANDINO *et* HANNING, 2015), ainsi qu'elles résistent à une pression osmotique relativement élevée grâce à la rigidité de leur enveloppe et avec une activité de l'eau (aw) de 0.94 (équivalent à une concentration en NaCl de 10.34 g/100 ml) suffisante pour leur croissance ( KORSACK *et al.*, 2004) , pour le pH il varie entre 5 et 8 (ABDUL KHALIL *et al.*, 2014).

La recherche de *Salmonella* dans un échantillon donné a besoin de l'utilisation de différents milieux selon l'étape à réaliser :

Milieu de pré-enrichissement, Milieu d'enrichissement et Milieu d'isolement.

### 2.4.3. Caractères antigéniques

De plus des antigènes O, H et K présentent chez *E. coli*, *Salmonella* comportent deux autres types d'antigènes particuliers :

- Les antigènes R : les souches qui présentent cet antigène sur leur surface perdent leur pouvoir pathogènes et sont facilement phagocytées.
- Les antigènes M : responsables de l'aspect muqueux des colonies qui Appartiennent à *Salmonella paratyphi B* (ELGROUD, 2009).

### 2.4.4. Caractères biochimiques

L'identification des *Salmonelles* dépend d'une série de test qui étudie les activités biochimiques de cette dernière on peut les classer selon l'objectif de la recherche. Toutes les *Salmonelles* ont un nitrate réductase mais ne possèdent pas d'oxydase, elles sont fermentatives du glucose avec ou sans production de gaz et de H<sub>2</sub>S :

TEST BIOCHIMIQUE	RESULTAT
Nitrate réductase	+
Oxydase	-
Fermentation du glucose	+
Production d'H <sub>2</sub> S	+/_

**Tableau III :** Caractères biochimiques de *Salmonella*.

- Au sein de la famille des entérobactéries les genres bactériens sont caractérisés par :

Uréase	-
Tryptophane désaminase	-
Production d'indole et d'acétoïne	-
<b>Fermentation du lactose</b>	
Saccharose	
Inositol	
Amygdaline	
Adonitol	-
2-cétogluconate	
Thiosulfate réductase	+
Lysine	+
Ornithine	+
La croissance sur milieu contenant du nitrate de Simmons	+

**Tableau IV :** Caractères biochimiques des Entérobactéries.

- Les deux espèces de *Salmonella* sont identifiées par :

	<i>S.enterica</i>	<i>S.bongori</i>
Test sorbitol	+	-
Croissance sur milieu contenant du KCN	-	+

**Tableau V :** Caractères biochimiques d'identification de *Salmonella enterica* et *Salmonella bongori* (CARON et MENARD, 1997).

- Les sous espèces de *Salmonella* sont différenciés caractérisés aussi par :

Le test d'ONPG, test de gélatinase, la capacité de fermenter le dulcitol, l'utilisation ou pas du malonate comme une source de carbone et d'énergie, test glucuronidase et glutamyl transférase. (CARON et MENARD., 1997).

(+) : caractère positif ; (-) : caractère négatif ; (+/-) : caractère variable

## 2.5. Pouvoir pathogène

Les infections aviaires causées par *Salmonella* sont des maladies cliniques très répandues depuis des années dans le secteur avicole essentiellement chez les volailles, et qui transmettent aussi un problème majeur à la santé publique.

Chez les volailles l'infection passe généralement inaperçue, mais dans certains cas l'absence de la flore intestinale mature ou d'insuffisance de développement du système immunitaire, favorisent l'évolution de la maladie et provoquent l'apparition des symptômes. Les salmonelles comportent des facteurs de virulence qui favorisent aussi sa pathogénicité contre son hôte (ROSTANGO *et al.*, 2006).

## **Chapitre II : Colibacillose / Salmonellose**

### 1.Généralités sur l'élevage avicole

L'élevage avicole est une propriété agricole spécialisée dans l'élevage des volailles (poulet, dindes, canards...etc.) et constitue une ressource mondiale très importante destinée à la production de viande et des œufs. Le développement rapide du secteur avicole spécialement en Algérie et même dans d'autres pays demeure très important en tenant compte de la population, l'urbanisation ainsi le pouvoir d'achat de ce produit par le consommateur (FAO,2019).

Dans la littérature scientifique de nombreuses études ont montré que l'environnement dans lequel vivent les volailles joue un rôle crucial dans le maintien de leurs états de santé et de leur bien-être. En effet, un environnement inadapté peut influencer leur croissance, leur comportement, leur système immunitaire et entraîner des problèmes de santé tels que les maladies respiratoires, des troubles du comportement ou des infections bactériennes ce qui peut avoir des conséquences néfastes sur les animaux et leur production, il est donc important de veiller à ce que les facteurs extrinsèques liés aux conditions d'élevages soient optimales et suivant la réglementation: l'infrastructure servant de bâtiment d'élevage, l'hygiène, la température, l'humidité, la luminosité, la densité, la qualité de l'air ainsi que la ventilation ainsi qu'une source hydrique et une alimentation de qualité (SONAIYA *et* SWAN ,2004 ; SUSANE *et* AIELLO ,2002 ; GUYUNEY *et* MICHEL ,2002).

D'autres facteurs appelés intrinsèques qui sont liés à l'animal tels que l'Age, la race, l'état de santé sont également à prendre en compte (LILLEHOJ, 1988).

La volaille est en proie à une pléthore de pathologies qui se traduisent généralement par des symptômes communs tels qu'une diminution de l'appétit, un comportement apathique, un plumage ébouriffé et des ailes pendantes. Ces maladies ont pour effet d'entraver considérablement les performances avicoles et peuvent dans certains cas entraîner une mortalité importante ainsi que la nécessité d'effectuer des saisies lors du processus d'abattage.

Les colibacilloses et salmonelloses aviaires sont parmi les infections bactériennes les plus fréquentes et significatives en pathologie aviaire. Elles représentent vraisemblablement la première cause de l'utilisation d'antibiotique dans les élevages et contribuent à l'émergence de souches résistantes constituant ainsi un problème de santé publique (DIPAK *et al.*, 2021).

### 1.1. La Colibacillose

Les *Escherichia coli* aviaires représentent à l'heure actuelle l'une des plus importantes causes de pertes économiques est indubitablement l'une des causes majoritaires et de mortalité et de morbidité en industrie avicole (20%), et constitue aussi l'un des motifs de condamnation des carcasses les plus fréquents à l'abattoir (43%) en raison de son association a divers maladies (La bursite infectieuse (IBD), le mycoplasme, la coccidiose, la maladie de Newcastle ou la bronchite infectieuse). La colibacillose une maladie infectieuse, dont la voie d'entrée principale est le tractus respiratoire, engendre des lésions et des manifestations qui peuvent être variables suivant l'âge de l'animal notamment l'infection du sac vitellin, l'omphalite, l'infection des voies respiratoires, le syndrome de la tête enflée, la septicémie, la polysérite, le coligranulome, l'entérite, la cellulite et la salpingite. Et affecte essentiellement les élevages de poulets (STORDEUR *et* MAINIL ,2002 ; DZIVA *et* STEVENS ,2008 ; MELLATA *et al* .,2013 ; SHOULER ,2015).

### 1.2. Processus infectieux

Suite à l'inhalation de particules d'aérosols contaminées par voie orale ou nasale ou encore pénétration par voie colorectale, les APEC occupe les membranes muqueuses des voies gastro intestinales à savoir la bouche, l'œsophage, l'estomac, l'intestin grêle, le gros intestin et l'anus, les voies respiratoires, les surfaces internes des systèmes reproducteur sans forcément causer d'altérations pathologiques. En revanche en présence de facteurs prédisposant la colibacillose (stress immunosuppression maladies mycoplasmiques) les APEC traversent les épithéliums respiratoires et pénètrent profondément dans les muqueuses pour atteindre la circulation sanguine ainsi infecter les organes extra intestinaux (foie, cœur, poumon, rate, rein), Provoquant ainsi une multitude d'infections. Dans les voies respiratoires les APEC agissent sur et infectent les cellules épithéliales de la muqueuse trachéale causant des altérations de celle-ci, ces altérations entraine une réaction inflammatoire qui peut contribuer à son tour a des altérations des tissus et à la fonction pulmonaire (DIPAK *et al.*, 2021 ; GUABIRABA *et* SHOULER ,2015).

### 1.3. Facteurs de virulences

La virulence des souches *Escherichia coli* pathogènes aviaires et *Salmonella* est un phénomène complexe associés à de nombreux mécanismes impliquant toute une gamme de molécules clé pour leur survie et leur pathogénicité appelés facteurs de virulence codés par des

gènes associés à la virulence (VAG) ces facteurs regroupent mais sans s'y limiter les adhesines, les invasines, les toxines, les systèmes d'acquisition du fer (sidérophore) facilitent l'adhésion, l'invasion (DIPAKKATHAYAT *et al.*, 2021 ; KOHLER *et* DOBRINDT , 2011).

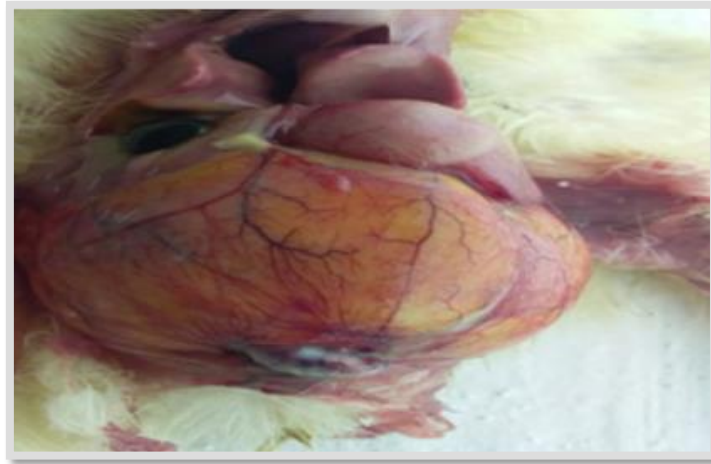
Les facteurs de virulence sont des substances de nature protéique, glycoprotéique ou lipidique, produites et sécrétés par la bactérie conférant à cette un pouvoir contre l'hôte bouleversant sa machinerie cellulaire ainsi initier sa pathogenèse. Ils sont codés par une multitude de gènes pouvant être localisés dans la plupart des cas sur le fond chromosomique de base de l'espèce « core génome » tels que les adhesines, les toxines, capsule, lipopolysaccharides (LPS) ...etc., ou sur des éléments génétiques transmissibles (transposons, plasmides ou encore bactériophages).

De plus, ces gènes peuvent faire partie des régions génomiques particulières appelées « ilots de pathogénités » ces derniers sont des séquences d'ADN répétées de taille qui varie entre 15000 à 200000 paires de base insérées dans le génome par l'intermédiaire de deux enzymes : l'intégrase et la recombinase.

### 1.4. Pathogénie et symptomatologie

La colibacillose aviaire est associée à divers syndromes se traduisant par des formes typiques notamment les infections des voies respiratoires (aérosacculite), les infections de l'appareil urogénital (salpingite), omphalite, septicémie, syndrome de la tête gonflée ou encore cellulite.

La colibacillose aviaire commence généralement par une infection respiratoire qui évolue vers une infection généralisée. La colonisation de la trachée et des sacs aériens est considérée comme la première étape d'une infection systémique par l'APEC, suivie de la colonisation du foie et du péricarde, avec une bactériémie subséquente (GUABIRABA *et* SCHOULER ,2015).



**Figure 3 :** Omphalite colibacillaire chez le poussin type chair (OUBOUYAHIA *et* NASSIK, 2021).

## 2. La Salmonellose

La salmonellose aviaire est une pathologie très répandue depuis plusieurs années dans le secteur avicole. Elle est causée par différentes sous-espèces de *Salmonella* et ne produit généralement pas de symptômes chez les volailles. Ils sont donc des porteurs asymptomatiques (ROSTANGO *et al.*, 2006), cependant dans certains cas elle évolue et peut aller à une forme très grave et devient une maladie mortelle (BELL *et* KYRIAKIDES, 2002).

Ces infections sont principalement une conséquence d'une atteinte bactérienne par différents sérotypes spécifiques à la volaille qui sont : *Salmonella galinarum* et *Salmonella pullorum*. On y trouve aussi d'autres sérovars de *Salmonella* identifiés, ubiquistes et connus chez les poules comme *Salmonella Enteritidis* et *Salmonella typhimurium*. (BARROW *et al.*, 1987 ; DUNKLEY *et al.*, 2009 ; NISBET *et* ZIPRIN, 2001).

### 2.1. Processus infectieux

La contamination des volailles par *Salmonella* débute généralement par une voie orale via l'ingestion de cet agent pathogène à partir de l'environnement, elle traverse le tube digestif jusqu'à ce qu'elles arrivent à l'intestin grêle et préférentiellement le coecum où elle se multiplie de façon à coloniser ces derniers. L'activité de cette bactérie se poursuit par invasion des cellules épithéliales de la muqueuse intestinale où elles forment des structures appelées invasomes, Elles peuvent toutefois adhérer aux cellules M des plaques de Peyer. L'infection entraîne une réponse immunitaire, les macrophages ou les neutrophiles se déplacent vers le site de l'infection par des signaux moléculaires dites : chimiotaxie. Ces derniers vont phagocyter et

digérer les macrophages. Parfois certains macrophages sont incapables de digérer les bactéries ce qui permet de les disséminer dans l'organisme par voie sanguine et de leurs permettre de se transporter vers des organes vitaux et aggraver la situation (EUZEBY, 1997).

### 2.2. Pathogénie et symptomatologie

Les infections à *Salmonella* entraînent un taux de mortalité très élevés chez les jeunes poulets âgés de moins de 3 semaines. Selon le sérotype qui infecte la volaille on distingue plusieurs types de maladies :la typhose causée par *S.gallinarum* et la pullorose causée par *S.pullorum*, ainsi que d'autres infections systémiques transmissible de l'animal à l'homme causées par *Salmonella enteritidis* et *Salmonella typhimurium* (COX *et al.*, 2000).

Le mal entretient et l'absence du traitement peut induire à l'évolution de la maladie à des formes chroniques. Elle peut toutefois causer des pododermatites, des ovarites et même des salpingites. Les femelles peuvent donc pendre des œufs contenant des *Salmonelles* et avoir des poussins malades (VILLATE, 2001).



**Figure 4 :** Nécrose focale au niveau du foie dû à *Salmonella gallinarum* (CHAVES HERNANDE, 2014).

### 3. Diagnostic de la colibacillose et salmonellose

#### 3.1. Diagnostic Clinique

Les maladies due aux bactéries *Escherichia coli* et *Salmonella* sont diagnostiquée tout d'abord en se basant sur les signes cliniques ainsi que la présence de lésions macroscopiques typiques, qui va mener a différencier le diagnostic vu qu'il existe de nombreux organismes pouvant être à l'origine de ces infections. Pour cela un isolement et une identification des souches *Escherichia coli* pathogènes et *Salmonella* est nécessaire.

#### 3.2. Au laboratoire

L'isolement se fait à partir de prélèvements de sang ou d'organes atteints tels que le cœur ou la rate six heure a trois jours après l'infection dans les cas aigues et après sept jours dans les cas subaiguës en respectant les conditions bactériologiques afin d'éviter toute contamination par le contenu intestinal (SM LUTFUL KABIR *et al.*, 2010 ; GOMIS *et al.*, 1997 ; GROSS *et al.*, 1975 ; DHO MOULIN *et FAIRBROTHER* ,1999). Un ensemencement des prélèvements et isolement de la bactérie sont réalisés sur des milieux de cultures sélectifs tels que Mac Conkey, Hektöen, Dringaleski dans le cas d'une colibacillose et milieu SS pour la salmonellose, qui sera suivie d'une identification plus poussée par des tests d'orientation basée sur les caractéristiques biochimique de l'agent étiologique comme la fermentation des sucres, production d'indole, utilisation du citrate (DHO MOULIN *et FAIRBROTHER*, 1999 ; STORDEUR *et MAINIL*,2002).

Dans le cas d'une colibacillose, pour renforcer les résultats des étapes précédentes une méthode de typage basée sur une réaction d'agglutination en utilisant des sérums contenant des anticorps dirigés contre des antigènes de la paroi (antigène O) appelée sérotypage est mise en évidence permettant ainsi de confirmer l'appartenance de la souche en question à celles pathogènes. Des méthodes moléculaires de typage comme la PCR, L'ELISA, ou l'utilisation de sondes ADN spécifique basé sur la détection des facteurs de virulence associés aux APEC ont été développés mais celles-ci ont une valeur limitée car seulement les types APEC homologues peuvent êtres détecter (SM LUDIQUÉ KABIR *et al* .,2010 ; DHO MOULIN *et FAIRBROTHER* ,1999).

### 4. Traitement de la colibacillose et salmonellose

Jusqu'à aujourd'hui le traitement des maladies dû à *Escherichia coli* et *Salmonelle* n'est autre que l'antibiothérapie. Les classes d'antibiotiques les plus fréquemment utilisés en médecine aviaire sont les sulfamides, les quinolones, les bêtalactamines, les tétracyclines. Cependant cette utilisation a mener l'apparition de certaines souches résistantes à certains antibiotiques. Pour cela il est préconisé de réaliser un antibiogramme afin de tester le comportement de la souche vis-à-vis de chaque antibiotique (DIPAK ,2010 ; DHO MOULIN et FAIRBROTHER, 1999 ; NHUNG *et al.* ,2017 ; AGUNOS *et al.*, 2012).

### 5. Transmission et potentiel zoonotique

Les souches APEC peuvent se transmettre de la volaille aux êtres humains, notamment par le biais d'une consommation de viande aviaire insuffisamment cuite créant ainsi un risque majeur. Ce danger est accentué par leur capacité à coloniser le tractus digestif humain, interagir avec la flore commensale et transmettre leur virulence. Les souches pathogènes d'*Escherichia coli* aviaires comportent un potentiel risque pour la santé humaine en raison de leur aptitude zoonotique liée à des ancêtres phylogénétiques partagés avec les souches pathogènes extra intestinales. De nombreuses études ont rapportés une similarité génétique entre les APEC et les UPEC et NMEC avec des preuves d'infections croisées entre poulets et modèles animaux d'infections humaines. D'autre part, la *Salmonelle* bactérie fortement présente dans les produits d'origine animale essentiellement aviaires, peut causer des infections digestives chez les humains. Les œufs sont également impliqués dans des foyers de TIAC des salmonelloses non typhoïdienne chez l'homme.

De manière générale la volaille principalement les poulets ainsi que les œufs présentent potentiellement un risque zoonotique d'origine alimentaire ainsi qu'une source ou un réservoir d'infections chez l'homme (MELLATA, 2013 ; DIPAK *et al.* ,2010).

### 6. Antibiorésistance

Bien que les infections bactériennes aient été auparavant facilement traitables avec l'antibiothérapie, les schémas thérapeutiques traditionnels sont actuellement remis en question par l'apparition de souches résistantes aux antibiotiques.

