

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Infectiologie

Présenté par :

TIHAL Hadjer
TOUIHRI Habiba

Thème

Détection et sensibilité aux antibiotiques d'*Escherichia coli*
isolés à partir du foie de poulet de chair commercialisé dans la
région de Tiaret

Soutenu publiquement le 24/06/2024

Jury :

Président : Pr. DJERBAOUI Malika

Encadrant : Dr. MERATI Rachid

Co-encadrant : /

Examineur 1 : Dr. CHAALAL Nadia

Examineur 2 : /

Invité : /

Grade

Pr

MCA

MAB

Année universitaire 2023-2024

Remercîment

On remercier **Allah** le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

On tient à remercier particulièrement notre superviseur, **Dr. Merati Rachid**, pour sa compétence, ses encouragements, ses conseils et l'attention particulière avec laquelle il a suivi et dirigé ce travail, nous le remercions vivement.

Nous remercions vivement les membres de jury :

Pr. DJERBAOUI Malika, nous sommes très honorées que vous acceptiez la présidence du jury de ce mémoire. Trouvez ici l'expression de nos sincères remerciements et soyez assuré de notre profonde gratitude

Dr. CHAALAL Nadia, pour nous avoir fait l'honneur d'examiner ce travail, nous vous sommes très reconnaissantes et nous vous adressons nos vifs remerciements.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous ceux qui de près ou de loin, nous ont apporté leur aide.

Nous souhaitons exprimer un sincère MERCI à tous

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*À ceux qui n'ont pas d'égal dans l'univers, à ceux que Dieu nous a ordonné d'honorer, à ceux qui ont tant donné et qui ont fait ce qui ne peut être rendu, à vous, ma chère **mère** et mon cher **père**, je dédie ce travail que nul remerciement ne puisse exprimer mes sincères sentiments, pour leurs patiences illimitées, et leurs encouragements contenu, leur amour, leur soutien et leurs sacrifices. J'espère que j'étais et que je serai à la hauteur de leurs attentes.*

*A mes frères **Abderrazak**, **Mohamed** et **Othmen** et mes deux sœurs **Douâa** et **Nada**, pour toute la complicité et l'entente qui nous unissent, et surtout pour leur amour. Je souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et qu'Allah vous protège et vous garde.*

*A **Habiba** chère amie avant d'être binôme*

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit possible,
je vous dis merci*

Hadjer

Dédicace

Louange à Dieu par amour, gratitude et reconnaissance pour le commencement et la fin.

Après cinq années de fatigue et d'efforts pour réaliser mon rêve et poursuivre mes études, portant avec elles les espoirs des nuits, me voici aujourd'hui, au seuil de l'obtention du diplôme, récoltant les fruits de mon travail en toute fierté. Ô dieu, louange à Toi avant que tu sois satisfait, et louange à Toi si tu es satisfait, et louange à Toi après que j'ai commencé, car Tu m'as permis de réussir et de réaliser mon rêve.

Avec amour, je dédie les fruits de ma réussite et de mon témoignage

A celui qui a décoré mon nom des plus beaux titres, à celui qui m'a soutenu sans limites et qui m'a donné quelque chose sans retour, à celui qui m'a appris que le monde est un combat et que son arme est le savoir et la connaissance, mon premier soutien sur mon chemin, ma force après Dieu, ma gloire et la fierté.

Mon père

A celle à qui Dieu a placé le paradis sous ses pieds, et dont le cœur m'a embrassé entre ses mains et m'a facilité l'adversité par ses supplications, au cœur compatissant et à la bougie qui était pour moi dans les nuits obscures, le secret de ma force, mon paradis

Ma mère

*A mes très chers frères **Khalidou** et sa femme, **Kamel** que Dieu vous protège et facilite votre chemin*

*A mes jolie sœurs **Khalida** et son mari, **Fatma** je vous remerciée pour tous les encouragements et le soutien moral tout au long de mes études*

*A mes meilleurs amis de ma vie **Rima** et **Sihem** qui ont toujours été là pour me soutenir et m'encourager dans mes efforts, votre amitié précieuse a été une source de réconfort et de motivation*

*A ma binôme **Hadjer** pour sa bonne humeur et pour les moments jamais inoubliables*

*A mes nièces **Sarah Ines** et **Hadjer Noursine** et sans oublier mon neveu **Yacine Mohamed Amine***

Habiba

Résumé

La présente étude avait pour objectif de détecter la présence d'*Escherichia coli* (*E. coli*) dans le foie de poulet de chair commercialisés dans la région de Tiaret, ainsi que d'évaluer la sensibilité des souches isolées à divers agents antimicrobiens. Un total de 30 échantillons de foie prélevés dans 30 boucheries ont été analysés par des méthodes classiques d'isolement bactériologique, et 18 isolats d'*E. coli* ont été testés sur un groupe de sept agents antimicrobiens en utilisant la méthode de diffusion sur disque. Nos résultats ont montré que sur les 30 échantillons analysés, 18 isolats d'*E. coli* ont été détectés, soit un taux de 60%. Tous les isolats d'*E. coli* testés ont montré une résistance de 100% à l'amoxicilline, à l'acide nalidixique, à la tétracycline et au triméthoprim-sulfaméthoxazole, suivie d'une résistance de 94,4% à la colistine. Cependant, une faible résistance à la gentamicine et à la céfoxitine a été observée, avec des taux de 16,7% et 11,1%, respectivement. Nous concluons qu'*E. coli* est largement présent dans le foie de poulet de chair commercialisés dans la région de Tiaret, et que les souches isolées ont montré une résistance élevée à plusieurs antibiotiques.

Mot clés : *Escherichia coli*, foie, poulet de chair, sensibilité antimicrobienne, Tiaret.

Summary

The aim of this study was to detect the presence of *E. coli* in the livers of broilers marketed in the Tiaret region, and to assess the sensitivity of the strains isolated to various antimicrobial agents. A total of 30 liver samples collected from 30 butcherries were analyzed by classical bacteriological isolation methods, and 18 *E. coli* isolates were tested against a panel of seven antimicrobial agents using the disk diffusion method. Our results showed that out of the 30 samples analysed, 18 *E. coli* isolates were detected, a rate of 60%. All *E. coli* isolates tested showed 100% resistance to amoxicillin, nalidixic acid, tetracycline and trimethoprim-sulfamethoxazole, followed by 94.4% resistance to colistin. However, low levels of resistance to gentamicin and cefoxitin were observed, with rates of 16.7% and 11.1%, respectively. We conclude that *E. coli* is widely present in the liver of broilers marketed in the Tiaret region, and that the *E. coli* strains isolated showed high resistance to several antibiotics.

Key words: antimicrobial sensitivity, broiler chicken, *Escherichia coli*, liver, Tiaret.

المخلص

كان الهدف من هذه الدراسة هو الكشف عن وجود بكتيريا الإشريكية القولونية في أكباد دجاج التسمين المسوق في منطقة تيارت، وتقييم حساسية السلالات المعزولة لمختلف العوامل المضادة للميكروبات. وقد تم تحليل ما مجموعه 30 عينة كبد تم جمعها من 30 ملحمة بالطرق التقليدية، وتم اختبار 18 من عزلات الإشريكية القولونية ضد مجموعة من سبعة عوامل مضادة للميكروبات باستخدام طريقة الانتشار القرصي. أظهرت نتائجنا أنه من بين العينات الثلاثين التي تم تحليلها، تم الكشف عن 18 عزلة للإشريكية القولونية، أي بنسبة 60%. أظهرت جميع عزلات الإشريكية القولونية التي تم اختبارها مقاومة بنسبة 100% للأموكسيسيلين وحمض الناليديكسك والتترايسيكالين وتريميثوبريم-سلفاميثوكسازول، تليها مقاومة بنسبة 94.4% للكوليسيتين. ومع ذلك، لوحظت مستويات منخفضة من المقاومة للجنتاميسين والسيفوكسين بمعدلات 16.7% و11.1% على التوالي. نستنتج أن بكتيريا الإشريكية القولونية موجودة على نطاق واسع في كبد الدجاج اللحم المسوق في منطقة تيارت، وأن سلالات الإشريكية القولونية المعزولة أظهرت مقاومة عالية للعديد من المضادات الحيوية.

الكلمات المفتاحية: الإشريكية القولونية، تيارت، الحساسية لمضادات الميكروبات، دجاج التسمين، الكبد

Liste des abréviations

ATP : Adénosine triphosphate

AW : Activité de l'eau

ADH : Dihydrolase de l'arginine

APEC : *Escherichia coli* pathogènes aviaire

ADN : Acide désoxyribonucléique

BMR : Bactérie multi-résistante

CMI : Concentration minimale inhibitrice

CIT : Citrate

D.O: Densité optique

E. coli : *Escherichia coli*

EMB : Eosine méthylène bleu

EUCAST : European Comite on Antimicrobial susceptibility (Le comité Européen sur les tests de sensibilité aux antimicrobiens)

GEL : Gélatinase

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène

H₂S : Sulfure d'hydrogène

IND : Indole

LPS : Lipopolysaccharide

LDC : Décarboxylase de lysine

mV: Millivolt

OPNG: Ortho-nitro phényl-galactoside

RH : Potentiel d'oxydo-réduction

TDA : Tryptophane désaminase

UPEC: *Escherichia coli* uro-pathogène

URE: Uréase

VP : Voges-proskauer

Liste des figures

Figure 01 : Surface viscérale du foie avec porte hépatique chez les poulets -----	03
Figure 02 : <i>E. coli</i> sous microscope électronique (Gr x1000) -----	14
Figure 03 : Structure de la membrane des bactéries à Gram négatif -----	15
Figure 04 : Ordre chronologique de l'apparition des antibiotiques -----	22
Figure 05 : Modes d'action des antibiotiques -----	24
Figure 06 : Protocole expérimental -----	34
Figure 07 : Préparations des échantillons -----	35
Figure 08 : Milieu EMB -----	36
Figure 09 : Inoculation de la galerie Api 20 E (avant incubation) -----	39
Figure 10 : Taux de détection d' <i>E. coli</i> -----	42
Figure 11 : Caractéristiques des colonies d' <i>E. coli</i> sur gélose EMB et gélose MacConkey -	42
Figure 12 : Photographie au microscope d' <i>E.coli</i> (Gr x100) -----	43
Figure 13 : Test de catalase (réaction positif) -----	43
Figure 14 : Test d'oxydase (réaction négative) -----	44
Figure 15 : Résultats de la galerie Api 20 E d' <i>E. coli</i> -----	44
Figure 16 : Résultats d'antibiogramme d' <i>E. coli</i> testés -----	46
Figure 17 : Histogramme d'antibiogramme d' <i>E. coli</i> testés -----	47

Liste des tableaux

Tableau 01 : Teneurs des vitamines au niveau du foie -----	6
Tableau 02 : Teneurs en protéine, lipide, glucide et eau -----	7
Tableau 03 : Apports du foie en minéraux -----	7
Tableau 04 : Caractères biochimiques d' <i>Escherichia coli</i> -----	16
Tableau 05 : Principaux antibiotiques utilisés en aviculture -----	26
Tableau 06 : Matériels et consommables utilisés durant l'étude-----	33
Tableau 07 : Sensibilité des souches d' <i>E. coli</i> aux antibiotiques testés-----	45
Tableau 08 : Résultats des souches multi-résistantes d' <i>E. coli</i> testés -----	47

Liste des matières

Résumé	I
Liste des abréviations	III
Liste de figures	IV
Liste des tableaux.....	V
Introduction	1