### 6.1. Notion d'Antibiorésistance

Cliniquement La résistance aux antibiotiques est définie comme étant la capacité d'une bactérie à se multiplier et résister à l'action d'un agent antimicrobien. Selon les définitions bactériologiques donné par l'OMS :

- Un micro-organisme est considéré « résistant » lorsque sa concentration minimale inhibitrice (CMI) est plus élevée que celle qui inhibe le développement de la majorité des autres souches de la même espèce.
- Une souche est dite « résistante » lorsque la concentration d'antibiotique qu'elle est capable de supporter est plus élevée que la concentration que l'on peut atteindre in vivo à la suite d'un traitement.

La résistance bactérienne à un antibiotique est d'origine génétique. Les gènes de résistance se trouvent soit dans le chromosome (résistance chromosomique), soit dans un élément mobile, comme les plasmides, les éléments transposables ou les intégrons (résistance extra chromosomique) (MUYLAERT *et al.*, 2012 ; WEISS, 2002).

### 6.2. Types de résistances aux antibiotiques :

La résistance peut être naturelle (intrinsèque) c'est-à-dire inné et concerne toutes les souches d'une même espèce bactérienne, mais elle peut être également acquise.

#### 6.2.1. Résistance intrinsèque

Concernent les souches bactériennes appartenant à la même espèce La résistance naturelle est stable, permanente et d'origine chromosomique transmise à la descendance (transmission verticale) lors de la division cellulaire, mais elle n'est généralement pas transférable d'une bactérie à l'autre (transmission horizontale) (LOZNIIEWSKI, 2010 ; PIERROT,2015).

#### 6.2.2. Résistance acquise

La résistance acquise se caractérise par l'apparition subite d'une résistance à un ou plusieurs antibiotiques chez certaines bactéries qui étaient auparavant sensibles. Elle résulte de mécanismes d'acquisition de gènes de résistances (MOROH, 2013). On décrit deux phénomènes majeurs à la modification du génome bactérien :

Les mutations chromosomiques spontanées responsables des résistances endogènes qui sont rares, aléatoires, n'affecte qu'un caractère et la résistance ne concerne généralement qu'un

antibiotique ou qu'une famille d'antibiotiques ayant le même mode d'action et peut être transmissible de manière verticale (LOZNIEWSKI, 2010).

L'Acquisition de gènes de résistance horizontalement c'est-à-dire par un autre organisme. L'acquisition de nouveau matériel génétique exogène peut se faire soit par échange direct de matériel chromosomique, soit par échange d'éléments mobiles transmissibles tels que les plasmides, les transposant, les intégrons, les bactériophages. Les résistances plasmidiques peuvent concerner plusieurs antibiotiques, voire plusieurs familles d'antibiotiques. Comme les mutations chromosomiques elles sont capables de se transmettre verticalement mais aussi horizontalement selon trois modes de transmission : la conjugaison, la transformation et la transduction (COURVALIN, 2016 ; CHARDON *et* BRUGERE, 2014).

### 6.3. Mécanismes de résistances bactériennes

Les bactéries ont développé différents mécanismes afin de neutraliser l'action des agents antibactériens (MUYLAERT *et al.*, 2012), les plus répandus sont :

#### 6.3.1. Modification ou inactivation de la molécule d'antibiotique

Principal mécanisme de résistance des bactéries gram négatif ciblant les beta lactamines par des enzymes appelés beta lactamases. L'enzyme en modifiant le noyau actif de l'antibiotique par clivage ou par addition d'un groupement chimique (hydrolyses, acétylation, phosphorylation, nucleotidylation), empêche la fixation de l'antimicrobien sur sa cible et Provoque une inactivation de son activité (BONOMO, 2017).

#### 6.3.2. Imperméabilité aux antibiotiques

Contrairement aux bactéries gram positif dont la structure enveloppante est assez simple Pour atteindre sa cible intra cellulaire la molécule d'antibiotique doit traverser la membrane externe à travers des canaux de nature protéique appelés porines, les bactéries ont développé un mécanisme pour diminuer l'entrée de l'antibiotique par altération des porines (PAGES *et al.*, 2008).

#### 6.3.3. Modification de la cible

Un mécanisme de résistance acquise ou la cible peut être structurellement modifiée ou remplacée, de telle sorte que son affinité pour l'antibiotique diminue et que le composé antibactérien ne puisse plus se lier à son site d'action (MUYLAERT *et al.*, 2012).

### 6.3.4. Efflux des molécules d'antibiotiques (pompe a efflux)

Les bactéries peuvent résister aux antibiotiques par exportation active grâce à des transporteurs membranaires appelés pompes d'efflux. Ces protéines. Agissent en limitant l'accumulation de la molécule au contact de sa cible. Elles peuvent être spécifiques d'une famille d'antibiotiques ou au contraire responsable de résistance croisée a plusieurs familles d'antibiotiques rendant la bactérie multirésistante (POOLE, 2005 ; YASUFUKU *et al.*, 2011).

## 7. Prevention et control

La prévention des maladies bactériennes vise tout d'abord à contrôler la contamination environnementale afin d'éviter toutes sorte de prédispositions la première méthode administrés aux poussins consiste à réduire la contamination intestinale par des souches pathogènes en utilisant l'exclusion compétitive c'est-à-dire qu'elles seront exclues de manière concurrentielles du tractus digestif par l'ensemencement de flore probiotique ou de flores intestinales de sujets adultes. Une autre méthode de prévention consiste à collecter et traiter les œufs en les fumigeant rapidement après la ponte et jeter les œufs fêlés ou souillés de matière fécale (STORDEUR et MAINIL,2002 ; WEINACK *et al.* ,1981 ; KABIR,2009).

Les infections par voie respiratoire peuvent être réduites en surveillant régulièrement la sante de la volaille afin d'éviter tout agent pathogène favorisant la colibacillose (mycoplasme). Une prévention sanitaire est nécessaire en appliquant une hygiène appropriée et des mesures de biosécurité strictes, en contrôlant la qualité de l'eau de l'alimentation qui peuvent êtres des réservoirs de colibacilles ainsi que certains facteurs environnementaux (humidité, température, ventilation, composition de l'air, densité) une prévention médicale est également possible en faisant appel à des vaccins inactivés cependant leurs efficacité est limité contre les souches hétérologues en raison de la diversité des APEC (S.M. LUTFUL KABIR, 2010 ; DHO MOULIN *et* FAIRBROTHER ,1999 ; GROSS,1997 ; GOREN,1991 ; BACHMEIER *et* BISGAARD ,2020 ).

Outre la maîtrise des facteurs de stress environnementaux et l'application des mesures de biosécurité et des outils préventifs, le control des infections a APEC repose sur la vaccination et la médication antibiotique, cependant cette dernière a mener à l'apparition et l'augmentation de bactéries multirésistantes qui ont conduit au développement d'autres moyens de lutte comme les bactériophages, les probiotiques ainsi que divers alternatives dans le but de développer des

thérapies préventives efficaces pour contrôler les infections bactériennes dans le secteur aviaire  
( WANG *et al* .,2017 ; WANG *et al* .,2016 ; KAIKABO *et al* . , 2017).

## **Partie Expérimentale**

# Partie expérimentale

---

## 1. Problématique :

Les colibacilloses et salmonelloses aviaires sont deux maladies prédominantes signalées dans la surveillance sanitaire des élevages avicoles, se positionnent comme les principales raisons pour lesquelles l'antibiothérapie est utilisée, cependant cette dernière peut entraîner des problèmes d'antibiorésistance, un défi majeur en matière de santé publique.

## 2. Objectifs et cadre d'étude :

Il est à rappeler que les objectifs de la présente étude consistent d'une part à la Réalisation d'un questionnaire en relation avec la problématique posée, identification et caractérisation des souches d'*Escherichia coli* et *Salmonella spp* présentes au niveau des fientes d'origine aviaire, afin d'évaluer la fréquence de ses bactéries multirésistantes chez la volaille (portage). D'autre part, à étudier leur comportement vis-à-vis de 11 molécules d'antibiotiques.

L'étude a été conduite durant la période s'étalant du mois de mars au mois de mai 2023 Au niveau du service bactériologique du laboratoire vétérinaire régionale de Draa ben- Kheda Tizi Ouzou.

## 3. Zone d'étude :

L'étude a porté sur trois communes de la wilaya de Tizi-Ouzou à savoir la commune de Yakourene, Freha et Draa ben khedaa en plus des communes d'où provenaient prélèvements qui émanaient du laboratoire vétérinaire régional de Draa-ben-kheda.



■ Yakouren    ■ Freha    ■ Draa ben kheda

**Figure 5 :** Carte géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou.

## Partie expérimentale

---

### 4. Fiche d'enquête :

Une fiche d'enquête par élevage portant les informations en relation avec la volaille concernant les conditions d'élevages a été mise en place.

Chaque échantillon a été soumis à une fiche d'enquête (**voir annexe n°3**).

### 5. Sur terrain :

#### - Echantillonnage :

L'échantillonnage a été effectué au niveau de poulaillers privé d'élevages de poulets, en respectant les modalités pratiques pour assurer le maintien de l'état initial des échantillons jusqu'au laboratoire qui sont les suivantes :

- Prélèvement d'une quantité de fientes de poules à partir du sol à l'aide d'une spatule stérile puis mis dans un pot stérile.
- Écouvillonnage coloretale des sujets dans quelques millilitres de bouillon cœur cerveau BHIB.

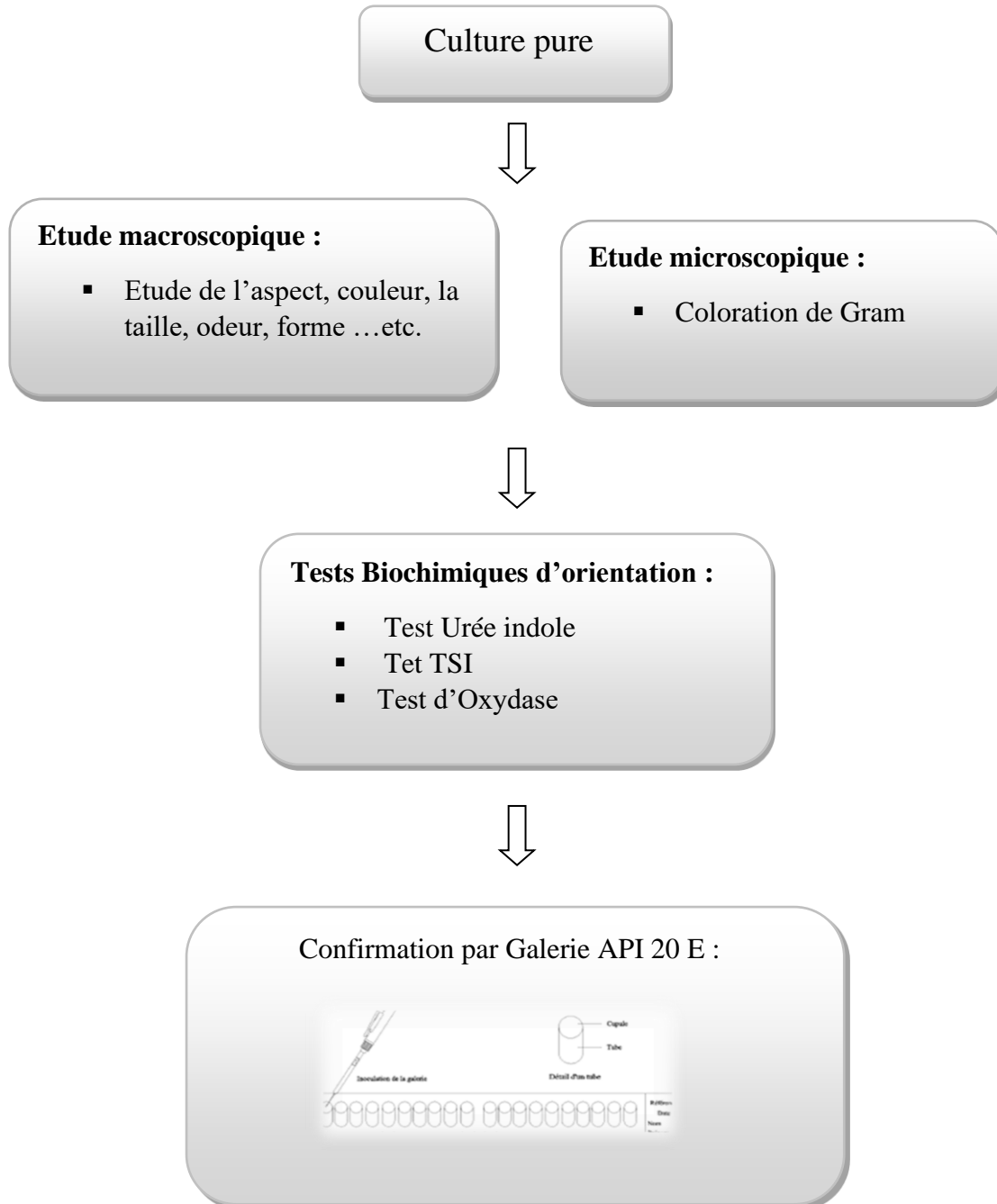


**Figure 6 :** Echantillonnage de fientes de poulets au niveau d'un poulailler à Tizi-Ouzou (Photos Personnelles,2023).

# Partie expérimentale

---

## 6. Au laboratoire :



**Figure 7 :** Schéma d'identification Microbiologique.

## Partie expérimentale

### 6.1. Enrichissement (solution mère) :

Les prélèvements de fientes réceptionnés sont pesés puis mis en suspension dans du BHIB (10g de fientes dans 90ml de solvant pour les prélèvements environnementaux et 1g dans 9ml pour les prélèvements par écouvillonnage) et mis en incubation pendant 24 heures à 37°C.

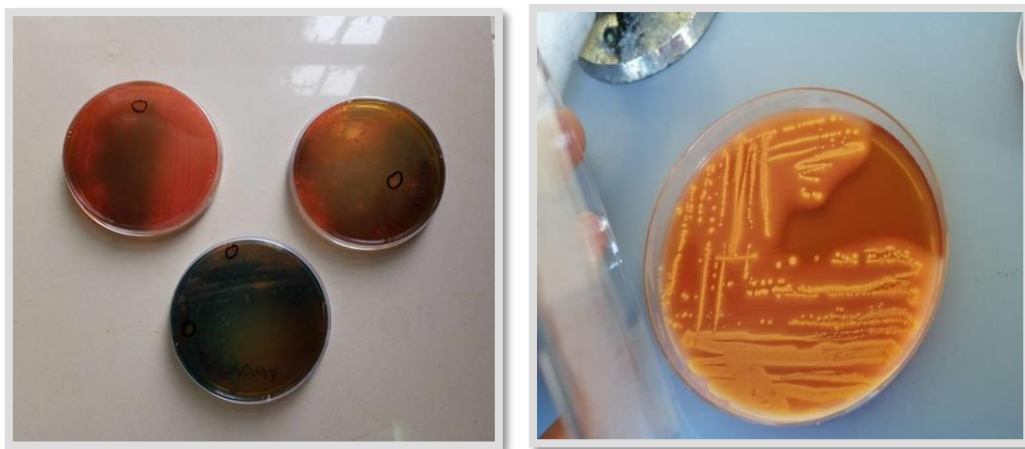


**Figure 8 :** Enrichissement des prélèvements de fientes aviaires (photos personnelles, 2023).

### 6.2. Isolement (ensemencement) et purification :

La solution mère est ensemencée à l'aide d'une anse de platine une goutte du milieu d'enrichissement est reportée sur une boîte de Pétri contenant le milieu Hektoen en quadrants, et incubé à 37°C pendant 24 heures.

La purification des colonies caractéristiques est procédée par rée isolement successif sur le même milieu, et incubé toujours à l'étuve 37°C pendant 24 heures.



**Figure 9 :** Purification d'une souche *Escherichia coli* sur milieu hektoen (photos personnelles, 2023).

## Partie expérimentale

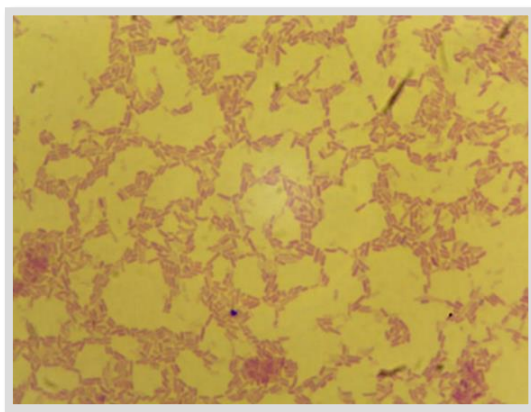
---

### 7. Identification :

Le principe d'identification à l'aide des moyens classiques est assez simple. Outre l'aspect macroscopique. Les colonies caractéristiques ont été soumises à un examen microscopique et une série des tests biochimiques d'orientation confirmée par une galerie Api.

#### 7.1. Coloration de gram :

Une coloration basée sur les propriétés de la paroi bactérienne (structure et composition chimique) qui distinguent les bactéries Gram positif dotées d'une simple paroi avec une couche épaisse de peptidoglycane, qui ont la capacité de retenir un complexe de violet de Gentiane-iodé lorsqu'elles sont soumises à une action décolorante rapide de l'alcool, contrairement aux bactéries Gram négatif composées d'une fine couche de peptidoglycane et d'une membrane externe qui ne retiennent pas le colorant et peuvent être contre-colorées ensuite avec un autre colorant de couleur différente (la fuchsine).(voir annexe n°5).



**Figure 10 :** Observation microscopique du frottis après une coloration différentielle de Gram de souches d'*Escherichia coli* suspectes (Gx1000) (photos personnelles,2023).

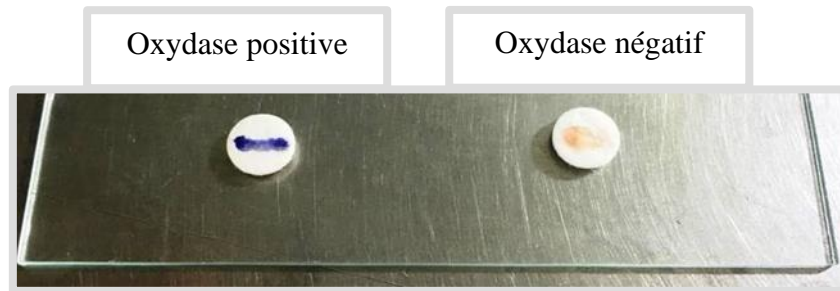
#### 7.2. Les principaux tests biochimiques (d'orientation) (voir annexe n°6) :

##### 7.1.1 Test d'oxydase :

Le test de l'oxydase est un test de détection de l'enzyme cytochrome oxydase. Le chlorhydrate ou le N-diméthylparaphénylène diamine (PDA) est utilisé comme réactif, généralement imprégnés sur des disques (disques oxydases). Un de ces disques est placé sur une lame et une colonie bien isolée est déposée avec une pipette Pasteur sur ce dernier.

## Partie expérimentale

Une Réaction positive se manifeste par l'apparition d'une coloration bleu foncé à violet dans un délai de 30 secondes cependant l'absence de coloration ou coloration au-delà de 30 secondes est témoin de réaction négative.



**Figure 11** : Test d'oxydase.

### 7.1.2 Test TSI (triple sugar iron):

Test basé sur la fermentation des trois glucides contenus dans le milieu TSI (glucose, lactose, saccharose) et sur la production de gaz et d' $H_2S$ . L'ensemencement est réalisé à partir d'une colonie caractéristique par pique centrale profonde dans le culot puis stries sur la pente avec une pipette Pasteur suivie d'une incubation à  $37^{\circ}C$  pendant 24 heures.



**Figure 12** : Test TSI (triple sugar iron) (photo personnelle,2023).

## Partie expérimentale

### 7.1.3 Dégradation de l'urée et production d'indole :

Ce test permet la mise en évidence de l'uréase, de la tryptophane désaminase et de la production d'indole. Une colonie est mise en suspension dans le milieu urée indole à l'aide d'une pipette pasteur, la lecture se fait après 24 heures d'incubation à 37°C.

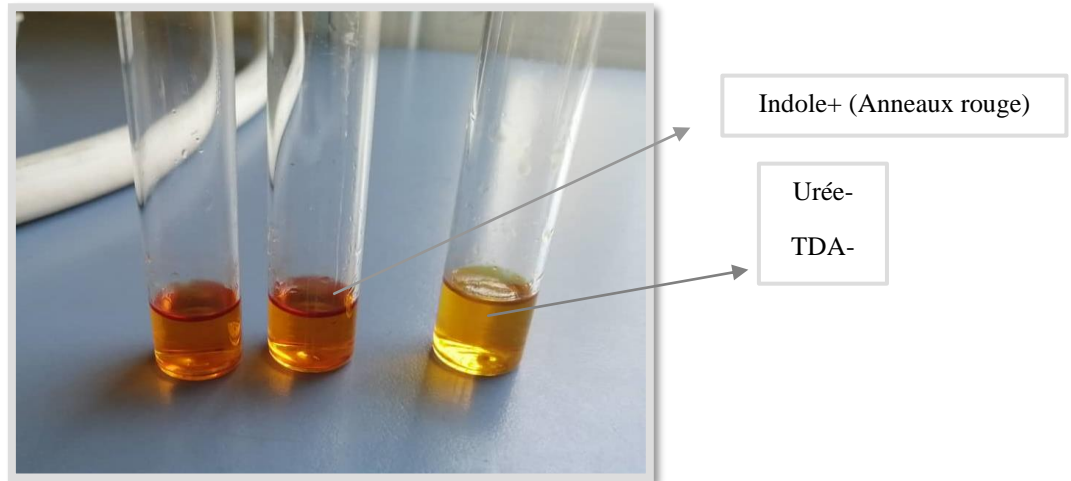


Figure 13 : Test urée indole (photo personnelle, 2023).

## 8. Galerie Biochimique Api 20 E :

Galerie API 20E est une galerie standardisée comprenant 20 tests biochimiques miniaturisés d'identification des entérobactéries et des bactéries à gram négatifs non fastidieux, ainsi des bases de données d'identification complètes. Cette dernière permet de mettre en évidence plusieurs caractères tels que : l'ADH, urée, ONPG, H<sub>2</sub>S, indole, gélatine, production de gaz ainsi que la fermentation des glucides (Glucose, arabinose, mannose...) (voir annexe n°7).



Figure 14 : Galerie API 20 E positive d'une souche *Escherichia coli*.

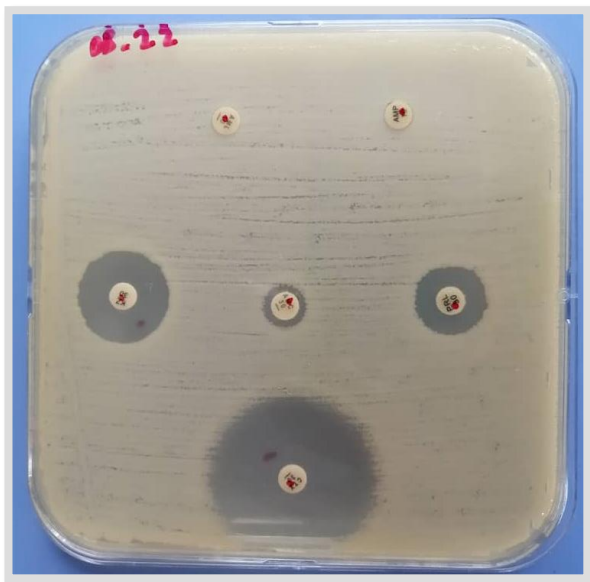
## 9. Antibiogramme :

Le profil de sensibilité aux antibiotiques des souches identifiées biochimiquement a été testé. Cette étude est essentielle pour détecter les souches résistantes aux antibiotiques.

## Partie expérimentale

---

La méthode de diffusion en milieu gélosé Mueller-Hinton utilisant des disques chargés d'antibiotiques est particulièrement adaptée à la détermination de la sensibilité d'une souche bactérienne à croissance rapide. Cette technique est préconisée par le CLSI, recommandée par l'OMS et adoptée par le réseau national de surveillance des résistances bactériennes aux antibiotiques. (Voir annexe n°8).



**Figure 15 :** Test de sensibilité aux antibiotiques d'une souche *Escherichia coli* (photo personnelle,2023).

## Partie expérimentale

---

Familles	Antibiotiques	Sigle	Charge ( $\mu\text{g}$ )
<b>Beta lactamines</b>	Amoxicilline	AML	25
	Amoxicilline acide+ clavulanique	AMC	25
	Ampicilline	AMP	10
	Ertapeneme	ERT	10
	Imipenème	IPM	10
	Cefazoline	KZ	30
	Cefoxitine	FOX	10
	Cefotetan	CTT	30
	Cefotaxime	CTX	30
	Ceftriaxone	CRO	30
<b>Fluoroquinolones</b>	Ofloxacin	OFX	5

**Tableau VI :** Nom et charges des antibiotiques utilisés.

### 10. Conservation des souches :

Conservation des souches identifiées dans des milieux gélosés en tube Mueller Hinton de conservation.

## Partie expérimentale

---

## **Résultats et Discussion**

# Résultats et discussion

---

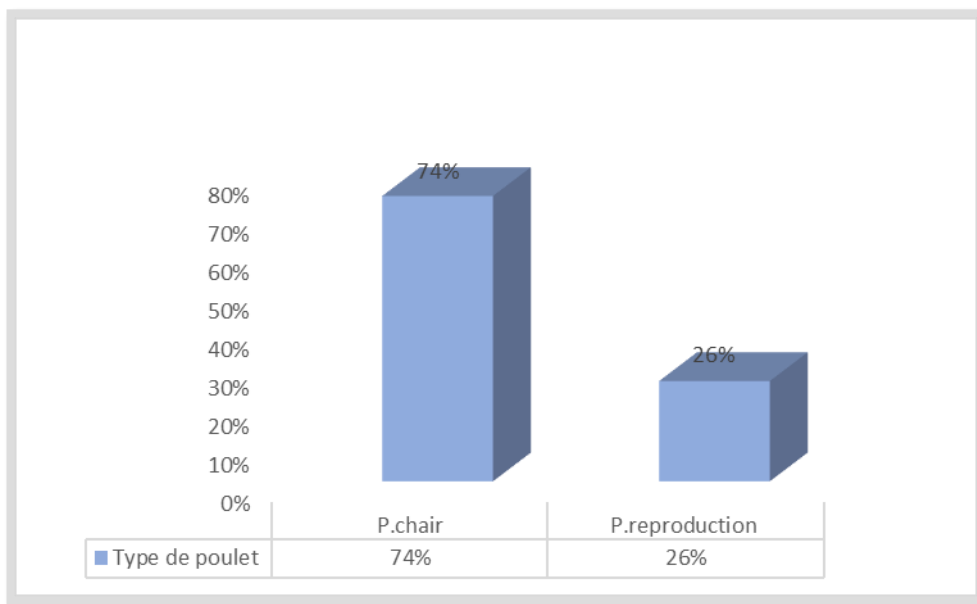
## 1. Résultats :

### 1.1. Etude épidémiologique :

Cette étude a été effectuée sur trente échantillons prélevés à partir de plusieurs élevages de la wilaya de tizi Ouzou.

#### 1.1.1. Répartition des échantillons selon le type d'élevage :

D'après les résultats de l'étude, la majorité des échantillons ont été prélevés principalement d'élevage de poulet de chair.

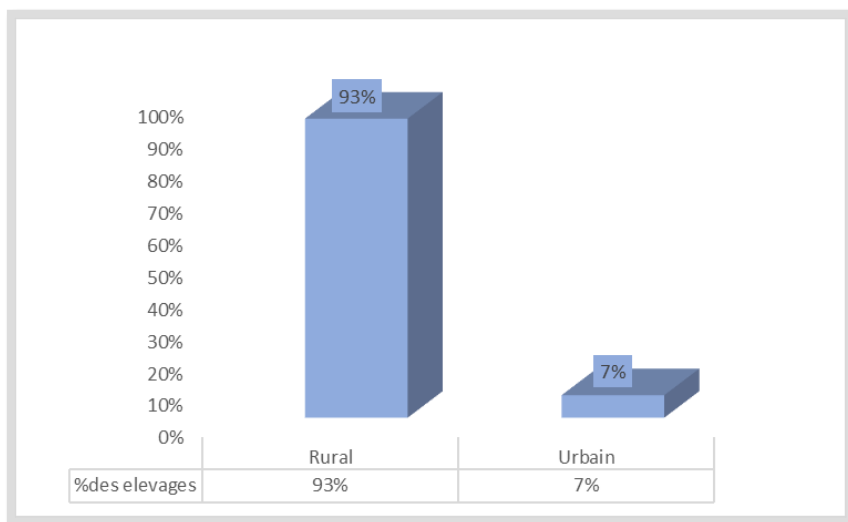


**Figure 16 :** Pourcentage des prélèvements selon le type d'élevage visités.

#### 1.1.2. Répartition des prélèvements des selon la zone d'élevage :

A partir des résultats obtenus les élevages ruraux sont les plus visités.

## Résultats et discussion



**Figure 17 :** pourcentage des élevages visités selon la zone rurale ou urbaine.

### 1.1.3. Densité moyenne des élevages visités :

La densité moyenne des élevages en milieu rural est de 7 sujets par mètre carré, chez les élevages visités en milieu urbain la moyenne est de 10 sujets par mètre carré.

Zone de l'élevage	Densité Moyenne
Rural	7sujets/m <sup>2</sup>
Urbain	10sujets /m <sup>2</sup>

**Tableau VII :** Densité moyenne des élevages visités en fonction de la zone.

### 1.1.4. Distance moyenne entre les bâtiments d'élevages et avec les habitations :

8m est la distance moyenne entre les bâtiments d'élevages visités en zone rurale, en zone urbaine elle est de 10m.

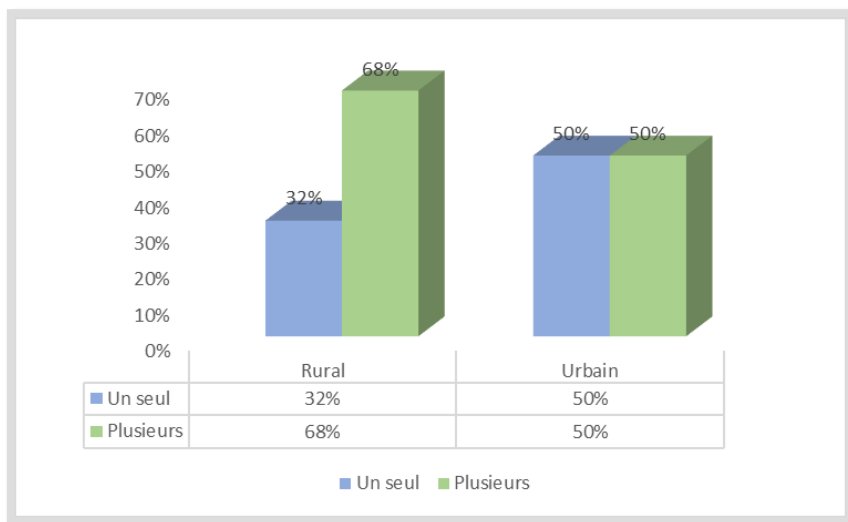
Zone de l'élevage	Distance moyenne séparant les élevages des habitations	Distance moyenne entre les bâtiments d'élevages
Rural	7Km	8m
Urbain	30Km	10m

## Résultats et discussion

**Tableau VIII :** Distance moyenne séparant les élevages des habitations et des autres bâtiments en fonction de la zone d'élevage.

### 1.1.5. Répartition des élevages selon le nombre de bâtiments :

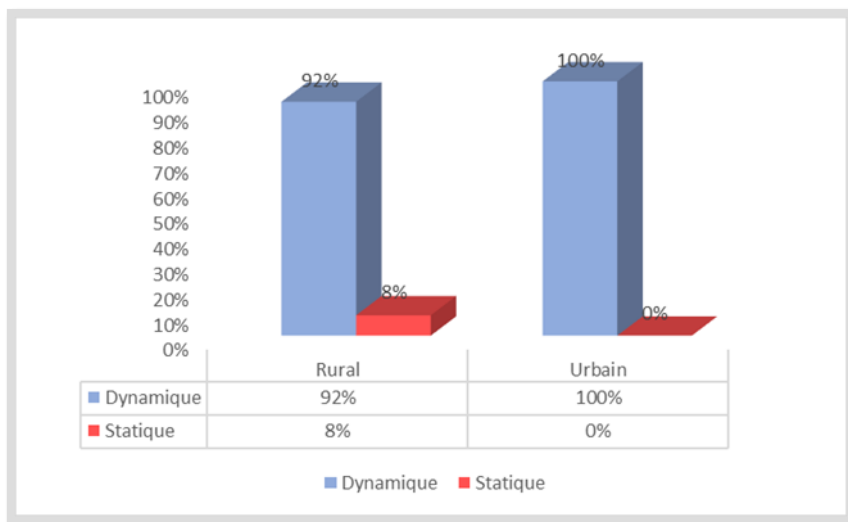
Les élevages ruraux qui comportent plusieurs bâtiments sont les plus visités.



**Figure 18 :** Pourcentage des élevages ruraux et urbains en fonction du nombre de bâtiments.

### 1.1.6 Répartition des élevages selon le type de ventilation :

La ventilation des élevages visités en zone urbaine est dynamique, en zone rurale elle est en grande partie dynamique 92% et 8% dont la ventilation est statique.



**Figure 19 :** Type de ventilation en fonction de la zone des élevages visités.

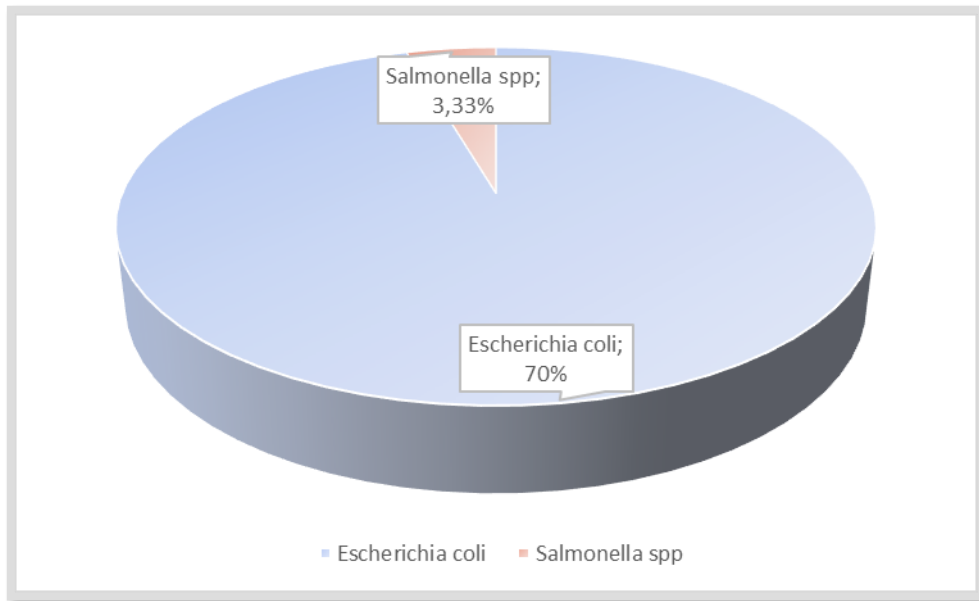
## Résultats et discussion

---

### 1.2. Résultats Microbiologiques :

#### 1.2.1. Prévalence de contamination :

Sur un total de 30 prélèvements de fientes issues d'élevages avicoles, une prévalence de 70% de souches *Escherichia coli* et 3,33 de souches *Salmonelle* a été obtenue lors de notre étude .

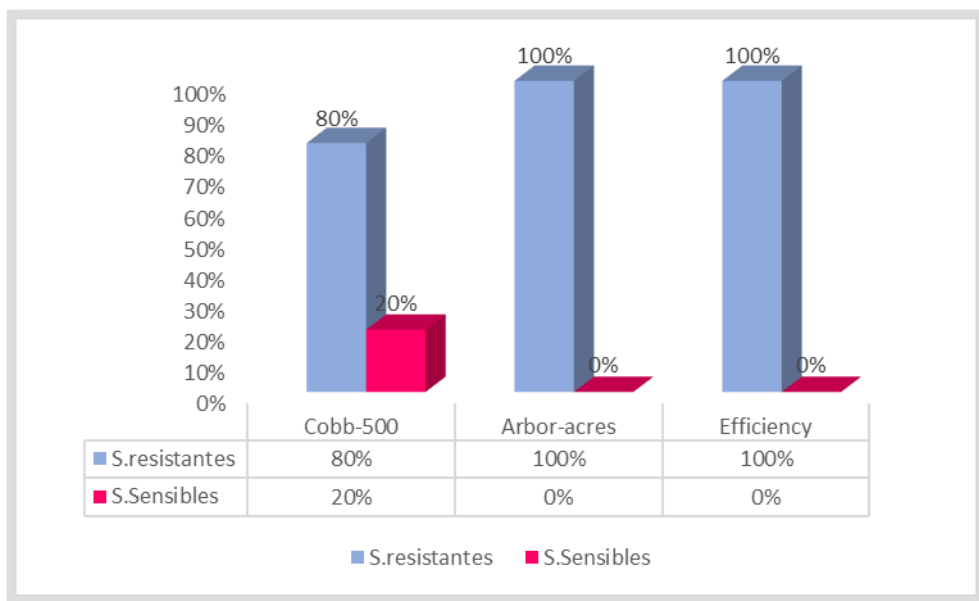


**Figure 20** : prévalence *Escherichia coli* et *Salmonella* spp.

#### 1.2.2. Résultat selon la race :

D'après les résultats, Toutes les souches isolées des fientes des poules Efficiency et Arbor-acres sont multi résistantes contrairement aux poules de race Cobb-500 qui présente un taux de 20% de souches sensibles et 80% multirésistantes.