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Foie de poulet

1. Généralités	3
1.1. Anatomie	3
1.2. Développement du foie	3
1.3. Physiologie du foie	3
1.3.1. Fonction biliaire	3
1.3.2. Fonction métabolique	4
1.3.3. Fonction de détoxification	5
1.3.4. Fonction hématopoïétique	5
1.4. Valeur nutritive du foie de poulet	5
1.4.1. Teneur en vitamine	6
1.4.2. Teneur en protéine, glucide, lipide et eau	6
1.4.3. Apports en minéraux	7
2. Qualité microbiologique du foie de poulet de chair	8
2.1. Origine de contamination	8
2.1.1. Origine endogène	8
2.1.2. Origine exogène.....	9
2.2. Germes responsables de contamination du foie et de la viande de poulet	9
2.2.1. Flore aérobie mésophile totale	9
2.2.2. Coliforme thermo-tolérant (fécaux).....	9
2.2.3. Anaérobie sulfite-réduction à 46°C	10
2.2.4. <i>Staphylococcus aureus</i>	10
2.2.5. <i>Salmonella</i>	10
2.2.6. <i>Campylobacter</i>	10

2.3.Facteurs influençant la contamination -----	11
2.3.1. Activité de l'eau -----	11
2.3.2. Le pH -----	11
2.3.3. Potentiel d'oxydo-réduction-----	11
2.3.4. Facteurs nutritionnels -----	11
2.3.5. Température -----	12

Chapitre II: *Escherichia coli*

1. Généralité -----	13
2. Habitat -----	13
3. Caractères bactériologiques-----	13
3.1. Caractères morphologique -----	13
3.2. Caractère culturaux -----	15
3.3. Caractère biochimique -----	15
4. Propriétés biologiques -----	16
4.1. Pouvoir pathogène -----	16
4.1.1. Pouvoir pathogène chez l'homme -----	16
4.1.2. Pouvoir pathogène chez l'animal -----	17
4.1.3. <i>E. coli</i> pathogène aviaire -----	17
4.2. Pouvoir antigénique -----	18
4.2.1. Antigène somatique O -----	19
4.2.2. Antigène flagellaire H -----	19
4.2.3. Antigène capsulaire K -----	19
4.3. Pouvoir immunogène-----	20

Chapitre III: Les antibiotiques

1. Définition -----	21
2. Historique -----	21
3. Classification des antibiotiques -----	22
3.1. Origine -----	22
3.2. Spectre d'activité -----	23
3.3. Modalité d'action -----	23
3.4. Mode d'action -----	23
4. Usage des antibiotiques dans le domaine vétérinaire -----	24
4.1. Utilisation à titre thérapeutique curatif -----	24

4.2. Utilisation en métaphylaxie -----	24
4.3. Utilisation à titre préventif -----	25
4.4. Utilisation en tant qu'additifs alimentaire -----	25
5. Les antibiotiques utilisés en élevage avicole -----	25
6. Association des antibiotiques -----	26
7. Résistances aux antibiotiques-----	27
7.1. Définition-----	27
7.2. Résistance naturelle -----	27
7.3. Résistance acquise -----	27
8. Mécanismes de résistances bactériennes aux antibiotiques -----	28
8.1. Modification de la cible -----	28
8.2. Mécanismes d'efflux actif de l'antibiotique -----	28
8.3. Modification ou destruction de l'enzyme -----	29
8.4. Imperméabilité membranaire -----	29
9. Conséquence de la résistance aux antibiotiques -----	29
10. Sensibilité aux antibiotiques chez <i>E. coli</i> -----	29
11. Méthodes d'étude de l'activité des antibiotiques -----	30
11.1. Concentration minimale inhibitrice -----	30
11.2. Antibiogramme -----	30
12. Multirésistance bactérienne -----	30

Partie II: Expérimentale

Chapitre IV : Matériel et Méthodes

1. Lieu, durée et période d'étude -----	32
2. Matériel -----	32
2.1. Matériel de prélèvement -----	32
2.2. Matériels et consommables de laboratoire -----	32
3. Méthodes -----	34
3.1. Protocole expérimentale -----	34
3.2. Collecte des échantillons -----	35
3.3. Préparation des échantillons -----	35
3.4. Isolement d' <i>E. coli</i> -----	35
3.5. Identification d' <i>E.coli</i> -----	36
3.5.1. Coloration de gram -----	36

3.5.2. Test de catalase -----	37
3.5.3. Test d'oxydase -----	37
3.5.4. Analyse des caractères biochimique par galerie Api 20E -----	37
3.6. Détermination de la sensibilité d' <i>E. coli</i> aux antibiotiques par antibiogramme -----	39
3.7. Analyse statistique -----	41
Chapitre V : Résultats	
1. Examen bactériologique et biochimique -----	42
2. Identification des souches d' <i>E. coli</i> isolées -----	43
3. Evaluation de la sensibilité aux antibiotiques des souches d' <i>E. coli</i> isolées -----	45
4. Détermination des souches multi-résistantes d' <i>E. coli</i> testées -----	47
Discussion et conclusion-----	48
Perspectives -----	51
Références bibliographiques -----	52
Annexes -----	66

Introduction

Introduction

Les viandes blanches et leurs dérivés sont essentiels dans notre alimentation en raison de leur valeur nutritionnelle élevée, étant une source primordiale de protéines de haute qualité. Toutefois, leur haute teneur en protéines de qualité les expose à un risque élevé de contamination par des agents microbiens, ce qui représente une menace majeure pour la santé publique à travers le monde (Benmezziane *et al.*, 2016).

Les abattoirs de volailles constituent l'une des principales zones à risque en matière d'hygiène. Au cours des procédures d'abattage, des phénomènes d'inter contamination se manifestent, favorisant ainsi la diffusion d'agents pathogènes sur des carcasses qui étaient préalablement dépourvues de toute contamination (Sahi et Sami, 2023).

À chaque étape de production, de l'élevage à l'abattage, aux transformations et la commercialisation, le foie et la viande de volaille peuvent être contaminés. Des bactéries pathogènes comme *E. coli* et *Salmonella* peuvent s'y retrouver, causant des infections chez les consommateurs. (Sahi et Sami, 2023).

Bien que les *E. coli* soient des bactéries naturellement présentes dans la flore intestinale des animaux et représentent une source majeure de pertes économiques pour l'industrie avicole, leur impact sur la santé publique n'a pas été une préoccupation majeure. Seuls certains types pathogènes d'*E. coli*, capables d'infecter les humains, peuvent être transmis par les volailles (Boutaïba, 2016). Cependant, une infection à *E. coli* peut entraîner un déséquilibre de la flore intestinale et une propagation de la bactérie dans le système circulatoire, pouvant aboutir à une atteinte du foie (Chaïbi *et al.*, 2023).

En Algérie et particulièrement au niveau de la Wilaya de Tiaret où l'élevage avicole est intensif, les antibiotiques sont largement employés à des fins thérapeutiques et prophylactiques. Cependant, l'utilisation abusive de ces agents et le non-respect des périodes de retrait ont perturbé l'équilibre entre la flore intestinale bénéfique et nocive, ce qui a favorisé la sélection et la propagation de bactéries multi-résistantes (Boumerzag, 2019). A notre connaissance, aucune étude n'a été réalisée sur la sensibilité aux antibiotiques d'*E. coli* isolés à partir de foie de poulet de chair commercialisés dans la région de Tiaret.

Introduction

Dans ce contexte, notre travail de mémoire vise deux objectifs :

- Détection d'*E. coli* à partir de foie de poulet de chair commercialisés dans la région de Tiaret.
- Evaluation de la sensibilité aux antibiotiques des *E. coli* isolés.

Synthèse

Bibliographique

Chapitre I

Foie de poulet

1. Généralités

1.1. Anatomie

Le foie est soutenu par quatre ligaments essentiels : le ligament falciforme, le ligament coronaire, le ligament gastro-hépatique et le ligament hépato-duodéal (Bonou, 1987). Il est divisé en lobes droit et gauche qui se rejoignent crânialement à la ligne médiane. Le lobe droit est plus grand chez les volailles domestiques et les dindes, le lobe gauche est subdivisé en parties dorsale et ventrale (Paul, 1998).

On décrit deux faces de foie de poulet :

- La face supérieure (dorsale) du foie présente une surface convexe, formant un dôme lisse, qui est divisée par l'insertion du ligament falciforme.
- La face inférieure (viscérale) du foie est caractérisée par une texture irrégulière et des sillons marqués. Cette face est inclinée obliquement vers l'avant et vers la gauche (Messaoudi, 2016).

La bile est drainée par deux conduits distincts provenant des deux lobes hépatiques. Le canal hépatique gauche, aussi connu sous le nom de canal du lobe gauche, se décharge directement dans l'intestin. Par contre, le canal hépatique droit, issu du lobe droit, subit une dilatation pour former la vésicule biliaire, sauf chez les pigeons, certains perroquets et l'autruche, avant de se déverser dans le duodénum sous le nom de canal cholédoque (**Fig.01**) (Kirouani et Kechida, 2015).

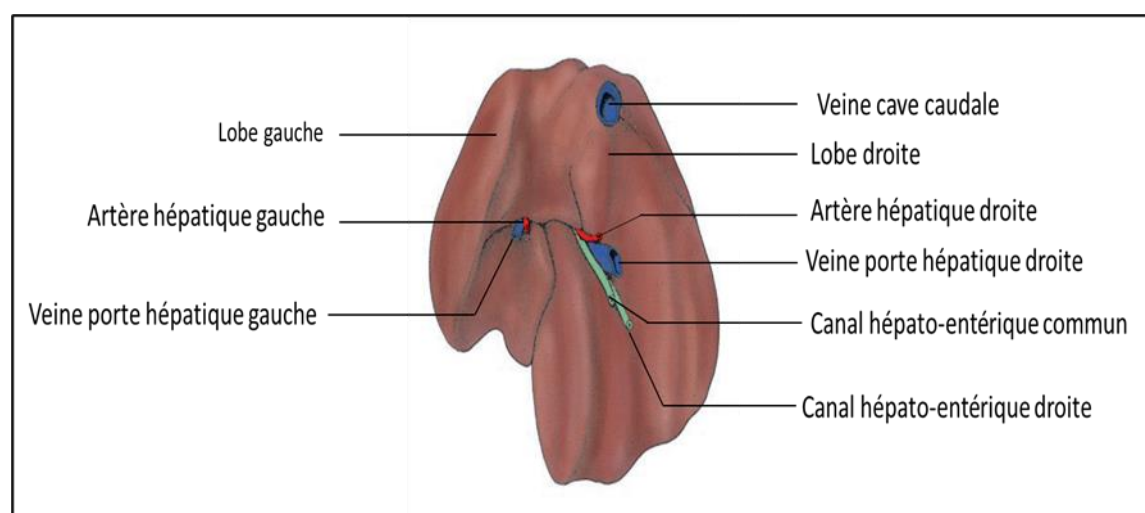


Figure 01 : Surface viscérale du foie des poulets (Konig *et al.*, 2016).

1.2. Développement du foie

À l'éclosion, le foie a une couleur jaune due aux pigments et aux lipides provenant du jaune d'œuf. Cette coloration jaune persiste généralement jusqu'au cinquantième jour. À mesure que la poule grandit, la couleur du foie devient plus foncée, généralement brun foncé. En termes de poids, le foie d'une poule adulte pèse généralement entre 50 et 55 grammes (Bonou, 1987).