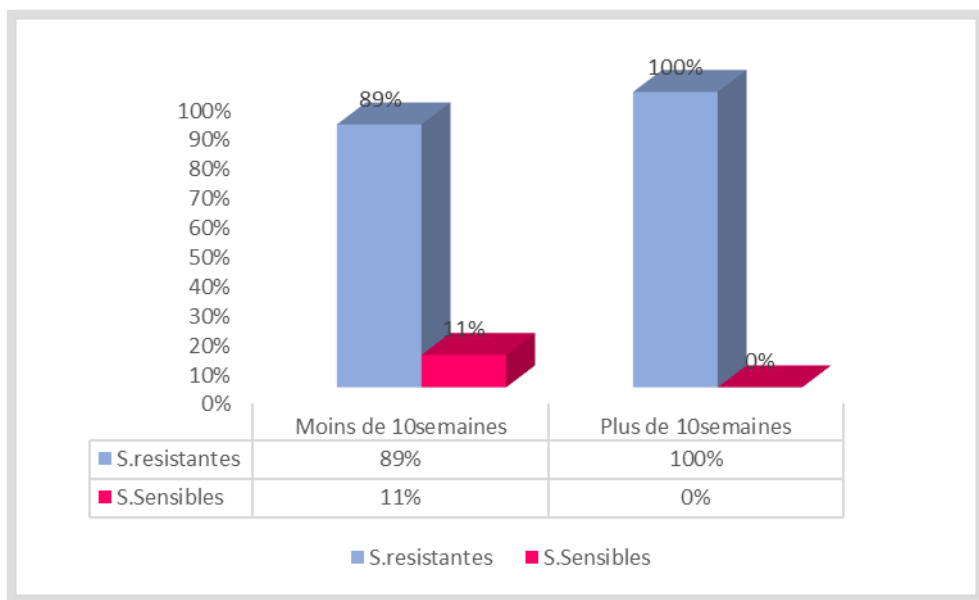
## Résultats et discussion



**Figure 21 :** Taux de résistance et de sensibilité en fonction de la race.

### 1.2.3. Résultats selon l'âge :

89% des souches résistantes et 11% de souches sensibles sont issues de sujets ayant moins de 10 semaines, cependant les souches provenant de sujets âgés de plus de 10 semaines sont toutes résistantes.

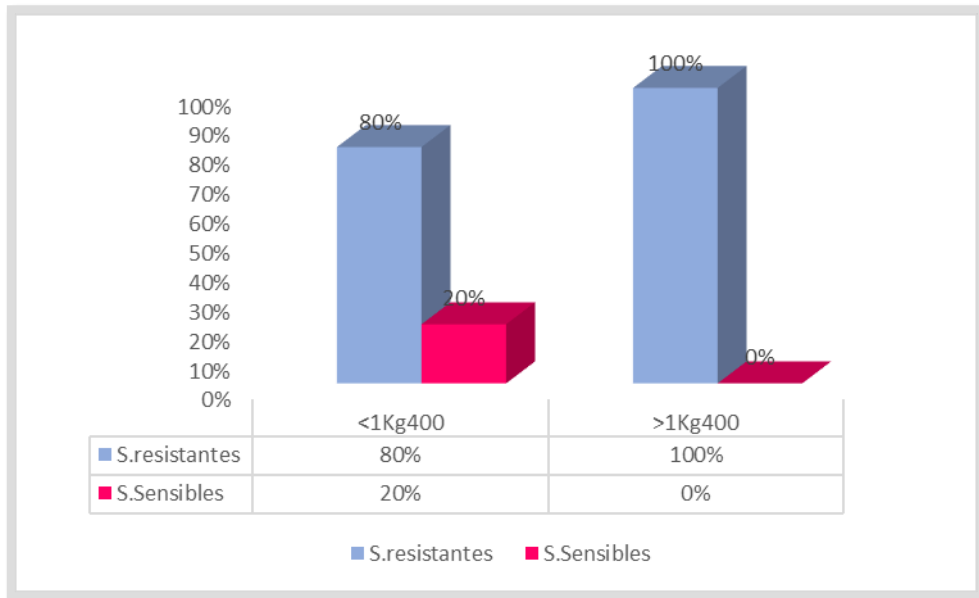


**Figure 22 :** Taux de résistance et de sensibilité en fonction de l'âge de la volaille.

## Résultats et discussion

### 1.2.4. Résultats selon le poids :

Les poulets ayant un poids inférieur à 1kg400 présente 80% de souches résistantes et 20% de souches sensibles, par contre les poulets dépassant ce poids présentent 100% de souches résistantes.

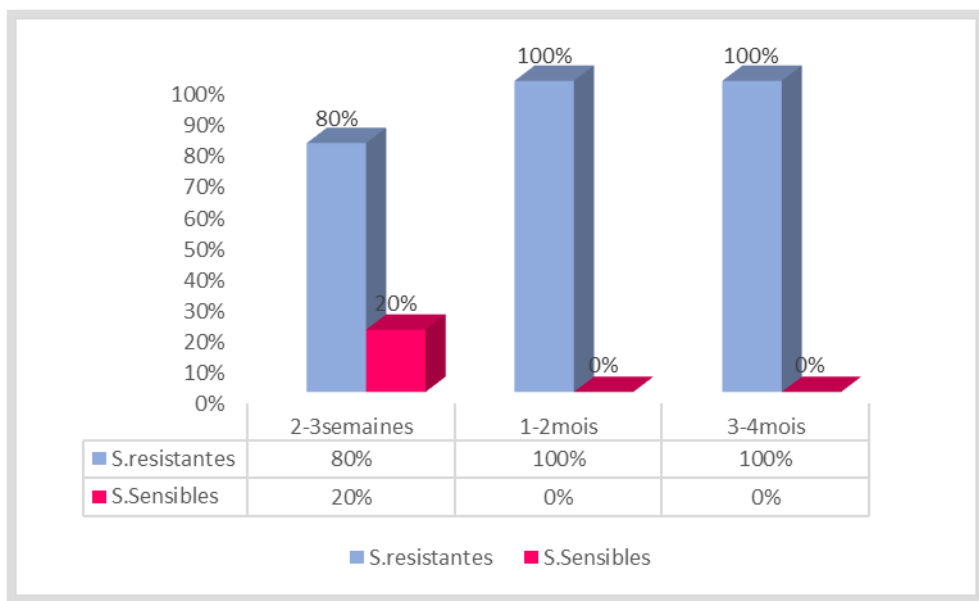


**Figure 23 :** Taux de résistance et sensibilité en fonction du poids.

### 1.2.5. Résultats selon la durée du vide sanitaire :

D'après les résultats les élevages une bande de nettoyage tous les 1-2 mois ou 3-4 mois présentent plus de souches résistantes que ceux qui un vide sanitaire toutes les 2a 3 semaines.

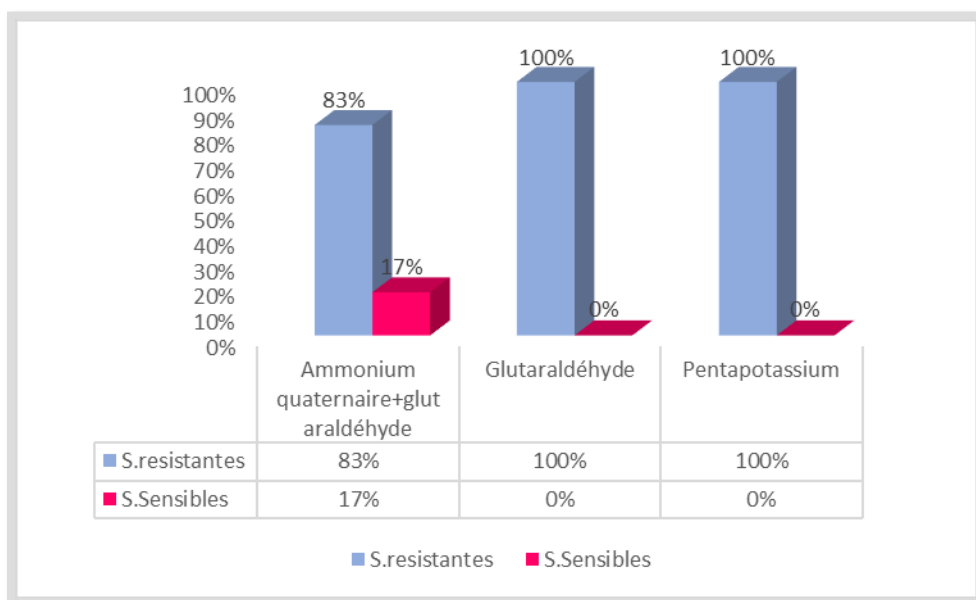
## Résultats et discussion



**Figure 24:** Taux de résistance et de sensibilité en fonction de la durée du vide sanitaire.

### 1.2.6. Resultats selon le desinfectant utilisé :

Les elevages qui emploient de l'ammonium quaternaire associé a du glutaraldéhyde comme desinfectant presente 83% de souches résistantes et 17% de souches sensibles quand a ceux qui utilisent du glutaraldéhyde ou du pentapotassium ils presentent 100% de souches résistantes .

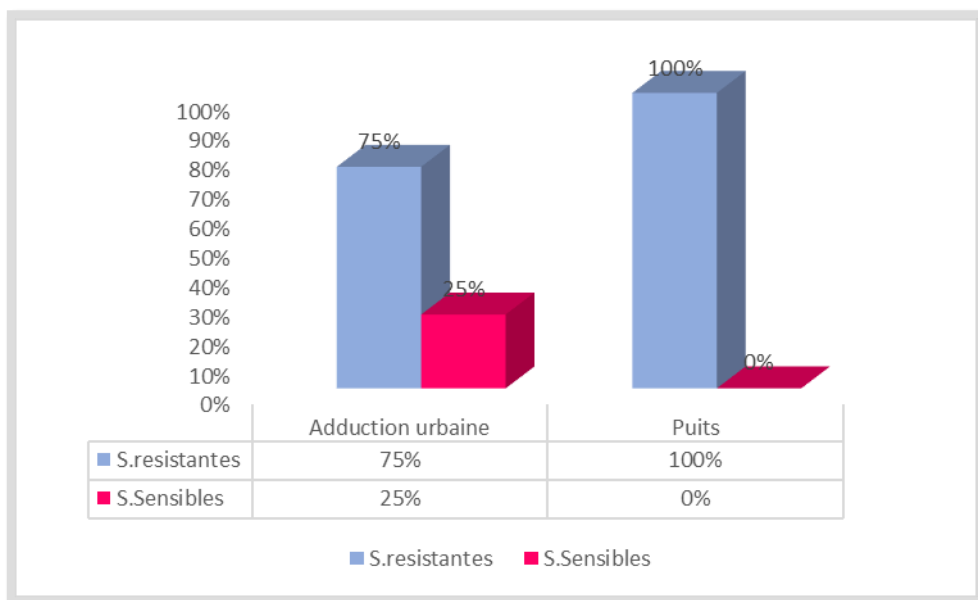


**Figure 25 :** Taux de résistance et sensibilité selon le désinfectant utilisé.

## Résultats et discussion

### 1.2.7. Résultats selon l'origine de l'eau :

82% de souches multirésistantes ainsi que 18% de souches sensibles ont été révélés chez les élevages puits comme source d'eau contrairement ou 100% des souches sont multirésistantes.

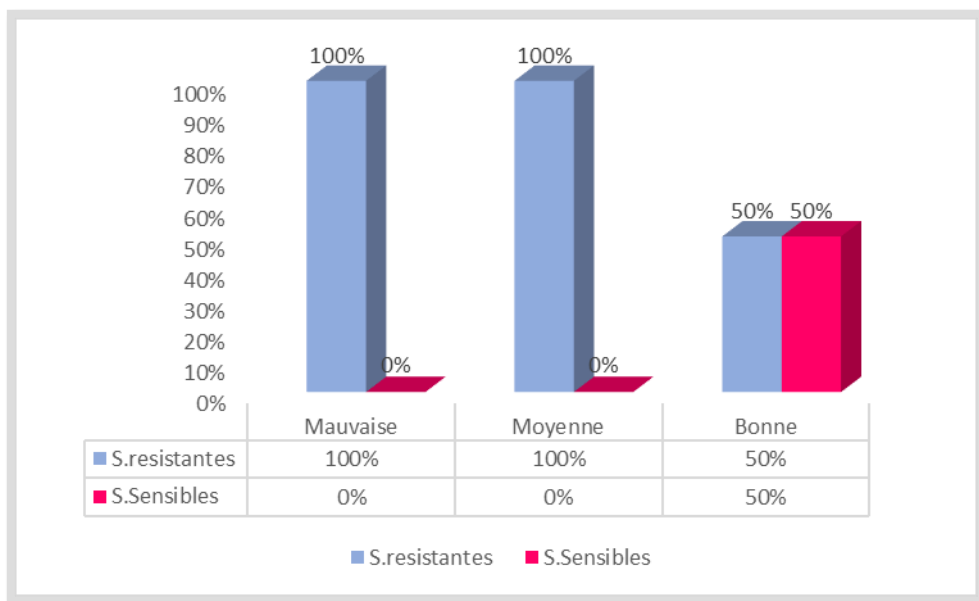


**Figure 26 :** Taux de résistance et de sensibilité en fonction de l'origine de l'eau consommée.

### 1.2.8. Résultats en fonction de la qualité de l'eau :

Les élevages dont l'eau de boisson est de mauvaise ou moyenne qualité présentent plus de souches résistantes à l'inverse des élevages utilisant une eau de bonne qualité qui présentent 50% de souches sensibles .

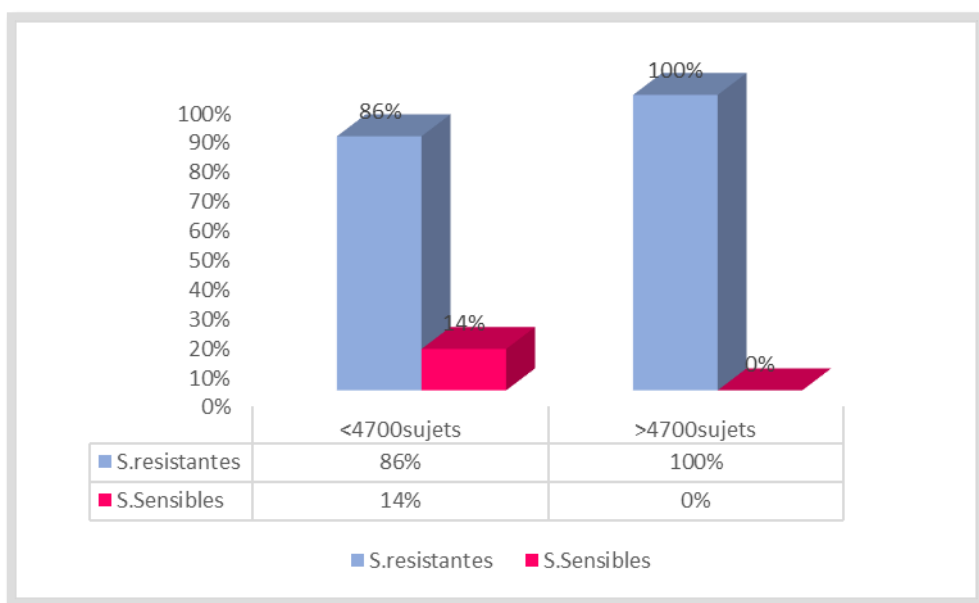
## Résultats et discussion



**Figure 27 :** Taux de résistance et de sensibilité en fonction de la qualité de l’eau consommée.

### Resultats selon l’effectif :

86% de souches résistantes et 14% de souches sensibles sont originaires des élevages ayant un effectif inférieur à 4700 sujets, les élevages dont la taille dépasse 4700 sujets présente 100% de souches résistantes .

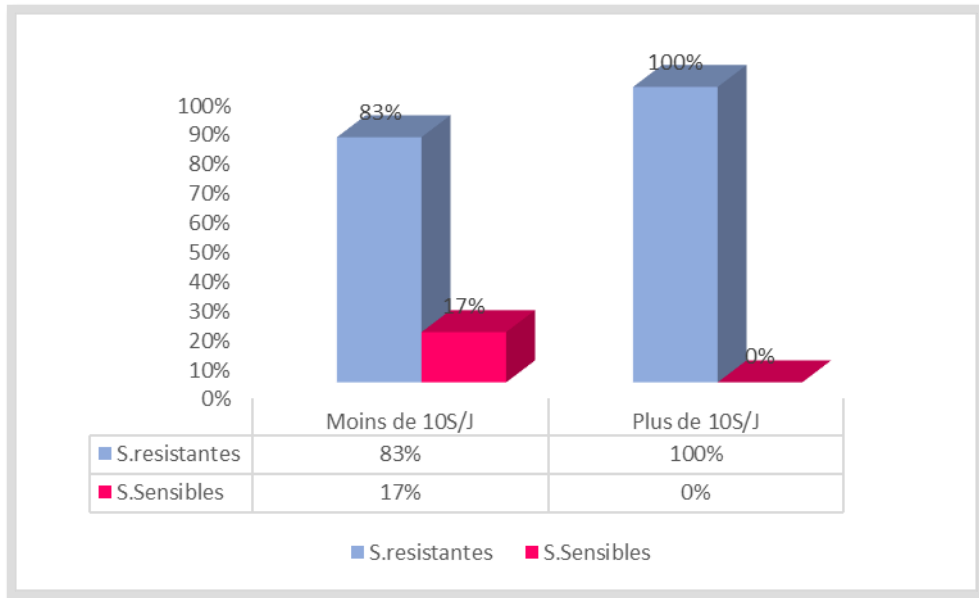


**Figure 28 :** Taux de résistance et sensibilité en fonction de l’effectif.

### Résultats en fonction du taux de mortalité :

## Résultats et discussion

Les élevages dont le taux de mortalité est de moins de 10 sujets par jour présentent 83% de souches résistantes et 17% de souches sensibles, les élevages avec un taux de mortalité dépassant 10 sujets par jour présentent 100% de souches résistantes.



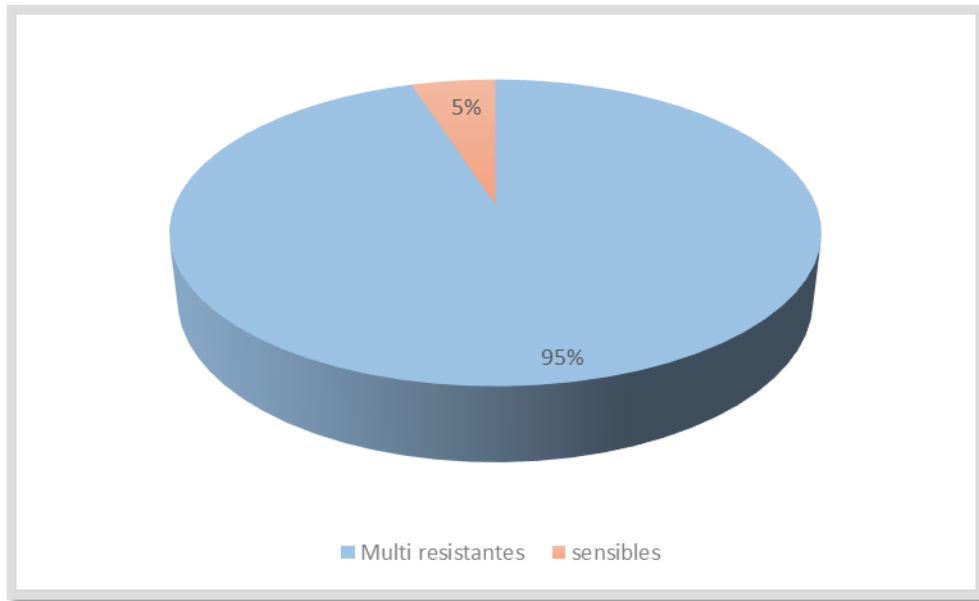
**Figure 29 :** Taux de résistance et sensibilité en fonction du taux de mortalité.

### Résultats de l'antibiorésistance des souches aviaires :

Les résultats de l'étude de la sensibilité de 22 souches ; 21 souches d'*Escherichia coli* et une seule souche *salmonelle* aviaires vis-à-vis de 11 antibiotiques (10 molécules de bêtalactamines et une seule fluoroquinolone) à révéler la résistance de 95% des souches ont deux ou plus de deux antibiotiques et 5% des souches se sont avérées sensibles.

## Résultats et discussion

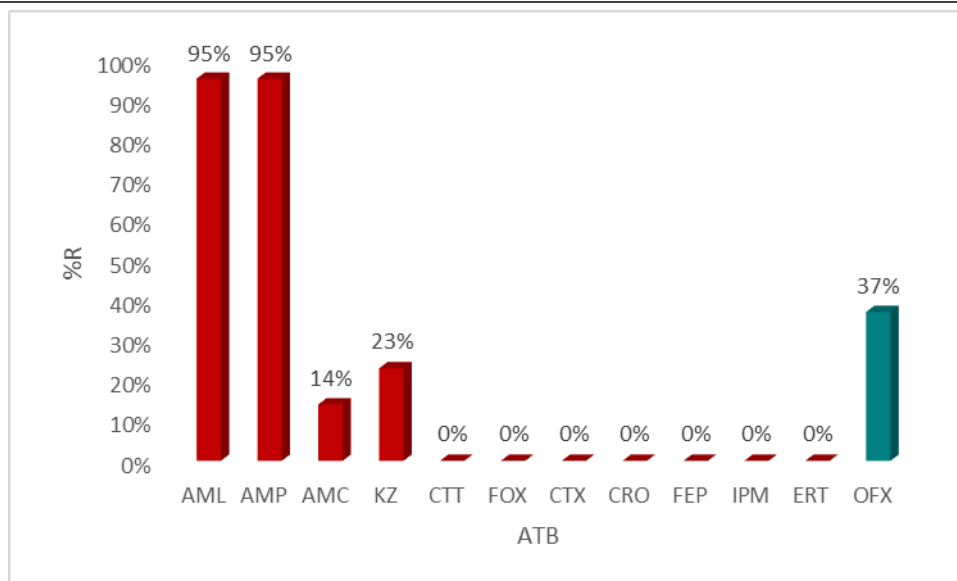
---



**Figure 30 :** Pourcentage des souches d'*Escherichia coli* et *Salmonella* résistantes et sensibles aux antibiotiques.

Concernant les beta lactamines, les résultats montrent que les taux de résistance les plus élevés sont observés pour les amino-pénicillines représentés par l'Amoxicilline et l'Ampicilline avec 95%. Tandis que, l'amoxicilline +clavulanate présente un taux de 14%, la céfazoline (céphalosporines de 1ere génération) ainsi que l'ofloxacine classé en fluoroquinolones un taux de ,23% et 37%. En outre, les céphalosporines de 2eme, 3eme et 4 éme génération ainsi que l'imipénème et l'ertapenème classé en carbapénèmes sont actifs sur l'ensemble des isolats.

## Résultats et discussion



● Beta lactamines      ● Fluoroquinolones

AML : Amoxicilline ; AMP : ampicilline ; AMC : Amoxicilline + acide clavulanique ; KZ : Céfazoline ; CTT : Céfotetan ; FOX : Céfoxitine ; FEP : Céfépime ; OFX : Ofloxacine ; CTX : Céfotaxime ; IPM : Imipenème ; ERT : Ertapeneme ; CRO : Ceftriaxone ;

**Figure 31** : Taux d'antibiorésistance des souches *Escherichia coli* et *Salmonelle* aviaires.

## Résultats et discussion

---

### Discussion

Les entérobactéries occupent une place très importante en filière avicole. Cette importance s'explique aussi bien par la variété des espèces bactériennes qui les composent qu'à leur incidence au niveau de la santé des populations.

Sur l'ensemble des prélèvements vingt et une souches *Escherichia coli* ont été identifiées soit une prévalence de 70% . Cette prévalence est plus élevée que celle observée précédemment par BENAMEUR en 2011 (55%) et par BOUTAIBA en 2022 (48%) . Il est important de noter que le tractus digestif de la volaille est un réservoir important d'*Escherichia coli* avec des concentrations d'environ 10 colibacilles par gramme de matières fécales (GROSS, 1994 ; DHO-MOULIN *et* FAIRBROTHER, 1999).

Le taux de contamination des élevages par les *salmonelles spp* révélé par cette étude est de l'ordre de 3,33% sur un total de 30 prélèvements de fientes issues de poulets, cette fréquence est bien plus inférieure que celle rapportée par EL GROUND (2018) 34,37% sur un total de 32 élevages. De même que la prévalence observée dans les déjections de poulets au Maroc par CHAIBA (2016) et EL ALLAOUI (2017) qui ont rapporté respectivement 24% et 35%.

Cette différence dans les résultats rapportés pourrait être due au faible nombre d'échantillons analysés.

La propagation des maladies et des épidémies au sein des élevages a incité les éleveurs à adopter des mesures strictes pour éradiquer ces problèmes et prévenir leur récurrence, incluant l'utilisation d'antibiotiques. Cet usage a conduit au des années à l'émergence de la résistance aux antibiotiques chez les bactéries. Ce défi a eu des répercussions non seulement dans le domaine de la médecine vétérinaire mais également dans la médecine humaine à l'échelle mondiale. Cependant, la transmission de cette résistance au sein les élevages avicoles est documentée depuis plusieurs années principalement dans le monde arabe, avec des exemples concrets au Maroc et en l'Arabie saoudite (AL-GHAMIDI *et al* 1999 ; AMARA *et al* 1995).

Le travail réalisé dans ce mémoire vise à étudier l'influence de différents paramètres d'élevage avicole sur l'antibiorésistance ainsi que le profil de résistance des souches d'*Escherichia coli* et *Salmonelle* isolées des fientes de volaille.

## Résultats et discussion

---

A partir des résultats obtenus, l'âge peut avoir un impact sur l'antibiorésistance des bactéries. A mesure que les volailles vieillissent, la résistance aux antibiotiques semble croître. Cette tendance peut être expliquée par les sources potentielles de contamination auxquelles les volailles sont exposées, incluant les manipulations par les éleveurs, les changements d'environnement et le stress auquel les animaux peuvent être soumis tout au long de leur vie. Il convient également de considérer la quantité d'antibiotiques qu'elles ont ingérée, un facteur supplémentaire pouvant influencer cette résistance (CHASLUS-DANCLA *et al*,1979)

Pour assurer le chauffage des bâtiments, les élevages étudiés recourent généralement à l'utilisation des couveuses à gaz ou à gasoil, étant considérées comme fiables, pratiques et économiques. Les résultats relatifs aux différents systèmes de chauffage mettent en évidence un lien possible entre la résistance aux antibiotiques et ce paramètre. Cette hypothèse trouve confirmation dans le dossier de CELARGI, qui préconise l'emploi des chauffages infrarouges dans les élevages avicoles en raison de leur capacité à considérablement réduire le problème d'antibiorésistance.

La présente recherche a démontré que les poules pesant plus de 1,4kg présentent une résistance supérieure à celles plus légères. Cela indique une augmentation de la résistance en fonction du poids. Cette conclusion est directement liée à l'utilisation des molécules d'antibiotiques comme activateurs de croissance, ce qui profite aux éleveurs dans la production de viande et d'œufs. Cette pratique demeure préoccupante étant donné qu'elle est strictement interdite dans l'union Européenne et aux Etats unis (AFFSA,2006).

Une eau d'une mauvaise qualité bactériologique est souvent une cause de la majorité des problèmes sanitaires chez les volailles, selon les observations de MONTIEL ANTOINE sur la qualité de l'eau en élevage avicole, une simple ingestion d'une eau contaminée peut déclencher une maladie voire entraîner la mort. Cette contamination résulte par la présence d'agents pathogènes tels que les bactéries, des mycobactéries et même des virus (VILLATE,1997).

Les exploitations visitées au cours de notre étude font usage soit de l'eau provenant des réseaux urbains soit de l'eau provenant de puits. Dans les deux cas, le traitement de cette eau est une étape primordiale. Nous avons constaté un taux de résistance nettement plus élevé lorsque les éleveurs utilisent l'eau de puits. Ces résultats s'expliquent par le fait que le traitement des eaux de puits ne garantit pas une protection résiduelle, le traitement restant partiel

## Résultats et discussion

---

(OMS, 2013), par conséquent, la possibilité d'une présence bactérienne et de différents agents pathogènes susceptibles d'engendrer des maladies aviaires demeure (AHONON, 2011). Ces maladies sont souvent gérées par des antibiothérapies favorisant ainsi l'apparition d'antibiorésistance (FILALI *et al*, 1989 ; AMARA *et al*, 1994).

L'utilisation accrue des désinfectants contribue également à l'accroissement de la résistance bactérienne. Les recherches du médecin hygiéniste Philippe Carencu indiquent que la résistance aux antibiotiques ne découle pas uniquement de l'usage des antibiotiques en soi, mais peut aussi résulter d'une utilisation excessive et non régulée des désinfectants et des biocides. Ces produits participent à leur tour à la sélection croisée de ces résistances.

Le vide sanitaire occupe une place cruciale au sein des élevages avicoles, cette procédure consiste à laisser le bâtiment sans animaux pendant environ 15 jours ou plus, suite à un nettoyage approfondi de la totalité du bâtiment conformément à un protocole spécifique (ALLOUI, 2006). Le but du vide sanitaire est de réduire la charge infectieuse en créant une pause dans l'environnement.

Pour garantir des niveaux de production élevés, les antimicrobiens ont été utilisés dans la production animale à des fins thérapeutiques, de prévention des maladies et de promotion de la croissance. Cependant L'utilisation d'antimicrobiens dans le bétail est intimement liée au développement de la résistance aux antimicrobiens, et les mécanismes de cette résistance aux antibiotiques peuvent aisément se propager au sein des communautés microbiennes.

L'étude des profils d'antibiorésistance de 22 souches, dont une souche de *Salmonella spp*. Et 21 d'*Escherichia coli* isolées. Un taux de multirésistance de 95% a été révélé ce qui vient appuyer la concordance des résultats obtenues par MEGUENNI *et al* (2019) sur une collection de 43 APEC (70,12%) et MESSAILI *et al* (2019) qui a relevé 93% de souches multirésistantes. Et LAAREM *et al* (2017) sur une collection de 33 isolats d'*Escherichia coli* (96,55%).il est de même au niveau international, les études menées par BODERING *et al* (2017) au Tchad sur 105 isolats analysées (*Escherichia coli* et *Salmonelle*), El ALAOUI *et al* (2017) à la Province de Khémisset, 80,6 % du total. Une autre étude menée ABBA *et al* (2017). Sur les souches de *Salmonella spp*, a révélé que 92,7% des Salmonelles. Cette assez importante prévalence de résistance chez les bactéries d'origine aviaire n'est pas très surprenante, au regard de l'usage abusif des antibiotiques dans les élevages enquêtés. En effet, l'emploi exclusif et intensif d'un antibiotique pourrait sélectionner des souches résistantes (CHAUVIN, 2009).

## Résultats et discussion

---

Concernant la famille des bêta-lactamines, au niveau des isolats d'*E. coli* testées un taux relativement élevé concerne l'amoxicilline et l'ampicilline avec un taux 95%. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés en Algérie par MESSAILI *et al* (2019) avec un taux de résistance à l'amoxicilline 97% et MUEGENNI *et al* (2019) ampicilline 83,3%. De même qu'au Maroc une prévalence de résistance à l'amoxicilline de 88,23% et 90,09% relevé par HAFED *et al* (2016) et RAHMATTALLAH *et al*, (2018). Bien que ces résultats soient extrêmement élevés mais pas surprenants en raison de l'utilisation accrue de ces antimicrobiens à long terme dans la pratique vétérinaire ainsi que leurs facilités d'accès.

Dans la présente étude, l'association Amoxicilline + acide clavulanique est assez efficace avec un taux de résistance faible de 14% semblable aux résultats obtenus par MEGUENNI *et al*, (2019) qui a enregistré 16,7% de résistance. En revanche, des taux plus élevés 43,1% et 72% sont obtenus respectivement par HALFAOUI *et al*, (2017) et MESSAILI *et al*, (2019).

Une résistance modérée 24% a été observée pour (céphalosporine 1<sup>ère</sup> génération), des résultats plus élevés ont été enregistrés par MESSAILI *et al*, (2019) et MEGUENNI *et al*, (2019) avec respectivement 73% et 58,8%.

La variation de ces taux de résistance pourrait découler des diverses approches d'emploi de ces molécules au sein des élevages avicoles en Algérie.

Les autres molécules appartenant à la famille des bêta-lactamines, les céphalosporines de deuxième, troisième et quatrième génération (céfépime) a manifesté une efficacité indéniable sur toutes les souches testées ce qui corrèle avec les résultats de HALFAOUI *et al*, (2017) pour la céfotaxime ainsi que les taux obtenus par LAAREM *et al*, 2017 pour la céfépime. En comparaison, des résultats légèrement plus élevés ont été enregistrés par MUEGUENNI *et al*, (2019) (2,9%) et LAAREM *et al*, (2017) (10,3%) pour la céfoxitine.

Les antibiotiques classés en carbapénèmes se sont montrés actifs sur l'ensemble des isolats comme l'a rapporté MEGUENNI *et al*, (2019).

Les taux de résistance à l'ofloxacine enregistré dans cette étude (38%) semblent considérablement plus faibles que ceux rapportés par LAAREM *et al*, (2017) (84,6%), MESSAILI *et al*, (2019) (78%), MEGUENNI *et al*, (2019) (63,8%).

## Résultats et discussion

---

Ces antibiotiques sont employés en tant qu'alternative de deuxième choix réduisant ainsi leurs fréquences d'utilisation, ce qui maintient leur efficacité contre les souches examinées.

La seule souche salmonelle isolée au cours de cette étude s'est révélée résistante à l'amoxicilline et à l'ampicilline comme l'a rapporté EL ALLAOUÏ, 2017 au Maroc avec des taux de (16,1%) et (33,8%) respectivement mais est resté sensible vis-à-vis de l'association de l'amoxicilline acide clavulanique ainsi qu'au reste des molécules d'antibiotiques utilisés les céphalosporines de première, deuxième, troisième, quatrième génération et les carbapénèmes (Imipénème, Ertapénème) corrélant avec les résultats obtenus par BODERING *et al.*, (2017) au Tchad.

Le phénomène de résistance en élevage est exacerbé par le fait que très souvent, les éleveurs mélangent des antibiotiques aux aliments comme adjuvant, et ça sans aucun cadre de réglementation ni contrôle (UNGEMACH *et al.*, 2006). La mise en œuvre des antibiotiques à l'ensemble de l'effectif sans exclure les animaux sains et aussi une cause majeure de ce problème (ANSES, 2014). Par conséquent, plus le nombre des sujets traités est élevé plus le taux de résistance augmente (FAYE, 2005), cette tendance est en corrélation ce qui corréle avec les résultats que nous avons obtenus dans notre étude.

Les défaillances et le manque d'hygiène au niveau des structures avicoles favorisent la propagation rapide d'agents infectieux qui ciblent la volaille. Par conséquent, maintenir une hygiène optimale est un critère fondamental qu'il ne faut en aucun négliger afin de prévenir l'apparition de maladies et par la même occasion réduire la nécessité de recourir à l'utilisation d'antibiotiques (KABIR, 2010).

La multi-résistante observée chez les souches isolées au cours ce travail a englobé des antibiotiques fréquemment employés en médecine vétérinaire ainsi que dans le traitement de diverses infections bactériennes chez les humains. Ce phénomène en évolution continue touchant l'ensemble du règne bactérien et toutes les familles d'antibiotiques thérapeutiques complique la sélection des mesures efficaces pour limiter l'érosion du spectre des antibiotiques (UNGEMACH *et al.*, 2006). Face à cette situation, il devient impératif de réguler la prescription et l'usage de ces médicaments afin de prévenir la sélection des souches résistantes à ces antibiotiques comme le font de nombreux pays (une approche mise en œuvre dans de nombreux pays) (WIUFF *et al.*, 2000 ; HOPKINS *et al.*, 2005).

**Conclusion**

## Conclusion

---

Dans un premier temps ce travail visait à étudier le portage d'*Escherichia coli* et *Salmonella spp* au niveau des fientes, et dans un deuxième temps évaluer leur résistance aux antibiotiques dans les exploitations avicoles de la wilaya de tizi Ouzou, cela pourrait fournir des informations importantes sur la sécurité alimentaire et la santé animale de la région.

Trentes prélèvements de matières fécales issues de diverses exploitations avicoles ont été analysées au laboratoire vétérinaire régionale de Draa-ben-kheda et nous avons eu les résultats suivants :

Une souche *Salmonella* ainsi que vingt et une souche *Escherichia coli* ont été isolées soit une prévalence respective de 3,33% et 70%.

Nous avons enregistré des valeurs élevées de résistance pour l'amoxicilline et l'ampicilline suivis de taux moyens obtenus vis-à-vis de l'amoxicilline + acide clavulanique, la cefazoline ainsi que l'ofloxacin. En revanche aucune résistance n'a été mentionné pour le reste des antibiotiques utilisés comme l'imipenème, l'ertapeneme ainsi que les céphalosporines de deuxième, troisième et quatrième génération ce qui leur permet d'être un choix thérapeutique dans les élevages avicoles.