1.3. Physiologie du foie

1.3.1. Fonction biliaire

Les hépatocytes produisent quotidiennement environ 500 à 1000 ml de bile alcaline (pH=8), contenant de l'eau, des sels biliaires, des pigments biliaires, du cholestérol, des phospholipides et des enzymes hépatiques comme la phosphatase alcaline. La bile contient également diverses molécules excrétées, y compris des hormones (Grine *et al.*, 2005).

La bilirubine et la biliverdine, deux pigments biliaires majeurs chez les oiseaux, proviennent de la dégradation de l'hémoglobine. Ces pigments sont transportés par la circulation sanguine jusqu'aux hépatocytes, où ils sont solubilisés par conjugaison avant d'être excrétés dans la bile. La biliverdine donne à la bile sa teinte verte, tandis que la bilirubine est responsable de sa couleur jaune (Messaoudi, 2016).

La synthèse de la bile chez les jeunes oiseaux se développe progressivement avec l'âge. Ils digèrent moins efficacement les lipides, en particulier ceux à base d'acides gras saturés. Ainsi, l'ajout de sels biliaires à l'alimentation des poussins ou des dindonneaux améliore la digestibilité des acides gras saturés, et dans une moindre mesure celle des acides gras insaturés. La sécrétion biliaire est stimulée par l'ingestion alimentaire ainsi que par la présence de sels biliaires dans le sang. (Charchar et Hanoun, 2020). La bile est la seule sécrétion exocrine produite par le foie et elle joue un rôle essentiel dans le processus digestif. Sa principale fonction est l'émulsion des graisses dans l'intestin grâce aux sels biliaires (Messaoudi, 2016).

1.3.2. Fonction métabolique

1.3.2.1. Métabolisme des lipides

Le métabolisme lipidique est une fonction majeure des hépatocytes. Ils captent les acides gras pour les estérifier en triglycérides, qu'ils stockent. De plus, elles

synthétisent du cholestérol, des phospholipides et des lipoprotéines plasmatiques (Zidani, 2011).

1.3.2.2. Métabolisme des glucides

Les mécanismes présents chez les mammifères sont similaires à ceux que l'on retrouve dans le foie des oiseaux. Les fonctions de cet organe sont essentielles pour réguler l'approvisionnement en composés nécessaires aux tissus et pour maintenir une composition sanguine constante entre les repas. Le foie est capable à lui seul de réguler la glycémie dans des limites physiologiques appropriées. Lorsque le glucose est en excès, il est transformé en glycogène et stocké par l'organe, processus appelé glycogénèse. En revanche, la glycogénolyse, processus inverse, permet de libérer du glucose dans la circulation sanguine en cas de baisse de la glycémie, comme pendant les périodes de jeûne (Messaoudi, 2016).

1.3.2.3. Métabolisme des protéines

Les hépatocytes éliminent le groupe amine (déamination) des acides aminés afin qu'ils puissent être utilisés pour la synthèse d'ATP. Les hépatocytes synthétisent également des glucides et des graisses à partir de certains acides aminés. Ils peuvent également synthétiser diverses protéines plasmatiques telles que l'albumine, la prothrombine, le fibrinogène, ainsi que les alphas et bêta-globulines (nécessaires pour la synthèse de l'hémoglobine) (Michaelakers et Michaeldenbow, 2008).

1.3.3. Fonction de détoxification

Le foie est essentiel dans la détoxification de tous les déchets toxiques, qu'ils soient d'origine interne (comme l'ammoniac) ou externe (tels que les médicaments, virus, bactéries, colorants, etc.) subissent une transformation essentielle dans le foie. Ces toxines sont ensuite éliminées soit par le sang, soit par la bile (Messaoudi, 2016). Plusieurs hormones subissent une dégradation dans le foie avant d'être excrétées dans la bile. Ces hormones comprennent les hormones thyroïdiennes, l'hormone de croissance, l'insuline, le glucagon, les glucocorticoïdes et certaines hormones stéroïdiennes telles que les œstrogènes (Grine *et al.*, 2005).

1.3.4. Fonction hématopoïétique

Le foie contribue à la synthèse de l'hémoglobine en utilisant ses réserves en fer et en vitamine B12. Il stocke le fer sous forme de ferritine. L'absorption du fer se déroule dans l'intestin sous forme de fer ferreux. Lorsque l'organisme nécessite du fer,

il le libère pour qu'il se lie à une protéine (formant ainsi la transferrine), permettant son transport jusqu'à la moelle osseuse pour la production d'hémoglobine (Messaoudi, 2016).

1.4. Valeur nutritive du foie de poulet

1.4.1. 100 g de foie de poulet apportent 121 kilocalories (kcal). L'apport calorique d'un aliment représente sa valeur énergétique, c'est-à-dire la dose d'énergie qu'il apporte à l'organisme (Anses, 2022). **Teneur en vitamine**

Les teneurs en vitamines du foie de poulet sont présentées dans le **tableau 01**.

Tableau 01 : Teneurs des vitamines au niveau du foie (Anses, 2022).

Vitamines	Teneur pour 100 g
Vitamine A (rétinol)	8490 µg
Bêta-carotène (provitamine A)	56 µg
Vitamine D (cholécalférol)	0,21 µg
Vitamine E (tocophérol)	0,51 mg
Vitamine K1	80 µg
Vitamine K2	-
Vitamine C	19,7 mg
Vitamine B1 (thiamine)	0,35 mg
Vitamine B2 (riboflavine)	2,36 mg
Vitamine B3 (niacine)	9,54 mg
Vitamine B5 (acide panthoïque)	6,41 mg
Vitamine B6	0,83 mg
Vitamine B9 (acide folique)	1640 µg
Vitamine B12 (cobalamine)	19,3 µg

1.4.2. Teneur en protéine, glucide, lipide et eau :

Les teneurs en protéine, glucide, lipide et eau du foie de poulet sont présentées dans le **tableau 02**.

Tableau 02 : Teneurs en protéine, lipide, glucide et eau (Anses, 2022).

Nutriments	Teneur pour 100 g
Glucides	1,1 g
Lipides :	4,62 g
-dont cholestérol	398 mg
-dont acide gras saturés	1,46 g
-dont acide gras mono insaturés	1,07 g
-dont acide gras polyinsaturés	1,15 g
Protéines	18,8 g
Eau	74,5 g

1.4.3. Apports en minéraux

Les apports en minéraux du foie de poulet sont illustrés dans le **tableau 03**.

Tableau 03 : Apports du foie en minéraux (Anses, 2022).

Minéraux	Teneur pour 100 g
Calcium	10,5 mg
Cuivre	0,5 mg
Fer	8,68 mg
Iode	2,4 µg
Magnésium	19 mg
Manganèse	0,24 mg
Phosphore	309 mg
Potassium	233 mg
Sélénium	49,8 µg
Sodium (sel)	69,3 mg
Zinc	2,79 mg

2. Qualité microbiologique du foie de poulet

1. Origine de contamination

Le foie de poulet est un produit carné hautement périssable avec une durée de conservation relativement courte et qui peut être facilement contaminé par des micro-organismes pathogènes (Dourou *et al.*, 2021).

Il partage avec la viande de poulet un point commun essentiel où ils sont tous deux des produits issus du même processus d'abattage, donc la même source de contamination.

L'abattage représente la principale phase de contamination, où 80% à 90 % de la microflore trouvée dans le foie et la viande provenaient d'abattoirs (Boukhenfar *et al.*, 2019).

La contamination bactérienne du foie et de la viande de poulet provient de différentes sources, dont l'importance varie. Ces contaminations peuvent avoir des causes diverses, et selon leur origine, les microorganismes peuvent être d'origine endogène ou exogène (Zemmiri et Herarsi, 2014).

2.1.1. Origine endogène

- Flore profonde

La contamination interne, *in vivo*, est possible, bien que rare, car les animaux malades sont retirés du processus de production. Cependant, il y a toujours un risque de contamination par l'environnement, les outils, les travailleurs ou les matières fécales lors de l'abattage et de la préparation des carcasses. Parmi ces sources, les matières fécales sont particulièrement préoccupantes (Benkhelifa et Derardja, 2021).

- Flore de surface

Les bactéries présentes sur la peau des volailles comprennent *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Microbacterium*, *staphylocoques*, *streptocoques* et *Campylobacter*.

Les risques de contamination endogène peuvent survenir de deux manières : soit par le système lymphatique ou sanguin, soit lors de l'abattage, où les germes des muqueuses, de la peau ou de l'intestin peuvent être une source de contamination (Benkhelifa et Derardja, 2021).

2.1.2. Origine exogène

- **Personnel**

Au moment de l'abattage, le personnel peut introduire des contaminants sur les carcasses et les surfaces par le biais de mains non lavées, des vêtements souillés, des outils sales, de l'eau polluée ou du sol contaminé. Le risque de contamination est particulièrement élevé dans les chaînes d'abattage, surtout si le personnel a des infections respiratoires et entre en contact avec les carcasses (Boukhenfar *et al.*, 2019).

- **Surface et matériel**

La présence de fissures et de crevasses dans les sols et les murs, ainsi que les outils tels que les couteaux, les haches, les bacs et les seaux, et les surfaces de travail insuffisamment nettoyées, peuvent entraîner une contamination (Zemmiri et Herarsi, 2014).

2. Germes responsables de contamination du foie et de la viande de poulet

2.2.1. Flore aérobie mésophile totale

La flore aérobie totale englobe un ensemble de microorganismes divers correspondant à des germes communs de contamination. Elle sert d'indicateur clé pour évaluer l'hygiène, puisqu'elle donne une idée de la quantité globale de bactéries présentes dans un produit ou sur une surface. Bien que ces bactéries ne soient pas dangereuses en soi, leur présence dans les aliments peut indiquer une détérioration ou un manque de fraîcheur (Bouhafs, 2017).

2.2.2. Coliformes thermo-tolérants (fécaux)

On appelle les coliformes thermo-tolérant, les coliformes capables de se développer à 44°C, cette catégorie inclut essentiellement *E. coli* ce qui se traduit parfois par l'appellation « *E. coli* présumptifs ».

E. coli fait partie de la famille des *Enterobacteriaceae*. La présence d'*E. coli* dans les aliments et l'eau est considérée comme une indication de contamination fécale (Benkhelifa et Derardja, 2021).

2.2.3. Anaérobie sulfito-réducteur à 46°C

Les *Clostridies*, ou anaérobies sulfitoréducteurs, sont des bactéries qui appartiennent à la famille des *bacillaceae*. Elles sont de forme bacillaire, à gram positif, strictement anaérobies, sporulées et immobiles, se présentant seules ou en paires. Leur capacité à former des spores les rend très résistantes à la chaleur. Ces bactéries sont mésophiles, avec une température optimale de croissance autour de 45°C.

Clostridium sulfitoréducteurs est ubiquitaire, présent dans le sol et dans la flore intestinale humaine et animale, ce qui rend les contaminations alimentaires fréquentes (Bouhafs, 2017).

2.2.4. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus appartient à la famille des *Micrococcaceae*. Il se présente sous forme de cocci à coloration à Gram positive, regroupés en grappes, non sporulés, et immobiles, dotés de la capacité de produire une toxine. Bien qu'il soit initialement présent en petite quantité sur l'animal vivant, il se répand ensuite sur toute la carcasse, particulièrement lors de l'habillage. Cette bactérie est une espèce aéro-anaérobie facultative, mais elle préfère le métabolisme aérobie. Elle est mésophile, se développant entre 4 °C et 46 °C (Nahdi, 2016).

2.2.5. *Salmonella*

Salmonella est un bacille à Gram négatif, aéro-anaérobie, appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*. Les souches les plus couramment trouvées dans le domaine alimentaire sont *S. enteritidis* et *S. typhimurium*. Le principal réservoir de *Salmonella* se trouve dans le tractus gastro-intestinal des mammifères et des volailles. Les matières fécales animales contenant des *salmonelles* peuvent contaminer les pâturages, le sol et l'eau (Zemmiri et Herarsi, 2014).

2.2.6. *Campylobacter*

Le genre *Campylobacter* comprend des bacilles fins et incurvés en spirale à coloration à Gram négatif, non sporulés. Ces bactéries ont un métabolisme respiratoire et sont généralement micro-aérophiles, bien que certaines souches puissent aussi se développer dans des conditions aérobie ou anaérobie. Toutes les espèces de *Campylobacter* se développent à 37 °C, mais les thermophiles comme

C.jejuni, *C. coli*, et *C. lari* préfèrent 42 °C et ne peuvent pas se multiplier en dessous de 25 °C. La dose infectieuse pour *Campylobacter* se situe entre 500 et 900 bactéries. *Campylobacter* se trouve fréquemment dans le tractus intestinal des volailles (Nahdi, 2016).

3. Facteurs influençant la contamination

2.3.1. Activité de l'eau

Pour que les microorganismes se développent, ils ont besoin d'eau libre, bien que leurs besoins varient selon les espèces, les groupes et les genres. L'Activité de l'eau (Aw) représente la quantité d'eau libre accessible dans un environnement donné. En général, plus l'Aw est élevé, plus la croissance des microorganismes est rapide. Par exemple, l'Aw de la viande blanche de poulet de chair est de 0,74, tandis que la majorité des bactéries se développent de manière optimale avec un Aw entre 0,990 et 0,995 (Bouhafs, 2017).

2.3.2. Le pH

Le développement des bactéries est possible dans un pH comprise entre 4,5 et 7. En fonction de leur pH optimal. On peut distinguer trois catégories de bactéries : les acidophiles, les neutrophiles et les basophiles. Dans la viande de poulet, le pH optimal pour la croissance bactérienne se situe entre 6,2 et 6,4 (Zemmiri et Herarsi, 2014).

2.3.3. Potentiel d'oxydo-réduction

Suite à la mort de l'animal, le muscle conserve de l'oxygène, ce qui entraîne un potentiel d'oxydo-réduction (RH) profond, positif et élevé (+ 250mV), propice à la prolifération des germes aérobies. Cependant, une fois que l'apport en oxygène n'est plus assuré par la circulation sanguine, le RH profond diminue, permettant ainsi le développement des germes anaérobies associés à la putréfaction (Benkhelifa et Derardja, 2021).

2.3.4. Facteurs nutritionnels

Les viandes de poulet fournissent aux microorganismes tous les nutriments nécessaires pour se développer. Les glucides simples et les acides aminés, présents dans de nombreux aliments, fournissent une source de carbone et d'énergie, ce qui les rend très attractifs pour nombreux types de microorganismes (Zemmiri et Herarsi, 2014).

2.3.5. Température

C'est le facteur clé. En général, les germes se multiplient plus lentement lorsque la température est basse. La carcasse doit être réfrigérée dès l'abattage et la chaîne du froid ne doit jamais être interrompue. Les conditions de stockage ont un impact sur la composition de la flore microbienne d'un produit alimentaire. La plupart des microorganismes se multiplient à des températures moyennes supérieures ou égales à +20°C (Benkhelifa et Derardja, 2021).

Chapitre II
Escherichia
coli

1. Généralité

Le genre *Escherichia* font partie de la famille des *Entérobactériaceae*, qui sont des bactéries anaérobies facultatives. Ces bactéries, qui sont allongées comme des bâtonnets, sont appelées bacilles et présentent une coloration à Gram négative. *E. coli* l'une des 8 espèces du genre, est la plus étudiée et a été découverte par le pédiatre Theodor Escherich en 1885 (Quévy, 2023).

E. coli est l'espèce bactérienne la plus souvent isolée en laboratoire de bactériologie, et elle est également le pathogène le plus notable pour les humains. Elle est un commensal du système digestif humain et des animaux à sang chaud, constituant une grande proportion de la flore bactérienne aérobie de l'intestin. Les concentrations d'*E. coli* dans les selles varient de 10^6 à 10^9 bactéries par gramme, tandis que la flore bactérienne totale peut aller de 10^{11} à 10^{12} bactéries par gramme (Cockenpot, 2016).

2. Habitat

E. coli est une bactérie fréquemment retrouvée dans la flore intestinale de l'homme et de nombreux animaux à sang chaud, tels que les mammifères et les oiseaux. Elle s'installe asymptomatiquement dans le système digestif humain dans les heures qui suivent la naissance, devenant la principale espèce bactérienne de la flore anaérobie facultative du colon humain (Pantal, 2015).

E. coli peut traverser l'eau et s'accumuler dans les sédiments, ce qui en fait un indicateur clé de la contamination fécale de l'eau. Environ la moitié de la population totale de ces bactéries vit dans ces habitats environnementaux secondaires, où certaines souches peuvent émerger et se propager naturellement. *E. coli* et d'autres coliformes thermo tolérants sont également recherchés dans les aliments pour déterminer s'ils présentent des signes de contamination fécale (Bouhraoua *et al.*, 2021).

3. Caractères bactériologiques

3.1. Caractère morphologique

E. coli est une bactérie en forme de bâtonnet ou de coccobacille, non sporulée avec une coloration Gram négative uniforme, mesurant entre 2 et 3 micromètres de long et 0,6 à 0,7 micromètre de large. *E. coli* apparaît seul ou en paires

(diplobacilles), mais il est très rare de le trouver en amas. La bactérie est mobile grâce à une ciliature péritriche (**Fig.01**) (Belguedj et Amouche, 2018).

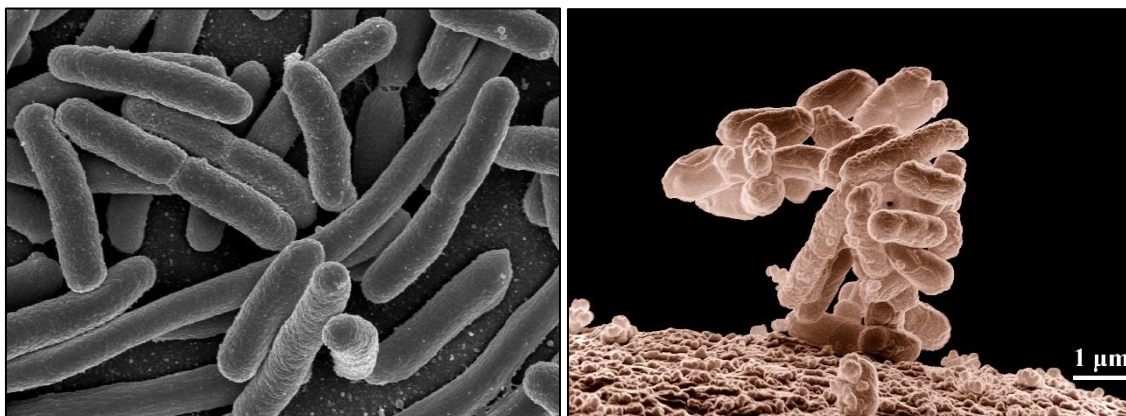


Figure 01 : *E. coli* sous microscope électronique (G x1000) (Benabdallah et Hamlaoui, 2016)

Le lipopolysaccharide (LPS) constitue un composant essentiel de la membrane externe de la bactérie *E. coli* (Nacef et Tali, 2019). Il est constitué de 03 parties :

- ✓ La partie pyrogène : lipide A ;
- ✓ Le polysaccharide de base : core centrale
- ✓ La partie externe polysaccharidique qui porte l'antigène O (Bourgoin, 2016).

La membrane cytoplasmique d'*E. coli* est composée d'une double couche de phospholipides hydrophobes. Sa perméabilité sélective est due à des protéines spécifiques appelées perméases. Cette membrane contient également de nombreuses enzymes, notamment celles impliquées dans le métabolisme énergétique, ainsi que des transpeptidases et des carboxypeptidases sur sa partie externe indispensables à la synthèse du peptidoglycane (**Fig.02**) (Lezzar, 2017).

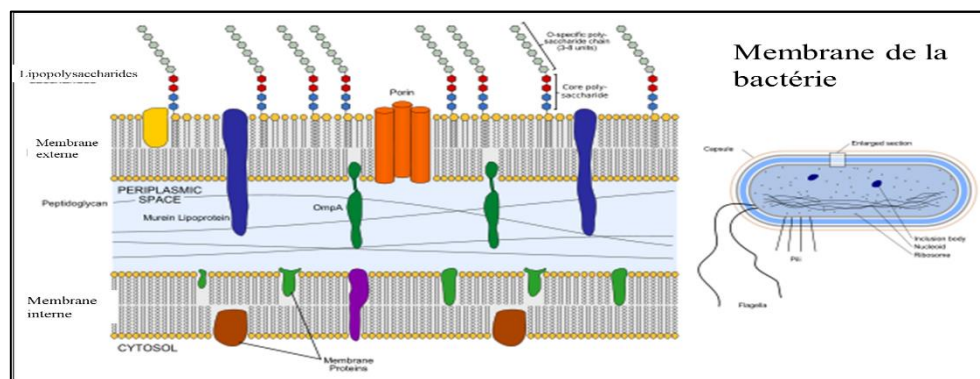


Figure 02 : Structure de la membrane d'*E. coli* (Bouhdadja et Bensafi, 2016)

3.2. Caractères cultureux

E. coli se développe sur des milieux gélosés en 24 heures à 37°C, produisant des colonies rondes, lisses et de 2 à 3 mm de diamètre avec des bords réguliers, sans pigment. Lorsqu'elle est cultivée sur des milieux contenant du lactose, elle est généralement lactose positif. Sur gélose au sang, ces colonies peuvent montrer des signes d'hémolyse (Benabdallah et Hamlaoui, 2016).

Les colonies d'*E. coli* mesurant 2 à 3 mm de diamètre. Sur une gélose simple sont généralement lisses, rondes, brillantes, avec des bords réguliers (Laribi, 2020).

Lorsqu'elle est cultivée dans un milieu liquide, elle entraîne un trouble uniforme du bouillon. Les cultures sont généralement réalisées sur des milieux sélectifs qui facilitent l'identification et l'isolement d'*E. coli*. Ces milieux contiennent des substances qui inhibent la croissance des bactéries à Gram positif, ainsi que des indicateurs de pH colorés comme le rouge phénol. Ces propriétés rendent plus facile l'isolement de ces bactéries pour identification (Boulbair, 2017).

3.3. Caractère biochimique

E. coli se distingue des autres entérobactéries par plusieurs caractéristiques clés : production d'indole, l'absence de l'uréase, fermentation de lactose, absence de citrate et de carbone pour utiliser comme source d'énergie (**Tableau 04**) (Rettab et Lamraoui, 2018).

Tableau 04 : Caractères biochimiques d'*E. coli* (Clave, 2015) :

Caractères	Résultats
Glucose	Présence du gaz
Lactose	Positif
Ortho-nitro phényl-galactoside	Positif
Sulfure d'hydrogène	Négatif
Mannitol	Positif
Indole	Positif
Urée	Négatif
Citrate	Négatif
Voges-proskauer	Négatif
Tryptophane désaminase	Négatif
Décarboxylase de lysine	Variable (90% positif)
Décarboxylase de l'ornithine	Variable
Dihydrolase de l'arginine	Négatif

4. Propriétés biologiques

4.1. Pouvoir pathogène

E. coli est une bactérie que l'on trouve normalement dans la microflore digestive de l'homme et des animaux à sang chaud. Néanmoins, certaines souches d'*E. coli* deviennent pathogènes lorsqu'elles acquièrent des facteurs de virulence. Selon les symptômes cliniques des patients, les souches pathogènes d'*E. coli* sont classées en pathovars ou pathotypes (Brugère *et al.*, 2013).