### Recommandations :

L'importance des résistances bactériennes observée dans cette étude reflète l'usage antérieur intensif des antibiotiques dans les élevages sans avis du vétérinaire.

Cette pratique exerce une pression sur les microorganismes aboutissant à la sélection de nombreuses souches résistantes simultanément à plusieurs familles d'antibiotiques, pouvant se propager chez les animaux et les humains et compromettre sérieusement voire rendre impossible tous traitement antibiotique.

Pour lutter contre l'émergence et la propagation de ces souches multirésistantes il est impératif d'améliorer et d'optimiser leur utilisation ainsi développer de nouvelles stratégies pour faire face à cette situation. Il serait également intéressant de :

- Mener des recherches semblables à travers l'ensemble du pays ;
- Mettre fin à l'emploi non règlementé des agents antimicrobiens en médecine vétérinaire et mettre en place un réseau de surveillance de l'antibiorésistance à l'échelle nationale.

## Conclusion

---

- Organiser des initiatives de sensibilisations auprès des éleveurs concernant la prévention des infections et l'usage prudent des antibiotiques.
- Effectuer un test d'antibiogramme avant toute administration d'antibiotiques pour déterminer la molécule appropriée à utiliser.
- Suivre les principes d'hygiène essentiels, tels que la séparation des animaux par classe d'Age, la désinfection, le nettoyage, les périodes de vide sanitaire, l'assurance d'une bonne ventilation ... etc.

Des alternatives dans l'optique de restreindre l'usage d'antimicrobiens sont envisageables :

- Utilisation des Probiotiques :

Des études ont démontré que certains probiotiques appartenant aux genres *Lactobacillus*, *Bacillus* et *Pediococcus* présentent une efficacité dans la prévention des infections dues aux APEC dans les élevages avicoles grâce à leur action générale contre les agents pathogènes intestinaux, améliorent la croissance et la santé intestinale, renforcent l'immunité intestinale.

- Utilisation des Bactériophages :

La phagothérapie représente une alternative précieuse aux antibiotiques dans l'élevage avicole. En effet, Plusieurs études ont examiné l'efficacité des phages pour prévenir et traiter les infections à APEC chez les poulets les mélanges de phages ont montré des résultats prometteurs.

- Utilisation des algues en élevage :

Les algues renferment d'incroyables trésors de molécules particulières, de protéines, d'antioxydants, d'anticoagulants et d'antiviraux bénéfiques pour la santé animale et humaine. Les algues aquatiques possèdent le potentiel de maintenir la santé des animaux d'élevage en remplaçant les antibiotiques tout en contribuant à combattre l'antibiorésistance.

- Utilisation des produits à base de plantes :

Ces produits naturels aident à prévenir les infestations de vers et à éliminer les parasites intestinaux, favorisant ainsi une digestion optimale et maintenant la santé générale des poulets.

## **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

- **A BODERING, G NDOUTAMIA, B N NGANDOLO ET A NGAKOU (2021).** Utilisation des antibiotiques et profil de résistance des souches de *Salmonella spp.* Et *Escherichia coli* isolées des exploitations avicoles des villes de N'Djaména et Doba au Tchad / *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(4): 1669-1684.
- **A.J. CHAVES HERNANDEZ (2014),** poultry and avian diseases, encyclopaedia of agriculture and food system v4 p504-5021.
- **ABBA H., SOMDA M., BARRO N., TRAORE A. ET BEBANTO B., (2017).** Prévalence et susceptibilité aux antibiotiques des souches de *Salmonella spp.* Non typhiques isolées de la viande de poulets au Tchad. *Int. J. Biol. Chem.*, 107-117.
- **ABDUL KHALIL K., MUSTAFA S., MOHAMMAD R., BIN ARIFF A., SHAARI Y., ABDUL MANAP Y., DAHALAN F. A., (2014)** Optimization of milk-based medium for efficient cultivation of *Bifidobacterium pseudocatenulatum* G4 using face-centered composite-response surface methodology. *BioMed Research International*, pp.787- 989.
- **ADINGRA, A.A. ; KOUADIO, A.N. ; KOUASSI, A.M (2011)** Les *Escherichia coli* Entérohémorragiques (EHEC) O157 : H7 : un problème de santé publique F. Tech. & Doc. Vulg.: 22-27.
- **AGGAD H., AHMED AMMAR Y., HAMMOUDI A., and KIHAL M. (2010).** Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* isolated from chickens with colibacillosis. *Glob veterinaria*, 4(3) :303-306.
- **AGUNOS A., LEGER D., CARSON C. (2012)** Examen de la thérapie antimicrobienne de certaines maladies bactériennes chez les poulets à griller au Canada. *Can Vétérinaire journal.* ; 53(12) : 1289-1300.
- **AHMED AMMAR Y. (2017).** Antibiorésistance des entérobactéries d'origine aviaire. Thèse doctorat en science de la vie, option : Microbiologie. Université MUSTAPHA Stambouli Mascara, Algeria.
- **AHONON A.S., (2011).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface dans les zones montagneuses du sud-ouest du TOGO : cas du Canton de la vie, Master international, environnement eau et santé, Université de Lome, TOGO, 35p.
- **AHVLA, (2013).** *Salmonella* in livestock production in Grand Britain. Department of Environment Food and Rural Affairs, p5.
- **AL-GHAMDI M.S., EL MORSY F., AL MUSTAFA Z.H., AL RAMADHAN M., HANIF M., (1999).** Antibiotic resistance of *Escherichia coli* isolated from poultry workers,

## Références bibliographiques

---

patients and chicken in the eastern province of Saudi Arabia. *Tropical Medicine and International Health*, 4(4), 278-283. <https://www.celagri.be/wp-content/uploads/2020/11/dossier-Lelevage-et-la-lutte-contre-lantibioresistance.pdf> (celagri.be)

- **ALLAOUI A., (2018).** Les aspects techniques et économiques de l'aviculture dans la wilaya de Biskra. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Agronomiques. Université de Biskra Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie (FSES NV)76p.
- **ALLOUI NADIR (2011)** Situation actuelle et perspectives de modernisation De la filière avicole en Algérie. Neuvièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours LRESPA, Service des Sciences Avicoles, Département Vétérinaire, Université Hadj Lakhdar de Batna, Algérie.
- **AMADOU.T. (1998).** Les salmonelloses au C.H.U de Fan : Aspects bactériologiques. Thèse de doctorat : [Médecine]. Dakar : Université Cheikh Anta Diop de Dakar ; 136p.
- **AMARA A., ZIANI Z., BOUZOUBAA K. (1995).** Antibi resistance of *Escherichia coli* strains isolated in Morocco from chickens with colibacillosis. *Veterinary Microbiology journal.*, 43: 325-330
- **ANDINO A., AND HANNING I., (2015)** *Salmonella enterica*: Survival, Colonization, and Virulence Differences among Serovars. Review Article. *Journal the Scientific World.* p.16.
- **ANDRIANA TODIARITIANA R.F. (2015).** Evaluation de la séroprévalence des souches multirésistantes de *Salmonella* dans les aliments de rue de la région de Vakinankaratra. Mémoire de DEA : [Biochimie]. Antananarivo : Université d'Antananarivo ; 37p.
- **ANSES (2014).** Evaluation des risques d'émergence d'antibiorésistance liés aux modes d'utilisation des antibiotiques dans le domaine de la santé animale. Avis de l'Anses Rapport d'expertise collective. Maisons-Alfort : Anses, 240 pages. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/SANT2011sa0071Ra.pdf>.<http://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-28769-usage-veterinaire-antibio.pdf>
- **BARNES H.T., NOLAN K. and VAILLAN COURT J-P. (2008).** Colibacillosis. In: SAIF YM, FADLY AM, GLISSON JR (eds). Diseases of poultry. Ames, Iowa, USA. Blackwell publishing, 691-737.

## Références bibliographiques

---

- **BARROW, P.A., TUCKER, J.F., et SIMPSON, J.M., (1987).** Inhibition of colonization of the chicken alimentary tract with *Salmonel Typhimurium* gram-negative facultatively anaerobic bacteria. *Epidemiology and Infection* ; 98 : 311-322.
- **BATOUL.M.(2001).** *Salmonella*. Faculté de Médecine de Sétif : Service de Microbiologie ; 5p.
- **BELL, C. ET KYRIAKIDES, A., (2002).** *Salmonella* in: Foodborne Pathogens. Hasards, risk analysis and control. Woodhead Publishing Limited, p: 307-334.
- **BENAMEUR, Q. (2011)** Antibiorésistance des entérobactéries d'origine aviaire. Mémoire de magister; 87 P. Université de Tiaret, Algérie
- **BERTRAND, ROBERT-BONHOMME, (2003).** Etudes de la contamination des milieux internes de l'œuf par *salmonella* sérotype *entiridis* ; Thèse pour le doctorat vétérinaire la faculté de médecine de Créteil France, 110 p.
- **BONOMO R.A. (2017).** B-Lactamases : a focus on current challenges. Cold Spring Harb Perspect Med. 7.
- **BORNERT, G. (2000).** Le poulet sans *Salmonelles* : Mythe ou Réalité ? Groupe De Section Vétérinaires Interarmées, B.P 16, F-35998 Rennes Armées. *Revue Med. Vet.*151. 12. Pp 1083-109.
- **BOUTAIBA BENKLAOUZ M ,(2022).** Caractérisation des souches d'entérobactéries multirésistantes d'origine aviaire au niveau de l'ouest Algérien .Thèse de doctorat ; 178 P. Université de Tiaret, Algérie
- **CAPSULE TAYLOR CM, ROBERTS IS (2005).** Polysaccharides capsulaires et leur rôle dans la virulence. *Contribution Microbiol.* 12, 55–66.
- **CARON, B. ET MENARD, M-F. (1997).** Les salmonelloses bovines : lésions et diagnostic de laboratoire, *Bulletin GTV* ; 2 : 53-65.
- **CASTAGNOS, S (2003).** Contribution à l'étude de l'efficacité d'une flore de barrière indéfinie (aviguard) contre les salmonelles sur des poulets labels du sud-ouest, thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, *Université Paul-Sabatier de Toulouse*, 110 p.
- **CHARDON H. and BRUGERE H. (2014).** Usages des antibiotiques en élevage et filières viandes. Consulté en ligne : [www.civ-viande.org](http://www.civ-viande.org)
- **CODEX ALIMENTARIUS. (2009)** « Hygiène des denrées alimentaires ».
- **COGLIANI C., GOOSSENS H., GREKO C. (2011).** Restricting antimicrobial use in food animals: Lessons from Europe, *Microbes* 6, 274–279.

## Références bibliographiques

---

- **COHEN N. and KARIB H. (2006).** Risque hygiénique lié à la présence des *Escherichia coli* dans les viandes et les produits carnés : Un réel problème de santé publique ? les technologies de laboratoire - n°1.
- **COURVALIN P. (2016).** Why is antibiotic resistance a deadly emerging disease? *Clin Microbiol Infect.* 22(5):405-7.
- **COX, N.A., BERRANG, M.E., CASON, J.E., (2000).** *Salmonella* Penetration of eggshells and proliferation in broiler hatching eggs: a review. *Poultry Science*, 79, 1571–1574.
- **CROSAJ. H., BRENNER D. J., EWING W. H., ET FALKOW S (1973).** Molecular relationships among the salmonellae. *J. Bactériol* :307-315.
- **CROXEN M A., LAW R.J., SCHOLZ R., KEENEY K.M., WLODARSKA M.E et FINLEY B.B. (2013).** Recent advances in understanding Enteric pathogenic *Escherichia coli* clin Microbiol Reviews. oct; (6) (4): 822-880.
- **DAVIES, ET AL. (2010).** "Investigation risk factors for *Salmonella* on commercial egg-laying farms in Great Britain, 2004-2005." *Vet Rec* 166(19): 579-586.
- **DESROCHES M., ROYER G., ROCHE D., MERCIER-DARTY M., VALLENET D., MEDIGUE C., BASTARD K., RODRIGUEZ C., CLERMONT O., DENAMUR E. and DECOUSSER J.W. (2018).** The Odyssey of the Ancestral *Escherich* Strain through Culture Collections: An Example of Allopatric Diversification. *Msphere*. 3(1) : e00553-17.
- **DHO-MOULIN M, FAIRBROTHER JM. (1999)** Avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC) *Vet. Res.*; 30:299–316.
- **DIPAK KATHAYAT, DHANASHREE LOKESH, SOCHINA RANJIT, AND GIREESH RAJASHEKARA (2021)** Avian Pathogenic *Escherichia coli* (APEC): An Overview of Virulence and Pathogenesis Factors, Zoonotic Potential, and Control Strategies. *Pathogens*. Apr; 10(4): 467.
- **DOUBLET B., BOUSQUET-MÉLOU A., MADEC J Y., (2012).** Le concept «One Health» d’antibi résistance et les flux de gènes. *Innovations agronomiques*, 24, 79-90.
- **DUNKLEY K.D., CALLAWAY T.R., CHALOVA V.I., MCREYNOLDS J.L., HUME M.E., DUNKLEY C.S. KUBENA L.F., NISBET D.J., RICKE S.C., (2009).** Foodborne *Salmonella* ecology in the avian gastrointestinal tract. *Anaerobe*; 15: 26–35.59–79.
- **DUNKLEY K.D., CALLAWAY T.R., CHALOVA V.I., MCREYNOLDS J.L., HUME M.E., DUNKLEY C.S. KUBENA L.F., NISBET D.J., RICKE S.C., (2009).** Foodborne *Salmonella* ecology in the avian gastrointestinal tract. *Anaerobe* ; 15 : 26–35.59–79.

## Références bibliographiques

---

- **DZIVA F. and STEVENS M.P (2008)** Colibacillosis in Poultry. unravelling the molecular basis of virulence of avian pathogenic *Escherichia coli* in their natural hosts. *Avian pathol.* 37 :355-366.
- **EL ALLAQUI A., RHAZI FILALI F., AMEUR N. (2017).** Contamination des élevages de dinde de chair par *Salmonella spp.* Au Maroc : prévalence, antibiorésistances et facteurs de risque associés. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 36: 935-946.
- **ELGROUD, RM (2009).**, “Contaminations du poulet de chair par les salmonelles non typhiques en élevages et abattoirs de la wilaya de Constantine : Caractérisations phénotypiques et génotypiques par ERIC-PCR, IS-PCR et PFGE”, Université Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Département des Sciences Vétérinaires :157.
- **ESUSAN, BS AIELLO (2002)** le manual vétérinaire merck 8<sup>ème</sup> edition. éditions MERCK & CO -inc Whitehouse station, NJ Etats Unis.
- **EUZEBY J. (1987).** Protozoologie médicale comparée. *Collection fondation Marcel Merieux*, pp 122-238.
- **EUZEBY, J.P., (1997).** Les salmonelles et les salmonelloses aviaires dues aux sérovars ubiquistes. *Revue de médecine vétérinaire* ; 148(1) : 61-76.
- **FAO/OMS ; ROME (2009)**
- **FAYE K., (2005).** Le point sur l’usage vétérinaire des antibiotiques : impact sur l’antibiorésistance des bactéries en santé animale et humaine. *Antibiotiques*, 7(1) : 45-52.
- **FILALI, E., BELL, J.G., EL HOUADFI, M., HUGGINS, M. B., COOK, J. K. A. (1988).** Antibiotic resistance of *Escherichia coli* strains isolated from chickens with colisepticaemia in Morocco. *Comp. Immun. Microbial. Infect. Dis.*, 11 : 121-124.
- **FOOKES, M., GUNNAR N SCHROEDER., GEMMA C LANGRIDGE., CARLOS J BLONDEL., CATERINA MAMMINA., THOMAS R CONNOR., HELENA SETH-SMITH., GEORGIOS S VENIKOS., KEITH S ROBINSON., MANDY SANDERS., NICOLA K PETTY., ROBERT A KINGSLEY., ANDREAS J BAUMLER., SEAN-PAUL NUCCIO., INES CONTRERAS., CARLOS A SANTVIAGO., DUNCAN MASKELL., PAUL BARROW., TOM HUMPHREY., ANTONINO NASTASI., MARK ROBERTS., GAD FRANKEL., JULIAN PARKHILL., GORDEN DOUGAN., NICHOLAS R THOMAS (2011).** *Salmonella bongori* provides insights into the evolution of the Salmonellae. *PLoS Pathogens*, 7 (8) : 1553-7366.

## Références bibliographiques

---

- **FRENEY J., RENAUD F., LECLERCQ R. et RIEGEL P (2007)** Précis de bactériologie clinique. Ed. Eska, Paris, pp .990, 991,4(992), 993 ,994 ,995.
- **GLEDEL J., CORBION B.E.A. (1991).** Le genre *Salmonella* dans le contrôle Microbiologique, 2ème édition Edition ; 480 p.
- **GOMIS SM, WATTS T, RIDDELL C, POTTER AA, ALLAN BJ (1997).** Reproduction expérimentale de la cellulite et de la septicémie à *Escherichia coli* chez les poulets de chair. *Aviaire Dis.*; 41: 234–240.
- **GOREN E. (1991)** Colibacillose : étiologie, pathologie en thérapie. *Journal de médecine vétérinaire.* ; 116(22) :1122–1129.
- **GRIMONT P., GRIMONT F., BOUVET P. (2000).** Taxonomy of the genus *Salmonella*. In: WRAY C, W.A. (Ed.) *Salmonella* in Domestic Animals. CABI Publishing, Oxon ; 117p.
- **GROSJEAN J. and PASQUIER C. (2009).** Bactériologie et virologie pratique. 11ème édit De Boeck s.a, Bruxelles. p.128.
- **GROSS WB, DOMERMUTH CH. COLIBACILLOSE. DANS: HITCHNER SB, DOMERMUTH CH, PURCHASE HG, WILLIAMS JE, (1975)** éditeurs. Isolement et identification des agents pathogènes aviaires. Arnold Printing Corporation ; New York, NY, États-Unis : p 34–37.
- **GUABIRABA R., SCHOULER C. (2015)** Avian colibacillosis: Still many black holes. *FEMS Microbiol. Lett*, Volume 362.
- **GUIRAUD P. J. (2012).** Microbiologie alimentaire. Paris: Les preses ISBN;22,80,171p
- **GUYONEY G ET J MICHEL, (2002)** réussir aviculture symptômes et autopsie : savoir J diagnostiquer une coccidiose.
- **GYLES C.L. (2008).** Antimicrobial resistance in selected bacteria from poultry. *Animal Health Review*, 9 :149–158.
- **H CHRISTENSEN, J BACHMEIER & M BISGAARD (2021)** New strategies to prevent and control avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC) avian pathology, vol. 50, no. 5, 370–381.
- **HACKER, J., BJUM-OEHLER, G., MFLH] DORFER, I. ET TSCHAPE, H. (1997).** Pathogenicity islands of virulent bacteria: structure, fimction and impact on microbial evolution. *Mol. Microbiol.* 23: 1089-1097.
- **HALFAOUI Z, MENOUEIRI N.M, BENDALI L.M. (2017)** Serogrouping and antibiotic resistance of *Escherichia coli* isolated from broiler chicken with colibacillosis in center of Algeria. *Vet. World.* ;10(7) :830–835.