4.1.1. Pouvoir pathogène chez l'homme

✓ Pathotypes responsables des infections intestinales

- *E. coli* entérotoxigènes (ETEC) : responsable de syndrome cholériforme
- *E. coli* entéroadhérents (EAEC) : provoque des diarrhées persistantes
- *E. coli* entéroinvasifs (EIEC) : provoque des diarrhées chez les adultes
- *E. coli* entéropathogènes (EPEC) : responsable des diarrhées infantile aigue ou chronique
- *E. coli* entérohémorragiques (EHEC) : responsable de colite hémorragique (Tap, 2004 ; Benkhadidja, 2014).

✓ Pathotypes responsables des infections extra intestinales

Les souches extra-intestinales pathogènes d'*E. coli* (ExPEC) ne causent pas d'infections tant qu'elles se trouvent dans le tractus intestinal. Mais lorsqu'elles migrent vers des tissus extérieurs à l'intestin, elles peuvent provoquer des infections graves (Maris, 2016).

Parmi les *E. coli* pathogènes extra-intestinaux, il y a essentiellement deux pathovars :

- *E. coli* uro-pathogènes (UPEC), responsables des infections urinaires.
- *E. coli* qui provoquent des méningites, généralement chez les nouveau-nés (Smati, 2014).

4.1.2. Pouvoir pathogène chez l'animal

Des souches d'*E. coli*, connues pour produire des toxines ou ayant des propriétés invasives, sont très pathogènes pour les animaux et peuvent provoquer des diarrhées. Ces diarrhées sont une cause majeure de pertes économiques, en raison de leur fréquence et du taux de mortalité qu'elles induisent (Avril *et al.*, 1992).

4.1.3. Les *E. coli* pathogènes aviaire

Les *E. coli* pathogènes aviaire (APEC) sont responsables de nombreuses pathologies chez les oiseaux, comme les aérosacculites, les péricardites, les péritonites, les salpingites, les ostéomyélites, et les omphalites. Cependant, la principale infection causée par les APEC concerne les voies respiratoires (Boulbair, 2017).

Les colibacilloses sont probablement les infections bactériennes les plus communes et les plus critiques en pathologie aviaire, entraînant de nombreux traitements antibiotiques avec le risque d'émergence de résistances. Ces infections peuvent causer des décès, des baisses de performance et des saisies à l'abattoir. Contrairement aux infections chez les mammifères, les colibacilloses aviaires se manifestent souvent sous forme généralisée, avec des voies d'entrée respiratoire ou génitale (Halfaoui, 2015).

4.1.4. Facteur de pathogénicité d'*E. coli*

Les souches pathogènes d'*E. coli* contiennent des gènes spécifiques (gènes de virulence), qui codent pour des facteurs de virulence impliqués dans toutes les étapes du processus d'infection :

- ✓ Les adhésines : sont des structures qui permettent à la bactérie de s'accrocher et de coloniser des tissus cibles, tels que l'épithélium intestinal. Les adhésines de type pili et fimbriae sont retrouvées chez tous les pathovars, sauf EIEC qui est génétiquement similaire au genre *Shigella* (Redjem et Meghezzi, 2017).
- ✓ Système de captation du fer : les mécanismes de défense naturelle capturent le fer pour empêcher son utilisation par les bactéries. Ces dernières produisent des sidérophores qui leur permettent d'obtenir le fer essentiel à leur multiplication, le transportant vers leur membrane où il sera absorbé (Achi et Lalouatni, 2018).
- ✓ Des structures de surface aident les bactéries à échapper au système immunitaire. Parmi elles, des protéines membranaires telles que l'intimine, ainsi que des capsules composées de polysaccharides ou de protéines. Par exemple, la capsule protège contre le complément et aide à éviter la phagocytose une protéine située sur la membrane externe, joue un rôle essentiel dans l'attachement des *E. coli* aux cellules épithéliales (Redjem et Meghezzi, 2017).
- ✓ Certaines souches d'*E. coli* synthétisent des toxines spécifiques. Comme les entérotoxine, Shiga-toxines et cytotoxines. Ces toxines peuvent agir de plusieurs manières :
 - Faciliter l'invasion des tissus,
 - Détruire les cellules de l'hôte (comme l'hémolysine α),
 - Ou bloquer la synthèse protéique (comme les toxines Shiga) (Achi et Lalouatni, 2018).
- ✓ Les bactéries disposent de systèmes de sécrétion qui leur permettent de libérer des facteurs protéiques dans leur environnement. Les invasines permettent l'invasion intracellulaire, contribuant à la colonisation de cellules épithéliales ou de macrophages (Redjem et Meghezzi, 2017).

4.2. Pouvoir antigénique

L'antigène somatique O, qui détermine le sérotype, se trouve dans les LPS de la paroi bactérienne des souches à Gram négatif. L'antigène flagellaire H, qui est protéique, est une partie intégrante du flagelle (ciliature péritriche) permettant à la bactérie de se déplacer. L'antigène K, présent à la surface, n'est pas systématiquement

déTECTÉ, mais s'il est présent, il empêche l'agglutination de l'antigène O (Bechiri et Deghdak, 2020).

4.2.1. Antigène somatique O

Les antigènes somatiques sont constitués de LPS complexes. Certains laboratoires médicaux utilisent des tests d'agglutination avec des sérums pour identifier le sérotype, mais cette méthode comporte des limites. Parmi celles-ci, le besoin croissant de fabriquer de nouveaux sérums. Pour contourner ces problèmes, une méthode de sérotypage moléculaire a été développée (Tap, 2004).

4.2.2. Antigène flagellaire H

Les antigènes H ne sont pas utilisés pour identifier les souches pathogènes d'*E. coli*, mais ils ont une grande importance sur le plan épidémiologique. La présence ou l'identité spécifique de l'antigène H peut être utilisée pour prouver que différents cas ou isolats appartiennent à la même souche, ce qui aide à tracer la source d'une épidémie (Benabdallah et Hamlaoui, 2016).

4.2.3. Antigène capsulaire K

Il existe 3 types d'antigène K désignés par les lettres L, A ou B :

- ✓ L'antigène L : est le plus commun, mais il est thermolabile, ce qui signifie qu'il est détruit en une demi-heure à 100°C. Par conséquent, chauffer cet antigène entraîne une perte de ses propriétés antigéniques, de son aptitude à fixer les anticorps, et de sa capacité à masquer l'antigène O (Belguedj et Amouche, 2018).
- ✓ L'antigène A : est peu fréquent et représente un antigène capsulaire (les *E. coli* encapsulés sont relativement communs dans les infections urinaires). Il est extrêmement thermostable, nécessitant un autoclavage pour sa destruction (Laribi, 2020).
- ✓ L'antigène B : est systématiquement présent chez les ETEC associés à la gastro-entérite infantile. Sa thermolabilité est intermédiaire : après 30 minutes à 100°C, l'antigène O peut être exposé au sérum à cause de brèches dans l'enveloppe, ce qui permet une fixation positive des anticorps. Cependant, le pouvoir antigénique se réduit progressivement avec une exposition prolongée à la chaleur (Nacef et Tali, 2019).

4.3. Pouvoir immunogène

E. coli a une faible capacité immunogène, car les animaux qui se rétablissent peuvent rechuter en cas d'exposition aux fèces contaminées. Il n'existe actuellement aucun vaccin sur le marché (Bekki, 2018).

Chapitre III

Les antibiotiques

1. Définition

Les antibiotiques sont des substances antibactériennes qui sont généralement peu toxiques pour le corps humain et fonctionnent même à de faibles doses. Ils peuvent être produits par des micro-organismes comme les champignons et certaines bactéries, être semi-synthétiques après modification chimique de composés naturels, ou complètement synthétiques. Leur effet repose sur une action précise sur des cibles moléculaires des bactéries (Toure, 2022).

Les antibiotiques sont caractérisés par :

- Spectre d'activité;
- Mode d'action;
- Absorption et diffusion dans l'organisme ;
- Activité en milieu organique (pharmacocinétique) (Hammal et Lamri, 2014).

Objectif de l'utilisation des antibiotiques

- Le but d'un antibiotique est de détruire ou de neutraliser la bactérie.
- En médecine aviaire, l'utilisation d'antibiotique doit principalement réduire les pertes financières associées aux maladies, affectant ainsi l'éleveur et potentiellement toute l'industrie avicole (Hamiche et Benameur, 2019).

2. Historique

En 1929, Alexander Fleming, en effectuant des examens de routine sur des cultures de staphylocoques à l'hôpital Saint Mary's de Londres, découvrit par hasard que certaines moisissures de *Penicillium notatum* empêchaient la croissance des colonies bactériennes sur une boîte de Pétri. Il en conclut que ces champignons devaient sécréter une substance qui nuisait à la croissance des staphylocoques. Fleming démontra que le bouillon filtré de ces champignons reproduisait cet effet. Il nomma cette substance "pénicilline", qui fut utilisée en thérapeutique durant la Seconde Guerre mondiale (Kirouani et Kechida, 2015).

La production de la pénicilline à grande échelle a débuté en 1942, et elle a été largement utilisée au cours de la deuxième Guerre mondiale (Bouhraoua *et al.*, 2021).

Ordre chronologique de la découverte des principales classes d'antibiotiques, est illustré dans la **Fig.03**

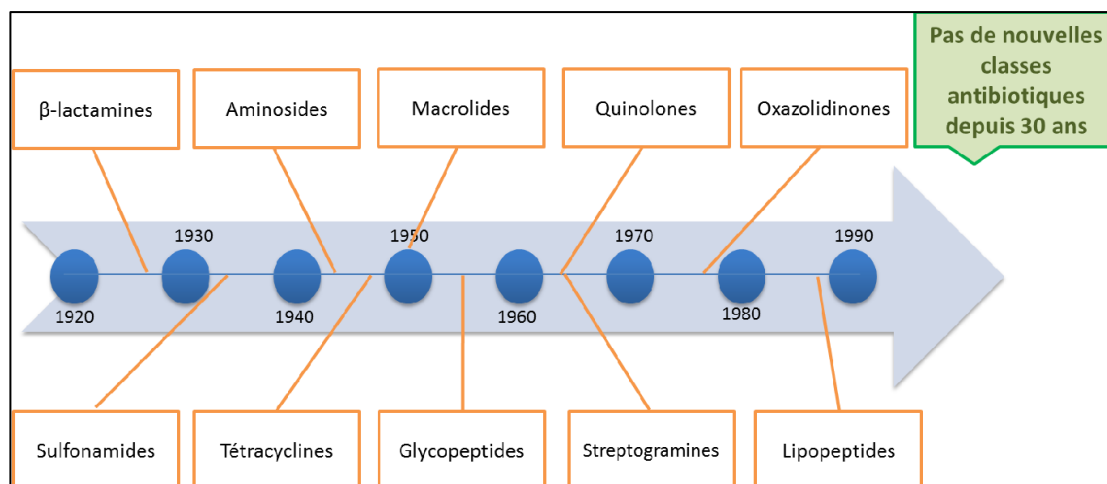


Figure 03 : Ordre chronologique de l'apparition des antibiotiques (Muller, 2018).

3. Classification des antibiotiques

Il existe actuellement plusieurs familles d'antibiotiques qui sont (Yala *et al.*, 2001) :

- Beta lactamines;
- Aminosides ou aminoglycosides;
- Phenicoles: chloramphenicol et thiamphenicol;
- Tétracyclines;
- Les polypeptides;
- Macrolides, lincosanides;
- Les quinolones;
- Sulfamides et associations.

Ces familles fondées sur la chimie et la pharmacodynamie des molécules, aident à prédire leurs modes d'action et leur efficacité chez un hôte spécifique et contre une espèce bactérienne donnée. Leur classification actuelle suit plusieurs critères (Dahas et Touil, 2018).

3.1. Origine

- Les antibiotiques naturels;
- Les antibiotiques synthétiques (par la synthèse chimique) ;
- Les antibiotiques semi-synthétiques (Allem et Boutemine, 2020).

3.2. Spectre d'activité

Le spectre d'activité d'un antibiotique permet de le caractériser. Aucun antibiotique n'a d'effet sur toutes les bactéries (Benaouda, 2013). On distingue 2 types :

- Un antibiotique à spectre large : Ils ont un effet sur un grand nombre de types d'agents pathogènes, et administrés lorsque la bactérie n'a pas encore été identifiée.
- Les antibiotiques à spectre étroit : sont conçus pour être efficaces contre un nombre limité de bactéries, permettant de traiter des pathologies spécifiques sans affecter les autres bactéries (Toure, 2022).

3.3. Modalité d'action

- ✓ **Les antibiotiques bactériostatiques** : entraîne une inhibition réversible de la croissance des bactéries cibles,
- ✓ **Les antibiotiques bactéricides** : provoquent la mort des bactéries (Bentabet et Bourada, 2020).

3.4. Mode d'action

La plupart des antibiotiques agissent en inhibant des voies métaboliques spécifiques des bactéries, affectant leur capacité à survivre et à se multiplier. On distingue 4 principaux modes d'action des antibiotique (**Fig.04**) (Brahimi, 2014) :

- ✓ Action sur la paroi bactérienne (peptidoglycane) : par inhibition de sa synthèse ;
- ✓ Action sur la structure de la membrane bactérienne : atteinte de l'intégrité de la membrane cytoplasmique bactérienne
- ✓ Action sur la synthèse protéique : empêcher la synthèse des protéines ;
- ✓ Action d'ADN de la bactérie : empêcher sa synthèse ;(Boubekri *et al.*, 2020).

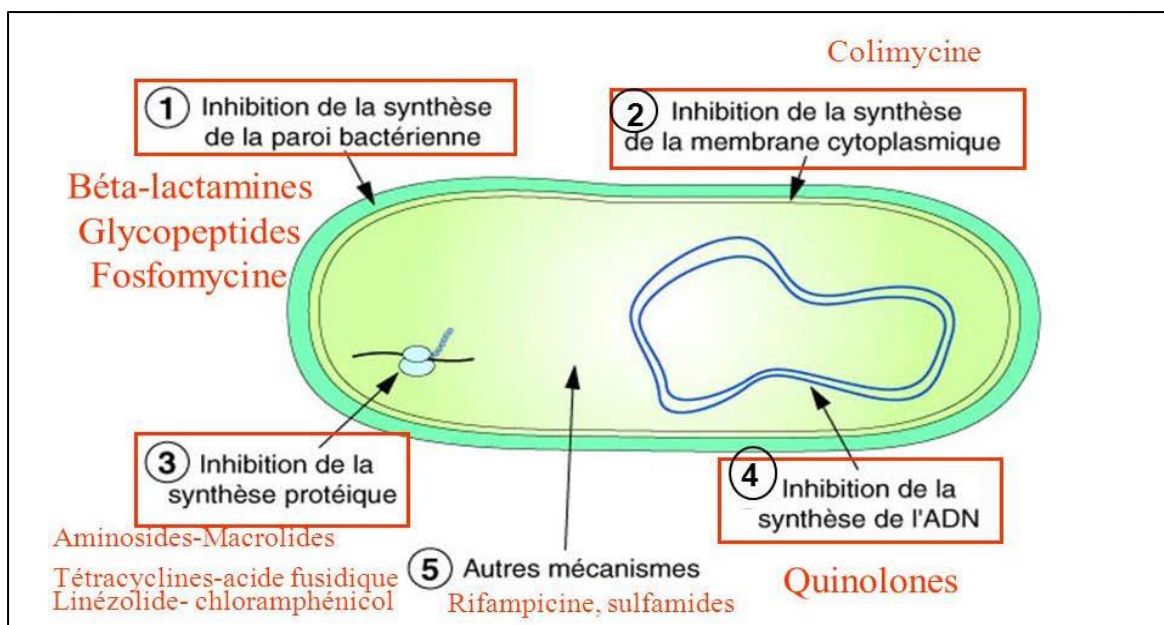


Figure 04 : Mode d'action des antibiotiques (Boutaiba, 2017)

4. Usages des antibiotiques dans le domaine vétérinaire

Depuis les années 50, les antibiotiques sont employés pour prévenir et soigner des maladies infectieuses qui peuvent entraîner une morbidité élevée et parfois la mortalité. Le but de l'utilisation des antibiotiques (comme des autres médicaments vétérinaires) est de préserver la santé des animaux et de contribuer à leur bien-être. Ces médicaments essentiels aident à contrôler l'hygiène sanitaire, assurant ainsi la qualité et l'efficacité des élevages (Brahimi, 2014). Il existe 4 grands modalités d'utilisation des antibiotiques :

4.1. Utilisation à titre thérapeutique curatif :

Le traitement thérapeutique ou curatif, vise principalement à guérir les animaux malades, en réduisant le risque de mortalité. Cela permet également de restaurer la production de lait ou de viande. En réduisant la multiplication bactérienne, ce traitement favorise la guérison et, dans le cas des infections zoonotiques, il réduit le risque de transmission aux humains (Siguerdjidjene et Sid Mohand, 2020).

4.2. Utilisation en métaphylaxie

Dans le cas d'une épidémie fortement contagieuse dans un grand élevage, avec des éléments suffisants pour suggérer une cause bactérienne, tous les animaux sont traités.

Ceux qui ont été exposés mais qui n'ont pas encore développé de symptômes, ainsi que ceux déjà malades, reçoivent le même traitement (Bentabet et Bourada, 2020).

4.3. Utilisation à titre préventif

L'utilisation d'antibiotiques à des doses thérapeutiques ou sub-thérapeutiques pour des animaux à risque de contracter une maladie doit être réservée à des contextes spécifiques et exceptionnels. Le traitement au tarissement peut être le seul exemple approprié de ce type de traitement (Kemache *et al.*, 2021).

4.4. Utilisation en tant qu'additifs alimentaires

L'utilisation des antibiotiques comme additifs dans les aliments pour animaux est actuellement très restreinte. Ces antibiotiques, qui agissent comme promoteurs de croissance, à des doses minimales, qui ne visent pas un usage thérapeutique, mais qui contribuent à la croissance des animaux en équilibrant leur flore intestinale (Meziane, 2019).

5. Les antibiotiques utilisés en élevage avicole

Les principaux antibiotiques utilisés en élevage avicole sont mentionnés dans le **tableau 05**.

Tableau 05 : Principaux antibiotiques utilisés en aviculture (Laribi, 2020) :

Familles	Exemples
Beta-lactamines	Aminopénicillines : Ampicilline et Amoxicilline
	Céphalosporines: Ceftiofur
Aminosides et apparentés	Dihydrostreptomycine, Gentamycine, Néomycine
Quinolones	Acide oxolinique, Fluméquine, Enrofloxacin.
Tétracyclines	Chlortétracycline, Oxytétracycline, Doxycycline.
Polypeptides	Colistine (polymyxine E)
Macrolides et apparentés	Erythromycine, Josamycine, Lincomycine, Spiramycine, Tylosine.
Sulfamides	Sulfadiazine, sulfadimidine, sulfadiméthoxine
Diaminopyrimidines	Triméthoprim

6. Association des antibiotiques

Selon le principe de la mono-antibiothérapie, les antibiotiques doivent être administrés individuellement dans la mesure du possible. Toutefois, il est souvent nécessaire, en thérapie anti-infectieuse, d'associer plusieurs antibiotiques pour obtenir des résultats optimaux soit (Kirouani et Kechida, 2015) :

- ✓ Pour assurer un effet bactéricide aussi puissant que possible ;
- ✓ Pour éviter l'apparition de mutants résistants ;
- ✓ Pour guérir des infections causées par plusieurs types de microorganismes différents (Bentabet et Bourada, 2020).

L'association d'antibiotiques en thérapie peut conférer de nombreux avantages :

- Obtention d'un effet synergique;
- Diminution de l'émergence de souches bactériennes résistantes ;
- Elargissement du spectre d'activité;
- Diminution de la toxicité;
- Complémentarité des modes de diffusion tissulaire (Brahimi, 2014).

7. Résistance aux antibiotiques

7.1. Définition

La résistance aux antibiotiques, ou antibiorésistance, désigne la capacité d'une souche bactérienne à subsister et à se reproduire même en présence d'une concentration élevée d'antibiotiques. Cette résistance peut être soit naturelle, soit acquise (Dahas et Touil, 2018).

7.2. Résistance naturelle

Les bactéries peuvent être naturellement résistantes à certains antibiotiques, ce qui signifie qu'elles disposent de défenses génétiques leur permettant de survivre malgré le traitement. Cette résistance peut se manifester par des caractéristiques structurelles ou des barrières empêchant les antibiotiques d'agir. Par exemple, les mycoplasmes, qui n'ont pas de paroi cellulaire, résistent aux bêtalactamines, tandis que les bactéries gram négatives, grâce à leur membrane externe, ne sont pas sensibles à la vancomycine (Kaddouri et Ameur, 2018).

7.3. Résistance acquise

À l'inverse de la résistance naturelle, qui est présente dans toutes les souches d'une espèce, la résistance acquise est une caractéristique qui ne se retrouve que chez certaines souches au sein de la même espèce ou du même genre. Toutefois, dans certains cas, la majorité des souches peuvent être affectées, comme c'est le cas avec 90 % des souches de staphylocoque résistantes à la pénicilline (Amairi, 2021). La résistance acquise peut survenir à cause de l'acquisition du matériel génétique exogène ou par mutation chromosomique :

7.3.1. Résistance par l'acquisition du matériel génétique exogène (extra chromosomique)

Ce type de résistance provient de l'acquisition de gènes résistants, généralement par le biais de plasmides ou de transposons, grâce à trois mécanismes d'échange possibles : la transformation, la transduction ou la conjugaison (Mendaci et Mihoubi, 2015).

7.3.2. Résistance par mutation chromosomique

Les mutations chromosomiques, qui surviennent lors de la réplication de l'ADN, sont souvent à l'origine de la résistance bactérienne. Ces mutations peuvent affecter divers aspects du métabolisme bactérien. Si le site d'action de l'antibiotique est altéré par une mutation, il devient inefficace, transformant la bactérie en mutant résistant. Ces mutations, bien que rares, se produisent spontanément et sont généralement spécifiques, héréditaires, et réversibles (Bechiri et Deghdak, 2020).

8. Mécanismes de résistances bactériennes aux antibiotiques

Actuellement, il existe quatre types de résistance liés à la pression de sélection provoquée par les antibiotiques (Hadjou et Sedrati, 2018) :

8.1. Modification de la cible

Lorsqu'une mutation modifie la cible d'un antibiotique, celui-ci ne peut pas se fixer correctement à cette molécule, ce qui réduit ou élimine son effet inhibiteur ou destructeur. Un exemple de ce phénomène est la modification des protéines liant les pénicillines (PLP), qui est l'un des mécanismes de résistance aux bêta-lactamines (Achi et Lalouatni, 2018).