## Références bibliographiques

---

- **HARIZI K. (2009)**. Recherche et Identification des Bactéries Pathogènes *Salmonella* et *Listeria* dans les aliments. Mémoire de Master : [Biologie appliquée]. Université de Gabés ; 60p.
- **HELOISA H NASCIMENTO, LUCAS EP SILVA, RENATA T SOUZA, NEUSA P SILVA AND ISABEL CA SCALETSKY L (2014)** Phenotypic and genotypic characteristics associated with biofilm formation in clinical isolates of atypical enteropathogenic *Escherichia coli* (aEPEC) strains 1. *BMC Microbiology*, 14:184 /1471-2180.
- **HENSEL M., SHEA J. E., BÄUMLER A. J., GLEESON C., BLATTNER F., ET HOLDEN D. W. (1997)** Analysis of the boundaries of *Salmonella* pathogenicity island 2 and the corresponding chromosomal region of *Escherichia coli* K-12. *J. Bactériol.* 179:1105-1111.
- **HUR J., JAWALE C., LEE J.H. (2012)**. Antimicrobial resistance of *Salmonella* isolated from food animals. *Food Res. Int.*, 45: 819–830.
- **ISSENHUTH-JEANJEAN S., ROGGENTIN P., MIKOTHEW M., GUIBOURDENCHE M., PINNA E., NAIR S., FIELDS P. I., AND WEILL F. X., (2014)** - Supplement 2008-2010 (no. 48) to the White-Kauffmann-Le Minor scheme". *Res. Microbiol.* 165: 526–530.
- **JACOBY G.A., STRAHILEVITZ J. and HOOPER D.C. (2014)**. Plasmid-mediated quinolone resistance. *Microbiol Spectr.* 2(5).
- **JEAN F., FRANÇOIS R., ROLAND L. And PHILIPPE R. (2007)**. Précis de Bactériologie clinique 2<sup>ème</sup> édition, ESKA.
- **JOLANTA SAROWSKA, BOZENA FUTOMA-KOLOCH, AGNIESZKA JAMA-KMIECIK, MAGDALENA FREJ-MADRZAK, MARTA KSIAZCZYK, GABRIELA BUGLA-PLOSKONSKA, AND IRENA CHOROSZY-KROL1 (2019)** Virulence factors, prevalence and potential transmission of extraintestinal pathogenic *Escherichia coli* isolated from different sources: recent reports. *Gut Pathogen* 11:10.
- **JOLY B. Et REYNAUD A. (2006)**. Entérobactéries : systématiques et méthodes de diagnostic. Ed. TEC& Doc. Paris, PP. 4 (28), 2 (29 -30), 3 (31 37, 38).
- **KABIR SML (2009)**. The Role of probiotics in the poultry industry. *Int. J. Mol. Sci.*; 10:35-31.
- **KÖHLER D ET DOBRINDT U (2011)** What defines extraintestinal pathogenic *Escherichia coli* ? *J Med Microbiol.* (301) : 642-647.
- **KYLE LESTRANGE, UNE SARAH M. MARKLAND, UNE DALLAS G. HOOVER, UNE MANAN SHARMA, B ET KALMIA E. KNIEL A, (2017)** Une évaluation des

## Références bibliographiques

---

propriétés de virulence et d'adhérence d'*Escherichia coli* pathogène aviaire. *One health journal* v4 p22-26.

- **L. LE MINOR, M.Y. POPOFF J. BOCKEMÜHL ;(1990)** supplément 1989 (n°33) au schéma Kauffmann-White. *Recherche en microbiologie* 141(9) : p 1173-1177.
  - **LAAREM M., BARGUIGUA A., NAYME K., AKILAS A., ZEROUALI K., EL MDAGHRI N. and TIMINOUNI M. (2017).** Occurrence of plasmid-mediated quinolone resistance and virulence genes in avian *Escherichia coli* isolates from Algeria. *J InfectDevCtries.* 11(2):143-151.
  - **LE MINOR L, VERON M, POPOFF M. (1982).** Une proposition pour la nomenclature de *Salmonella*. *Ann Microbiol.*133(2) : p 245-254.
  - **LE MINOR L. (1992).** Taxonomie et nomenclature des *Salmonella*, *Méd. Mal. Infec.* 22 : 246- 248
  - **LE MINOR L. (1992).** Taxonomie et nomenclature des *Salmonella*, *Méd. Mal. Infec.* 22 : 246- 248.
  - **LE MINOR, L ; VERON, M (1990).** Bactériologie médicale 2 ème édition Ed. Flammarion, P 441- 427.
  - **LE MINOR, L., ET POPOFF, M.Y., (1987).** Formules antigéniques des sérovars de *Salmonella*. Centre collaborateur O.M.S. de référence et de recherche pour les *Salmonella*. Institut Pasteur. Paris. 1-156.
- LE MINOR, L., VERON, M., POPOFF M.Y (1982).**, “Taxonomie des *Salmonella*”, *Annales de Microbiologie* 133B : 223–243.
- **LILLEHOJ H. S., RUFF M. D., BACON L. D., LAMONT S. J., JEFFERS T. K., (1989).** Genetic control of immunity to *Eimeria tenella*. Interaction of MHC genes and References bibliographies non-MHC linked genes influences levels of disease susceptibility in chickens. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 20 :135–148. 45.
  - **LKORSAK, 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.
  - **LKORSAK, 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.

## Références bibliographiques

---

- **LOZNIEWSKI A. CN RABAUD (2010)**. Résistance bactérienne aux antibiotiques. - Lyon : clin sud-est.
- **M ANSARI-LARI, \* SH SHEKARFOROUSH, S MEHRSHAD ET H SAFARI (2014)** Prevalence and risk factors for *Salmonella spp.* colonization in broiler flocks in Shiraz, southern Iran Vet Rés. 5(1): 65–68.
- **M MELLATA, J R JOHNSON, R CURTISS (2017)** *Escherichia coli* isolates from commercial chicken meat and eggs cause sepsis, meningitis and urinary tract infection in rodent models of human infections. *zoonoses and public health* 65, (1) P 103-113.
- **M. Y., BOCKEMÜHL J. ET BRENNER F. W. (1998)** Supplément (no 42) au schéma Kauffmann-White. *Microbiol*:63-65.
- **MAINIL J. (2013)**. *Escherichia coli* virulence factors. *Vet Immunopathol.* 152(1-2):2-12.
- **MAINIL, J.G (2003)** Facteurs de virulence et propriétés spécifiques des souches invasives d'*Escherichia coli*. 1) les adhesines et facteurs de colonisation Ann. *Méd. Vét.* 147 : 105-10.
- **MANGES AR, JOHNSON JR. 2012**. Food-borne origins of *Escherichia coli* causing extraintestinal infections. *Clin Infect Dis* 55:712–719.
- **MARTINY D., DEDISTE A., ANGLADE C., VLAES L., MOENS C., MOHAMED S. ET VANDENBERG O., (2016)** Performance of the chromID *Salmonella* Elite chromogenic agar in comparison with CHROMagar *Salmonella*, Oxoid Brilliance *Salmonella* and Hektoen agars for the isolation of *Salmonella* from stool specimens. *J.diagmicrobio. DiagnMicrobiol Infect Dis* .86(2). pp. 128-130.
- **MEGUENNI N., CHANTELOUP N., TOURTEREAU A., AHMED C. A., BOUNARKECHIH S. and SCHOULER C. (2019)**. Virulence and antibiotic resistance profile of avian *Escherichia coli* strains isolated from colibacillosis lesions in central of Algeria, *Veterinary World.* 12(11) :1840-1848.
- **MELLATA M (2013)**. Human and Avian extraintestinal pathogenic *Escherichia coli*: Infections, Zoonotic risks, and antibiotic resistance trends. *Food borne Pathog Dis.* Nov; 10(11): 916-932.
- **MESSAILI C., MESSAI Y. and BAKOUR R. (2019)**. Virulence gene profiles, antimicrobial resistance and phylogenetic groups of fecal *Escherichia coli* strains isolated from broiler chickens in Algeria. *Vet Ital.* 55(1):35-46.

## Références bibliographiques

---

- **MOROH J. (2013).** Résistance bactérienne et phytomolécules antimicrobiennes issues de *Morinda morindoides*. Thèse de doctorat en sciences agricoles. Université de Bretagne occidentale- Brest. France.
- **MOTASSIM H, BOUCHRITI N, NASSIK S, AND KARIB H (2023)** Occurrence of Antibiotic Resistance in *Salmonella* Serotypes Isolated from Environment, Humans, Animals, and Animal Products in Morocco: *A Systematic Review World's Veterinary Journal World Vet J*, 13(1): 32-44.
- **MSOFFE P. L., KWAME G. A., BYARUGABA D. K., MBUTHIA P. G., SABI S., CARDONA C., BUNN D. A. (2007).** Handbook of poultry diseases important in Africa. 75 P, Global Livestock CRSP.
- **MUYLAERT A. (2012).** Résistances bactériennes aux antibiotiques : les mécanismes et leur « contagiosité », Liège. *Ann. Méd Vét.* 156, 109- 123.
- **N M MITCHELL , J R JOHNSON , B JOHNSTON , R CURTISS , M MELLATA ( 2015)** Zoonotic potential of *Escherichia coli* isolates from retail chicken meat products and eggs *ASM Journals Applied and Environmental Microbiology* Vol. 81, No. 3.
- **NHUNG NT, CHANSIRIPORNCHAI N., CARRIQUE-MAS JJ (2017)** Résistance aux antimicrobiens chez les pathogènes bactériens de la volaille : un examen.*frontiersVétérinary journal* 4 ;126.
- **NISBET DJ, HUME ME, BUCKLEY SA, ZIPRIN RL, ANDERSON RC, STANKER LH. (2001).** Inhibition de la colonisation in vitro de la *salmonella typhimurium* dans les cultures d'exclusion compétitives a flux continu des bactéries caecales porcine *Food Prot* .64(1) : p 17-22.
- **NUCCIO, S.-P., BAUMLER, A.J., (2007).** Evolution of the chaperone/usher assembly Pathway: fimbrial classification goes Greek. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 71, 551–575.
- **OCHMAN H. et GROISMAN E. A (1996).** Distribution of pathogenicity islands in *Salmonella* spp. *Infect:* p5410-5412.
- **OLIVIER TENAILLON, DAVID SKURNIK, BERTRAND PICARD & ERICK DENAMUR (2010)** The population genetics of commensal *Escherichia coli* *Nature Reviews Microbiology* volume 8, pages207–217.
- **ORSKOV. F and ORSKOV. I (1992).** *Escherichia coli* serotyping and disease in man and animals. *Can J Microbiol Jul*; 38 (7): 699-704.

## Références bibliographiques

---

- **OUBOUYAHIA L. et NASSIK S. (2021).** Colibacillose aviaire au Maroc : infection redoutable à double impact. *Revue marocaine Des Sciences Agronomiques et Vétérinaires* 9 (3).
- **PAGES J. M., JAMES C. E. and WINTERHALTER M. (2008).** The porin and the permeating antibiotic: a selective diffusion barrier in Gram-negative bacteria. *Nat Rev Microbiol.* 6 :893–90.
- **PHILIPPE BAUCHART 1, PIERRE GERMON, ANNIE BREE, ERIC OSWALD, JÖRG HACKER, ULRICH DOBRINDT. (2010).** Pathogenetic comparison of human extraintestinal and avian pathogenic *Escherichia coli*--search for factors involved in host specificity or zoonotic potential. *Microbial Pathogenesis* 49(3):105-115.
- **PIERROT S. (2015).** Portage de bactéries multi résistantes en structures d'accueil pour personnes âgées : évaluation d'une politique de dépistage cible en fonction des facteurs de risque. Thèse d'exercice de pharmacie. Université de LORRAINE. France.
- **PILLY E. (2013).** Maladies infectieuses tropicales, 24 ème édition. Paris: Groupe Burlat;227p.
- **POOLE K. (2005).** Efflux-mediated antimicrobial resistance. *J Antimicrob Chemother.* 56:20–51.
- **POPOFF M. Y. ET LE MINOR L (1997).** Antigenic formulas of the *Salmonella* serovars, 7th revision. Centre collaborateur de l'Organisation mondiale de la Santé pour la référence et la recherche sur *Salmonella*. Institut Pasteur Paris, France.
- **PORWOLLIK, S., (2011).** *Salmonella*: From genome to function. Caister Academic Press, Norfolk, UK.
- **RAHMATALLAH N, NASSIK S, EL RHAFFOULI H, AMINE IL, EL HOUADFI M. (2017)** Détection de souches multi-résistantes d'*Escherichia coli* d'origine aviaire dans la région de Rabat-Salé-Zemmour-Zaer. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 2017 ;5(2) :96–102.
- **RAKOTONDRAMANANA R.T. (2015).** Facteurs de risque de Salmonellose dans les plats de poulet des gargotes d'Antananarivo ville. [Thèse de doctorat : Médecine]. Antananarivo : Université d'Antananarivo ; 96p.
- **REEVESM. W., EVINS G. M., HEIBA A. A., PLIKAYTIS B. D. ET FARMER J. J. (1989)** III. Nature clonale de *Salmonella typhi* et sa parenté génétique avec d'autres salmonelles comme le montrent l'électrophorèse enzymatique multilocus et la proposition du peigne *Salmonella bongori*. *nov. J. Clin. Microbiol.* 27 :313-320.

## Références bibliographiques

---

- **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. M. LUTFUL KABIR (2010).** Avian Colibacillosis and Salmonellosis: A Closer Look at Epidemiology, Pathogenesis, Diagnosis, Control and Public Health Concerns. *Int J Environ Res Public Health*. Jan; 7(1): 89–114.
- **S. NACER, F. EL FTOUHY, S. NASSIK, M. LKHIDER1 (2021)** *Salmonella spp*: Between the zoonotic aspect and antimicrobial resistance, what is the challenge of the poultry sector? *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et vétérinaires*: 490-499.
- **SAIF, Y. M. AND A. M. FADLY (2008).** Bacterial diseases. Diseases of poultry. Ames, Iowa, Blackwell: 619 Snow, L. C., R. H.
- **SONAIYA, E. B. et SWAN, S. E. J. (2004)** Small-Scale Poultry Production. Technical guide. FAO Animal Production and Health Manual, Rome, Italy.
- **STORDEUR P. et MAINIL J (2002)** La colibacillose aviaire. *Ann. Méd. vét.* 146: 11-18.
- **SUKHAN, A. (2000).** The invasion-associated type III secretion system of *Salmonella typhimurium*: common and unique features. *Ceil. Mol. Life Sci.* 57: 1033-1049.
- **VAISH R., PRADEEP M., SETTY C. and KANDI V. (2016).** Evaluation of Virulence Factors and Antibiotic Sensitivity Pattern of *Escherichia coli* Isolated from Extra intestinal Infections. *Cureus*. 8(5): P60.
- **VILLATE D. (1997).** Maladies des volailles .2ème Edition, France Agricole, Paris, 86-97.
- **VILLATE D., (2001).** - Les maladies des volailles. - 2e éd. - Paris : Ed. France Agriculture. 399 p.
- **VOUNBA P, ARSENAULT J, BADA-ALAMBEDI R, FAIRBROTHER J.M. (2019)** Pathogenic potential and the role of clones and plasmids in beta-lactamase-producing *E. coli* from A chicken faeces in Vietnam. *BMC Vet. Res.* ;15(1):106.
- **WEINACK OM, SNOEYENBOS GH, SMYSER CF, SOERJADI AS (1981).** Competitive exclusion intestinal colonization of *Escherichia coli* in chicks. *Avian Dis.*; 25:696–705.
- **WOLFF M., CHASTRE J., (2006).** Durée de l'antibiothérapie des infections sévères en réanimation. *Réanimation*, 15(3), 168-175.
- **YALA D., MERAD AS., MOHAMEDI, D., ET OUAR KMN., (2001).** Les aminosides, classification et Mode d'action des antibiotiques. *Médecine du Maghreb*, n°91.

## Références bibliographiques

---

- **YASUFUKU T., SHIGEMURA K., SHIRAKAWA T., MATSUMOTO M., NAKANO Y., TANAKA K., ARAKAWA S., KINOSHITA S., KAWABATA M. and FUJISAWA M. (2011).** Correlation of Overexpression of efflux pump genes with antibiotic resistance in *Escherichia coli* strains clinically isolated from urinary tract infection patients. *J Clin Microbiol.* 49:189–194.
- **YUE, M., SCHMIEDER, R., EDWARDS, R.A., RANKIN, S.C., SCHIFFERLI, D.M., (2012).** Microfluidic PCR combined with pyrosequencing for identification of allelic variants with Phenotypic associations among targeted *Salmonella* genes. *Appl. Environ. Microbiol.* 78, 7480–2.
- **YUVRAJ PANTH (2019)** Colibacillosis in poultry: A review. *Journal of Agriculture and Natural Resources* 2 (1):301-311.

# **Annexes**

## **Annexe N°1 :**

### **Matériels :**

#### **▪ Appareillage**

- Bec bunsen
- Etuve réglée à 37°C
- Autoclave
- Microscope
- Four pasteur
- Réfrigérateur
- Vortex

#### **▪ Verrerie**

- Pipettes pasteur
- Flacons stériles
- Tubes à vis stériles
- Boîtes de pétri
- Pince
- Ecouillons
- Lames

#### **▪ Colorants et réactifs :**

- Réactif de Kovacs
- Réactif TDA
- Violet de gentiane
- Lugol
- Fuchsine
- Alcool

#### **▪ Agents sélectifs**

- Antibiotiques sous forme de disques

## Annexe n°2 :

### Compositions des milieux de culture utilisés en g/l :

#### Bouillon cœur-cervelle (BHIB) :

- Protéase-peptone ..... 10g
- Infusion de cervelle de veau ..... 12,5g
- Infusion de cœur de bœuf ..... 5,0g
- Glucose..... 2,0g
- Chlorure de sodium ..... 5g
- Hydrogénophosphate de sodium ..... 2,5g
- Ph = 7,4

#### Gélose Hektöen :

- Protéase peptone ..... 12g
- Extrait de levure ..... 3,0g
- Désoxycholate de sodium ..... 9,0g
- Lactose ..... 12g
- Saccharose ..... 12g
- Salicine ..... 2,0g
- Bleu de bromothymol..... 65mg
- Fuchsine acide ..... 100mg
- Thiosulfate de sodium ..... 5,0g
- Citrate ferrique ammoniacal ..... 1,5g
- Chlorure de sodium ..... 5,0g
- Agar ..... 15g
- Ph = 7,5

#### Gélose TSI :

- Extrait autolytique de levure .....
- Extrait de viande ..... 3 g
- Peptone ..... 20 g
- Chlorure de sodium ..... 5 g
- Lactose ..... 10 g
- Saccharose ..... 10 g
- Glucose..... 1,0 g
- Thiosulfate de sodium ..... 0,3g
- Citrate de fer..... 0,3g
- Rouge de phénol ..... 24g
- Agar bactériologique ..... 9,0g

#### Milieu urée indole :

- L-Tryptophane ..... 3g
- KH<sub>2</sub>PO ..... 1g
- Chlorure de sodium ..... 5g
- Urée ..... 20g
- Alcool à 95° ..... 10ml

- Rouge de phénol ..... 0,025mg
- Ph final :  $6,8 \pm 0,2$

**Gélose Mueller Hinton :**

- Hydrolysate acide de caséine (peptone)..... 17,5 g
- Extrait de viande ..... 2g
- Amidon..... 1,5g
- Calcium ..... 20 à 25g
- Magnésium ..... 10 à 12,5g
- Agar ..... 15g
- Ph  $7,4 \pm 0,2$

## Annexe n°3 :

### Fiche d'enquête A :

Q1. Type de volaille :

P.C

P.P

P.R

Autre .....