8.2. Mécanismes d'efflux actif de l'antibiotique

Les pompes d'efflux présentes à la surface de la membrane bactérienne permettent d'expulser les antibiotiques hors de la bactérie. En temps normal, ces pompes aident à éliminer les toxines externes et les déchets métaboliques, mais lorsqu'elles fonctionnent pour expulser les antibiotiques, cela entraîne une exposition réduite de la bactérie, diminuant ainsi l'efficacité du traitement antibiotique (Agier, 2023).

8.3. Modification ou destruction de l'enzyme

La bactérie peut neutraliser l'antibiotique en produisant des enzymes capables de le dégrader ou de le modifier, comme les bêta-lactamases qui hydrolysent le noyau bêta-lactame. Ces enzymes sont trouvés chez les bactéries Gram négatif et Gram positif (Beradi et Bouhali, 2018).

8.4. Imperméabilité membranaire

Ce type de résistance est associé aux porines, des canaux aqueux ou hydrophiles composés de trois protéines qui permettent le passage de petites molécules, comme des substrats ou des antibiotiques. Si l'une de ces porines dysfonctionne, la membrane peut devenir imperméable (Zebbar, 2022).

9. Conséquence de la résistance aux antibiotiques

Tout usage d'antibiotiques, que ce soit en médecine vétérinaire ou humaine, peut favoriser l'apparition de bactéries résistantes. Les risques sont particulièrement élevés avec certaines pratiques, comme le traitement simultané d'un troupeau entier, une administration prolongée, ou l'utilisation excessive du même antibiotique (Gouassmia et Hechachenia, 2015).

Les principales conséquences de la résistance aux antibiotiques sont :

- Lorsque les traitements échouent et qu'aucune alternative n'est disponible, le taux de mortalité augmente ;
- La durée d'excrétion fécale des bactéries chez les animaux est prolongée, ce qui augmente le risque de transmission ;
- L'inefficacité des traitements contre certaines infections peut faciliter leur propagation, affectant potentiellement les humains et l'environnement (Boutaiba, 2017).

10. Sensibilité aux antibiotiques chez *E. coli*

E. coli sont naturellement sensibles aux antibiotiques comme :

Tétracycline, Aminocyclitols, sulfamide, polymyxine E, quinolones, et diaminopyrimidine mais cette bactérie peut devenir résistant à ces antibiotiques si ceux-ci sont utilisés de manière excessive ou désorganisée pour traiter ou prévenir des maladies, ce qui mène souvent à des échecs thérapeutiques (Zebbar, 2022).

E. coli présente une résistance naturelle à plusieurs antibiotiques, notamment la pénicilline G, l'oxacilline, les macrolides, les lincosamides, les kétolides, l'acide fusidique, les glycopeptides, les streptogramines, les oxazolidinones, et les lipopeptides (Bugier, 2016).

11. Méthodes d'étude de l'activité des antibiotiques

11.1. Concentration minimale inhibitrice

Concentration minimale inhibitrice (CMI) désigne la plus faible quantité d'un antibiotique spécifique capable de stopper toute croissance visible d'une souche bactérienne donnée dans un milieu déterminé et à des concentrations précises (Beradi et Bouhali, 2018).

La détermination de CMI se fait par les deux méthodes suivantes :

- ✓ Méthode de microdilution (CMI en milieu liquide) ;
- ✓ Méthode E-Test (CMI par diffusion en gradient) (Bourgoin, 2017).

11.2. Antibiogramme

L'antibiogramme est une technique microbiologique qui utilise un milieu spécifique à base de gélose dans une boîte de Pétri, avec des disques imprégnés d'antibiotiques à des concentrations définies. Cette approche permet de tester la sensibilité d'une bactérie pathogène par rapport à certains antibiotiques choisis selon des critères cliniques et en prévalence de la résistance acquise (Achi et Lalouatni, 2018).

En mesurant les diamètres des zones d'inhibition autour des disques d'antibiotiques et en se référant aux tableaux indiquant les « concentrations, diamètres critiques et règles d'interprétation » pour des familles ou genres bactériens spécifiques, il est possible de déterminer si une souche bactérienne est sensible, intermédiaire ou résistante aux antibiotiques testés. La taille du diamètre d'inhibition indique la valeur de la CMI de l'antibiotique (Bennini et Mehdi, 2017).

12. Multirésistance bactérienne

C'est un terme couramment utilisé, même s'il n'a pas de définition universelle. Les bactéries sont considérées comme multirésistantes aux antibiotiques (BMR) lorsqu'elles ne répondent qu'à un petit nombre d'antibiotiques disponibles en thérapie. Cela peut conduire à des situations où les options thérapeutiques sont limitées. Étant

donné la prévalence des BMR, leur potentiel de provoquer des infections graves, le risque de propagation des germes et la facilité de transfert des mécanismes de résistance (Meziane, 2019).

Partie

Expérimentale

Matériel
et
méthodes

L'objectif de notre étude est de détecter *E. coli* à partir de foie de poulet de chair commercialisés dans la région de Tiaret et d'évaluer la sensibilité aux antibiotiques des souches d'*E. coli* isolés.

1. Lieu, durée et période d'étude

Notre étude a été menée au niveau du laboratoire de pathologie aviaire, institut des sciences vétérinaires de Tiaret. Elle s'est déroulée sur une période d'un mois : soit du 06 février 2024 au 10 Mars 2024.

2. Matériel

2.1. Matériel de prélèvement

Pour assurer l'hygiène des prélèvements, le matériel suivant a été utilisé :

- ✓ Une glacière pour l'acheminement des prélèvements vers le laboratoire ;
- ✓ Sachets stériles muni d'un système de fermeture pour assurer la non contamination du prélèvement.

2.2. Matériel et consommables de laboratoire

Le matériel et consommables utilisés au niveau du laboratoire est présentés dans le **tableau** suivant :

Tableau 06 : Matériel et consommables utilisés durant l'étude.

Appareillage	Consommables et verreries	Solutions, milieux et autres
-Spectrophotomètre (Pharmacia Biotech, Angleterre). - Balance - Bec bunsen - Autoclave (Sano clay, Allemagne). - Etuve (LabTech, France). - Microscope optique (Phywe, Chine). -Réfrigérateur	- Boîtes de pétrie. - Ecouvillons. - Seringues de 5ml. - Tubes à essais. - Papier absorbant. - Papier aluminium. - Pipettes pasteur. - Bécher de 300 ml. - Pissette. - Lames. - Récipients. - Anse de platine - Fioles (250ml). -Briquet. -Eprouvette graduée. -Pince. -Plaques chauffante. -Spatule. -Cuves.	Milieux : - Gélose Mueller-Hinton. - Milieu EMB. - Eau peptonée tamponnée. -Gélose MacConkey. Solutions : - Alcool 70°. - Violet de gentiane. - Fuchsine de ziehl. - Lugol. - Huile d'immersion. -Eau distillée -Huile de paraffine. -Peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂) Autres : - Galerie API 20 E (Biomérieux, France). - Réactif TDA. - Réactif de Kovacs. - Réactif VP1 et VP2. - Disques d'antibiotiques. -Disque d'oxydase.

3. Méthodes

3.1. Protocole expérimental

Le protocole expérimental utilisé dans ce travail est représenté comme suit :

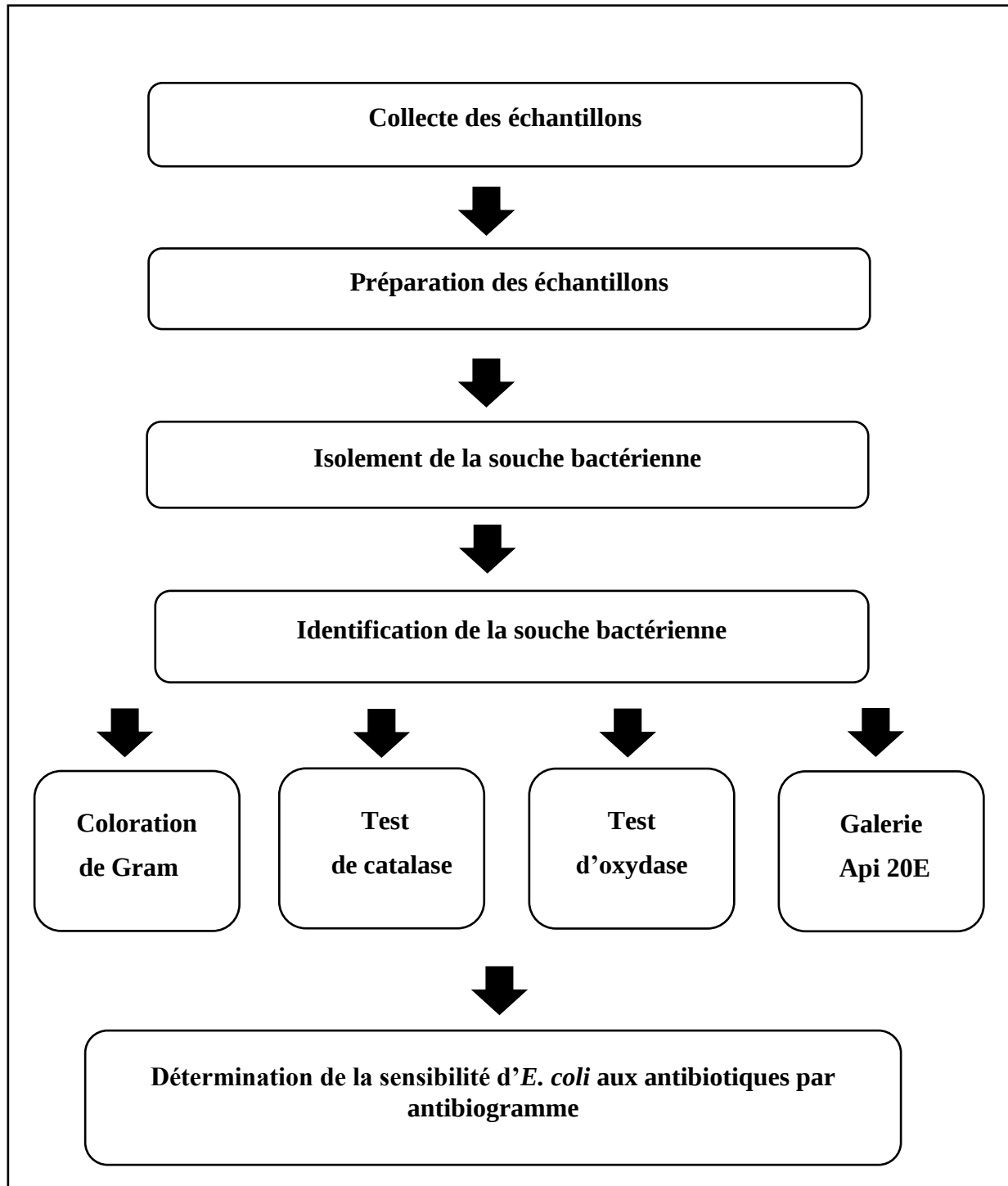


Figure 05: Protocole expérimental

3.2. Collecte des échantillons

Au totale, 30 échantillons de foie de poulet de chair ont été prélevés au hasard dans différentes boucheries situées dans la région de Tiaret. Un échantillon a été prélevé dans chaque boucherie. Les échantillons ont été rapidement acheminés dans une glacière au laboratoire de pathologie aviaire de l'Institut des sciences vétérinaires de Tiaret, dans un délai de 45 minutes suivant le prélèvement.