Q2. Age de la volaille :

Q3. Espèce :

Q4. Quel est le lieu de l'élevage ?

a. Urbain

b. Rural

Q5. Distance séparant les bâtiments des habitations :

Q6. Quel est le type du bâtiment ?

a. Poulailers obscurs

b. Poulailers clairs

Surface .....

Densité .....

Largeur .....

Hauteur.....

Longueur .....

Q7. Quel est le nombre de bâtiments ?

a. Un

b. Plusieurs

Q8. Quelle est la distance entre les bâtiments ?

Q9. Quel est l'effectif de l'élevage ?

### ➤ Questions relatives aux facteurs d'ambiances :

Q1. Quelle est la température du bâtiment ?

Q2. Quel est le type de chauffage ?

Q3. Quel est le taux d'humidité (ergométrie) ?

Q4. Quel est le type de ventilation ?

- a. Naturelle ou statique
- b. Mécanique ou dynamique

Q6. Quel est le type d'éclairage ? (Couleur)

Q7. Quelle est l'intensité de l'éclairage ?

Q8. Quelle est la durée de l'éclairage ?

Q9. Quelle est la nature du sol ?

- a. En béton
- b. Terre battue
- c. Sol grillagé

Q10. Le sol est-il recouvert d'une litière ?

- a. Oui
- b. Non

Q11. La litière est-elle suffisante ?

Q12. Qualité de la litière ? (Saine ; sèche ; propre ; absorbante ; souple ; matériaux volumineux et non poussiéreux)

- a. Bonne
- b. Mauvaise

Q13. Durée du vide sanitaire :

Q14. Type de désinfectant :

Q15. Le type d'alimentation donné aux volailles : (forme)

Q16. Quelle est la durée de stockage des aliments ?

Q17. La qualité de l'eau ?

Q18. Quelle est l'origine de l'eau ?

- a. Puits
- b. Adduction urbaine

Q19. Quels sont les traitements réalisés ? (Avant prélèvement)

Q19. Quel est le taux de production ? (Poules pondeuses)

Q20. Quel est le poids ? (De chair au moment du prélèvement)

Q21. Quel est le taux de mortalité ?

## Annexe n°4 :

### Fiche d'enquête B :

#### 1. Températures des élevages visités :

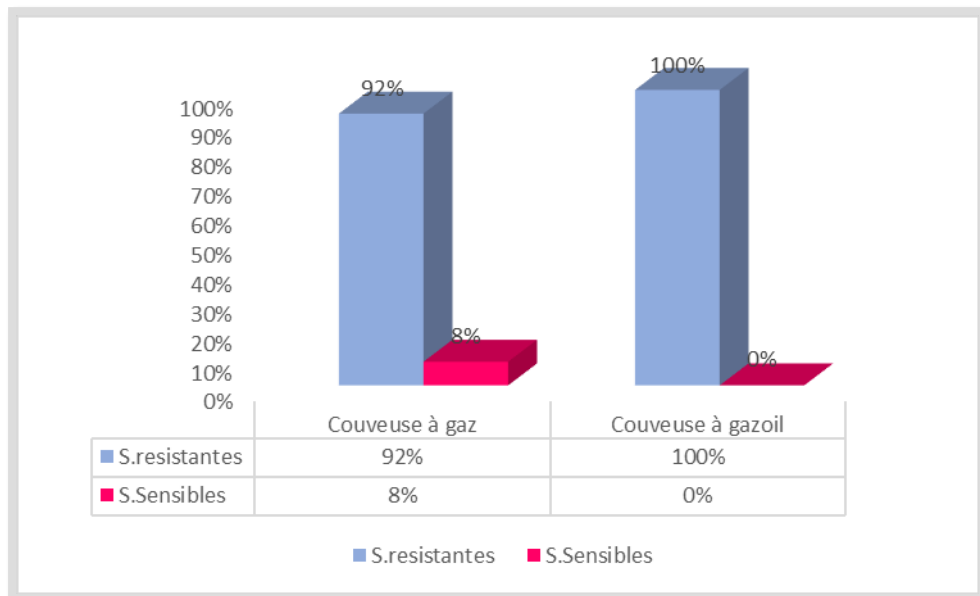
La température des élevages en milieu rural varie entre 24°C à 30°C avec une moyenne de 27°C, en milieu urbain la température des élevages visités est invariable 27°C.

Zone de l'élevage	T° Moyenne	T° minimale	T° Maximale
Rural	27°C	24°C	30°C
Urbain	27°C	27°C	27°C

**Tableau IX :** Température minimale, moyenne et maximale en fonction de la zone des élevages visités.

#### 2. Résultat selon le type de chauffage :

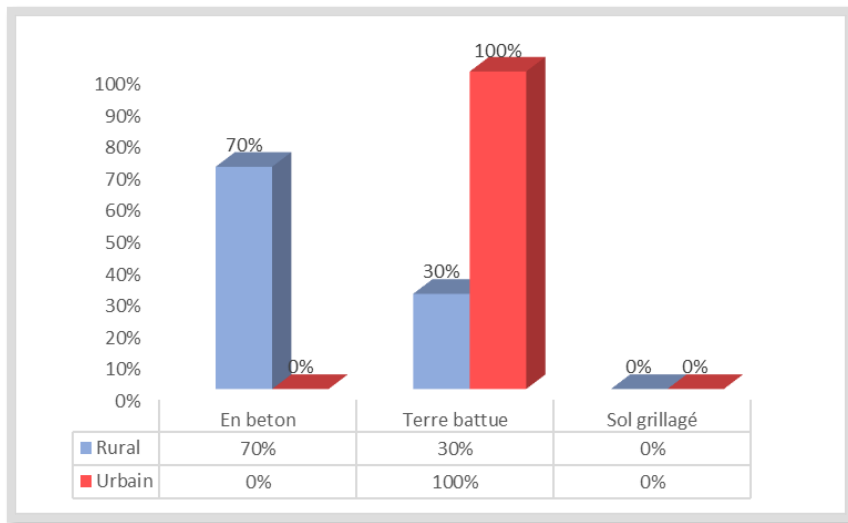
92% des souches isolées à partir de poulaillers (utilisant le gaz pour le chauffage) chauffés avec des couveuses à gaz sont multirésistantes et 8% sont sensibles à l'inverse des poulaillers utilisant le gasoil ou 100% des souches sont multi résistantes.



**Figure 32 :** Taux de souches résistantes et sensibles en fonction du type de chauffage.

#### Répartition des élevages par rapport au type de sol :

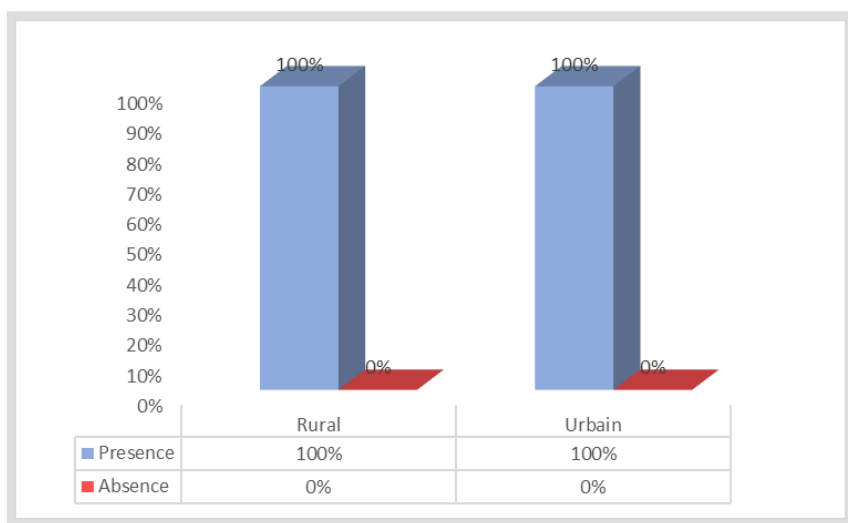
60% des élevages visités ont un sol en béton, en seconde position viennent des élevages ayant un sol en terre battue avec un taux de 40%



**Figure 33 :** Type de sol en fonction de la zone des élevages visités.

### 3. Répartition des élevages selon la présence ou absence d'une litière :

La litière est présente dans tous les élevages visités ruraux ou urbains.



**Figure 34 :** Présence ou absence de litière en fonction de la zone des élevages visités.

## **Annexe n°5 :**

### **Coloration de gram :**

- La première étape consiste en la préparation du frottis, qui se fait comme suit :
  - Sur une lame propre déposer une goutte d'eau distillée.
  - Prélever à partir d'une culture pure quelques colonies.
  - Bien les délayer dans la goutte d'ED et les étaler en faisant en sorte d'obtenir une monocouche homogène.
  - Procéder à un séchage en faisant un geste de vas et viens au-dessus de la flamme.
  - Une fois séchée, retourner la lame et la faire passer 3 à 4 fois dans la flamme par un geste rapide pour bien fixer les cellules bactériennes.
- La deuxième étape consiste en la réalisation de la coloration elle-même, elle est

Réalisée comme suit :

- Inonder le frottis séché à l'air et fixé à la chaleur pendant 1 minute avec le réactif de coloration au cristal violet.
- Rejeter le colorant primaire sans rincer à l'eau et recouvrir la lame avec le Lugol (fixateur) laisser agir pendant 45 secondes.
- Inonder la lame avec l'alcool pour décolorer pendant 30 secondes.
- Rincer la lame à l'eau afin de neutraliser l'action de l'agent décolorant.
- Contre colorer le frottis avec la fuchsine et laisser agir 1min.
- Laver à l'eau courante abondamment jusqu'à ce qu'aucune couleur n'apparaisse dans l'effluent, puis sécher avec du papier absorbant.
- Lecture : Une observation microscopique à l'immersion (Gx1000) est réalisée, afin de déterminer Le type de Gram des bactéries étudiées : si ces dernières apparaissent roses elles sont dites : Gram-, par contre si elles sont colorées en violet se sont des Gram+.

## **Annexe n°6 :**

### **▪ Test TSI :**

Test basé sur la fermentation des trois glucides contenus dans le milieu TSI (glucose, lactose, saccharose) et sur la production de gaz et d'H<sub>2</sub>S. Lorsque l'un des glucides est fermenté, la baisse du pH fera passer le milieu de l'orange rougeâtre (la couleur originale) au jaune.

Le thiosulfate de sodium dans le milieu est réduit par certaines bactéries en sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S), ce dernier réagit avec les ions ferriques dans le milieu pour produire du sulfure de fer, un précipité insoluble noir.

L'ensemencement est réalisé à partir d'une colonie caractéristique par pique centrale profonde dans le culot puis stries sur la pente avec une pipette Pasteur suivie d'une incubation à 37°C pendant 24 heures.

### **▪ Dégradation de l'urée et production d'indole :**

Les bactéries possédant une uréase transforment l'urée en carbonate d'ammonium entraînant une alcalinisation qui provoque une coloration rouge violacé du milieu en présence de rouge de phénol (indicateur de pH) et une coloration inchangée dans le cas contraire. La production d'indole est révélée par l'addition de réactif de Kovacs qui agit avec l'indole en donnant un anneau rouge en surface en cas de réaction positive. La présence de tryptophane désaminase (TDA) est mise en évidence par addition de perchlorure de fer qui provoque une coloration brun rouge du milieu en cas de réaction positive.

### **▪ Test d'oxydase :**

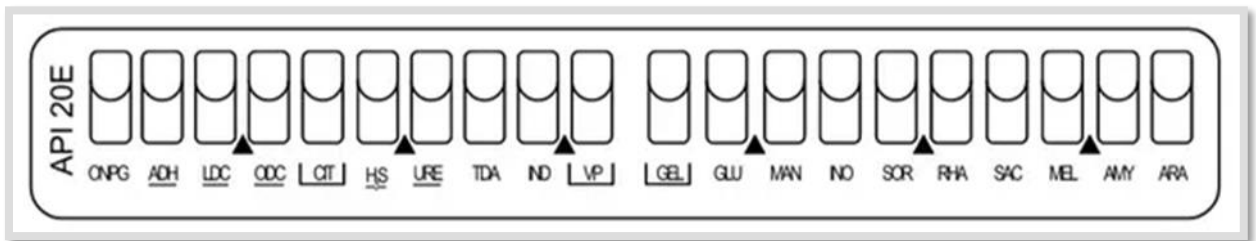
Le test de l'oxydase est un test de détection de l'enzyme cytochrome oxydase. Le chlorhydrate ou le N-diméthylparaphénylène diamine (PDA) est utilisé comme réactif, généralement imprégnés sur des disques (disques oxydases). Un de ces disques est placé sur une lame et une colonie bien isolée est déposée avec une pipette Pasteur sur ce dernier.

Une Réaction positive se manifeste par l'apparition d'une coloration bleu foncé à violet dans un délai de 30 secondes cependant l'absence de coloration ou coloration au-delà de 30 secondes est témoin de réaction négative.

## Annexe n°7 :

### Galerie API20E :

- Une colonie isolée est mise en suspension dans de l'eau distillée stérile, sa densité est ajustée à 0,5 Mc à l'aide d'un densitomètre.
- Les puits sont remplis à l'aide d'une pipette pasteur avec la suspension bactérienne comme suit :
  - Les tests désignés par leurs noms uniquement nécessitent le remplissage du tube.
  - Les tests désignés par une bordure autour du nom nécessitent le remplissage à la fois du tube et de la cupule.
  - Les tests désignés par une ligne sous le nom nécessitent le remplissage du tube qui ensuite recouvert par l'huile de paraffine stérile.



**Figure 35 :** Schéma d'une galerie API 20<sup>E</sup>.

- Une fois remplies Incuber à 37°C pendant 24 heures.
- La lecture : La lecture de ces réactions (positives ou négatives) se fait en fonction des variations des couleurs.
- Les puits sont délimités en triplets par des triangles noirs :
  - Pour chaque triplet, si le premier test est positif, le puits prendra 1, si le test est négatif il prendra 0
  - Pour chaque triplet, si le second test est positif, le puits prendra 2, si le test est négatif il prendra 0
  - Pour chaque triplet, si le dernier test est positif, le puits prendra 4, si le test est négatif il prendra 0
- Additionner les scores des puits positifs uniquement dans chaque triplet. Le score le plus élevé possible pour un triplet est 7 puis entrer le profil numérique dans l'APIweb pour obtenir l'identification.

## ➤ **Annexe n°8 :**

### **Antibiogramme :**

#### - Milieu utilisé :

Le milieu retenu pour la majorité des espèces bactérienne est celui de Mueller Hinton (plus 5% de sang pour les germes exigeants). La gélose est coulée dans des boites de Pétri sur une épaisseur de 4 MM. Elle est séchée à l'étuve avant son utilisation.

#### - Préparation de l'inoculum :

Une suspension bactérienne est préparée dans de l'eau physiologique stérile à partir d'une culture pure et jeune de 18 à 24 heures de manière à avoir un trouble à peine visible. La densité de la suspension est vérifiée à l'aide d'un densitomètre à 0,5 mac Ferland ou un spectrophotomètre (avec un faisceau de 1 cm et des cuves assorties) à une densité optique de 0,08 à 0,10 lue à 625 nm.

#### - L'ensemencement :

L'ensemencement est réalisé dans les 15 minutes qui suivent la préparation de l'inoculum par écouvillonnage, un écouvillon stérile est plongé dans la suspension puis pressé contre les parois internes du tube pour éliminer l'excès de liquide l'en tournant.

Le Frotter la surface entière de la boite de Mueller Hinton en stries plusieurs fois, en faisant tourner la boite d'environ 60 ° C entre les stries pour assurer une distribution uniforme.

Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.

#### - L'application des disques d'antibiotiques :

- Déposer les disques d'antibiotiques sur la surface gélosée à l'aide d'une pince stérile tout en respectant des distances déterminées et appliquant une légère pression sur le disque assurer un contact complet de ce dernier avec la gélose (6 disques maximum sur une boite de pétri de 90mm de diamètre). L'incubation se fait dans les 15 minutes qui suivent le dépôt des disques (phase de pré diffusion) pendant 18 à 24 heures à 37°C.
- Retourner les boîtes et les incuber idéalement dans les 15 min. qui suivent le dépôt des disques.
- Lecture : Après l'incubation le diamètres des zones d'inhibition sont mesuré à l'aide d'une règle puis en se référant les souches sont classées selon leur comportement vis-à-vis de chaque antibiotique sensible, intermédiaire, résistant.

➤ **Annexe n°9 :**

	ATB	Diamètre critique en mm		Nombre de souches testées	Nombre et pourcentage de souches sensibles		Nombre et pourcentage de souches résistantes	
		S	R		S	R	N (%)	N (%)
<b>Beta lactamines</b>	Amoxicilline <b>AML</b>			22		00		21 (95%)
	Ampicilline <b>AMP</b>	≥17	< 13	22		01 (05%)		21 (95%)
	Amoxicilline +acide clavulanique <b>AMC</b>	≥18	< 13	22		19 ( 86%)		03 ( 14%)
	Céfazoline <b>KZ</b>	≥23	19	22		17 (77%)		05 (23%)
	Céfotétan <b>CTT</b>	≥16	<12	22		22 (100%)		00
	Céfoxitine <b>FOX</b>	≥18	<14	22		22 (100%)		00
	Ceftriaxone <b>CRO</b>	≥23	<19					
	Céfotaxime <b>CTX</b>	≥26	<22	22		22 (100%)		00
	Imipenème <b>IPM</b>	≥23	<19	22		22 (100%)		00
	Ertapenème <b>ERT</b>	≥22	18	22		22 (100%)		00
	Céfépime <b>FEP</b>	≥25	18	22		22 (100%)		00
	<b>Fluoroquinolone</b>							
	Ofloxacin <b>OFX</b>	≥16	<12	22		14 (62%)		08 (38%)

**Tableau X :** Taux de sensibilité et de résistance des souches testées.