3.3. Préparation des échantillons

Au niveau du laboratoire, cette opération s'est déroulée à proximité de la flamme du bec bunsen. Pour chaque échantillon de foie, 10 g ont été prélevés et transférés dans des sachets stériles en vue du broyage. Ces sachets contenaient 90 ml d'eau péptonée tamponnée (Biokar, France), un milieu liquide favorable à la croissance des germes qui ne présentent pas d'exigences particulières. Le contenu a été versé dans une fiole et incubé pendant 24 heures à 37°C (**Fig.06**) (Ibrahim *et al.*, 2019).



Figure 06: Préparation des échantillons.

3.4. Isolement d'*E. coli*

La culture a été ensemencée sur gélose Eosine Methylene Blue EMB (Biokar, France) (**Fig.07**) et incubée en aérobiose à 37 °C pendant 24 heures. Les colonies présentant un reflet métallique verdâtre, ont été repiquées et ensemencées sur milieu MacConkey (Pharm European, Spain) pour purification (Ibrahim *et al.*, 2019).

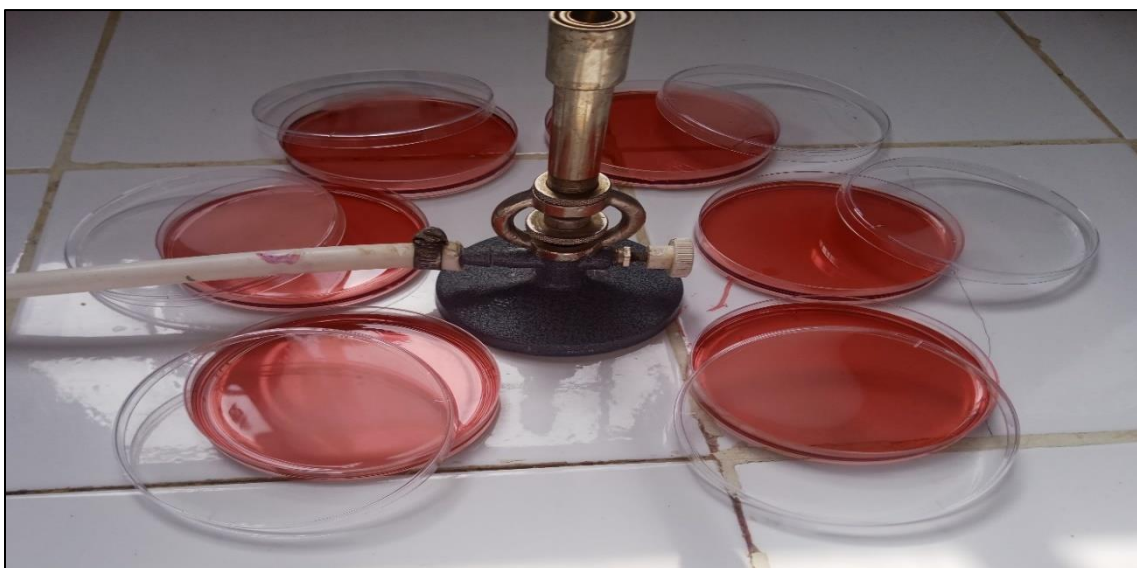


Figure 07: Milieu EMB

3.5. Identification d'*E. coli*

Après purification des colonies sur milieu MacConkey, ces dernières ont été identifiées comme étant *E. coli* par les différents tests à savoir : la coloration de Gram, test de catalase, test d'oxydase et analyse des caractères biochimiques par la galerie API 20 E.

3.5.1. Coloration de gram

Technique

Dans une première étape, le frottis est coloré avec du violet de gentiane (un colorant basique) pendant une minute. Ensuite, la préparation est traitée avec une solution d'iode "lugol" pendant une minute. Par la suite, le frottis est décoloré en plongeant dans de l'alcool pendant 30 secondes. Cette étape produit une différenciation de la coloration de Gram : les bactéries Gram positifs conservent la coloration violette du violet de gentiane, tandis que les bactéries Gram négatifs la perdent et se décolorent. Enfin, le frottis est contre-coloré avec un autre colorant basique, la fuchsine, pendant 30 secondes. Ce dernier colore les bactéries Gram négatifs en rose et laisse les bactéries Gram positifs teintées en violet foncé (Denis *et al.*, 2011)

3.5.2. Test de catalase

Technique

Cette enzyme est utilisée en bactériologie pour l'identification des bactéries. Pour se faire, une goutte de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) est mise en contact avec une colonie isolée, prélevée directement par pipette pasteur, sur une lame de verre. S'il y a formation de bulles, la bactérie possède la catalase. Si rien n'est observé, la bactérie ne possède pas l'enzyme (Chelikani *et al.*, 2004).

3.5.3. Test d'oxydase

Technique

Dans ce test, on utilise, généralement, un disque imprégné du réactif chlorhydrate sur lequel on dépose, avec une pipette pasteur, une colonie bien isolée. S'il y a apparition d'une tache violette au bout de 30 secondes, on conclut que la bactérie est oxydase positive et qu'elle possède le cytochrome oxydase. S'il n'y a rien qui apparaît, ça veut dire que la bactérie est oxydase négative et qu'elle ne possède pas l'enzyme respiratoire. Il ne faut pas utiliser une anse métal car elle serait oxydante (Macfaddin, 2000).

3.5.4. Analyses des caractères biochimique par la galerie API 20 E

API 20 E est un système standardisé pour l'identification des *Enterobacteriaceae* et autres bacilles à Gram négatifs non fastidieux, comprenant 20 tests biochimiques miniaturisés. La liste complète des bactéries qu'il est possible d'identifier est présente dans un catalogue analytique (Biomérieux, 2010).

Principe

La galerie API 20 E comporte 20 micro tubes contenant des substrats déshydratés. Les microtubes sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les substrats. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs. La lecture de ces réactions se fait à l'aide du tableau de lecture et l'identification est obtenue à l'aide du catalogue analytique.

Mode opératoire

La galerie API 20E a été réalisée selon les recommandations du fabricant (Annexe) :

- Préparation de la galerie
 - Répartir environ 5ml d'eau distillée dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide.
 - Sortir la galerie de son emballage.
 - Placer la galerie dans la boîte d'incubation.

- Préparation de l'inoculum

On utilise préférentiellement des cultures jeunes (18 à 24 heures) puis on fait une suspension bactérienne avec de l'eau distillée dans des tubes à essai pour chaque culture en homogénéisant soigneusement les bactéries dans le milieu. Cette suspension doit être utilisée extemporanément.

- Inoculation de la galerie

- Remplir tubes et cupules des tests CIT, VP et GEL avec la suspension bactérienne en utilisant la pipette ayant servi au prélèvement.
- Remplir uniquement les tubes (et non les cupules) des autres tests.
- Créer une anaérobiose dans les tests ADH, LDC, ODC, H₂S, URE en remplissant leur cupule d'huile de paraffine.
- Refermer la boîte d'incubation.
- Incuber à 37°C pendant 24 heures (**Fig.08**).

- Lecture de la galerie

Après incubation, la lecture de la galerie doit se faire en se référant au tableau de lecture. Trois tests nécessitent l'addition de réactifs :

- Test Tryptophane Désaminase (TDA) : on ajoute une goutte de réactif

TDA. Une Couleur marron-rougeâtre indique une réaction positive à noter sur la fiche de résultats.

- Test Indole (IND) : on ajoute une goutte de réactif de Kovacs. Une couleur rose diffusant dans toute la cupule indique une réaction positive à noter sur la fiche de résultats.

-Test Voges-Proskauer (VP) : on ajoute une goutte de réactif VP 1 et VP 2 puis on attend au minimum 10 minutes. Une couleur rose ou rouge indique une réaction Positive à noter sur la fiche de résultats.



Figure 08 : Inoculation de la galerie Api 20E (avant incubation).

3.6. Détermination de la sensibilité d'*E. coli* aux antibiotiques par antibiogramme

L'étude de la sensibilité aux antibiotiques a été réalisée selon la méthode de l'antibiogramme standard par diffusion des disques sur milieu solide suivant les recommandations du CASFM/EUCAST (2012), en utilisant le milieu Mueller Hinton et une gamme d'antibiotiques appartenant à différentes classes sous forme de disques imbibés de chaque molécule. Les antibiotiques suivants ont été utilisés dans cette étude : Amoxicilline (AX : 20 µg) (CYPRESS DIAGNOSTICS, Belgique) ; Tétracycline (TE : 30 µg) (CYPRESS DIAGNOSTICS, Belgique) ; Acide nalidixique (NA : 30 µg) (Liofilchem, Italie) ; Colistine (CT :10 µg) ; Céfoxitine (FOX : 30 µg) (Liofilchem, Italie) ; ; Triméthoprim Sulfaméthoxazole (SXT :25 µg) (Liofilchem, Italie) ; Gentamicine (CN 10 µg).

Technique

▪ Inoculum

- A partir d'une culture pure (18 heures) de la bactérie à tester sur milieu d'isolement, racler à l'aide d'une anse de platine ou d'une pipette pasteur scellée, quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques.
- Décharger l'anse ou la pipette pasteur dans 5 ml d'eau distillée stérile.
- Bien homogénéiser la suspension bactérienne, son opacité doit être équivalente à 0.5 McFarland ou à une DO de 0.08 à 0.13 lue à 625 nm. Ajuster l'inoculum, soit en ajoutant de la culture s'il est trop faible ou l'eau distillée stérile, s'il est trop fort.
- L'ensemencement doit se faire en moins 15 min après la préparation de l'inoculum.

▪ Ensemencement

- Le milieu de culture utilisé est Mueller Hinton, qui est le milieu le plus employé pour les tests de sensibilité aux agents antibactériens.
- Tremper un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne.
- L'essorer en le pressant fermement, en tournant sur la paroi interne du tube, afin de le décharger au maximum.
- Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée, sèche, de haut en bas, en stries serrées.
- Répéter l'opération deux fois, en tournant la boîte de Pétri de 60° à chaque fois, sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même. Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.
- Dans le cas de l'ensemencement de plusieurs boîtes de Pétri il faut recharger l'écouvillon à chaque fois.
- Disposer 4 disques des antibiotiques différents dans chaque boîte.

▪ Incubation et lecture des résultats

Après incubation à $35 \pm 1^\circ\text{C}$ en aérobiose pendant 24 heures, la lecture des résultats est effectuée par mesure des diamètres d'inhibition autour des disques d'antibiotiques à l'aide d'une règle (en millimètre) suivie d'une interprétation et une catégorisation des souches sensible (S) ou résistante (R) grâce à une table qui offre des valeurs

critiques des diamètres des zones d'inhibition pour les Entérobactéries selon les recommandations du CASFM/EUCAST (2012).

3.7. Analyse statistique :

L'ensemble des données a été saisi et analysé à l'aide du logiciel Excel 2016. Les résultats ont été présentés sous forme de pourcentages.

Résultats

1. Examen bactériologique et biochimique

Sur les 30 échantillons de foie de poulet de chair examinés, 18 isolats d'*E. coli* (60%) ont été détectés (**Fig.09**). Les isolats ont produit des colonies bleu-noirs avec reflet métallique vert sur milieu gélose EMB (**Fig. 10A**). Ils ont également produit des colonies roses, sèches en forme de beignet sur milieu MacConkey (**Fig. 10B**).

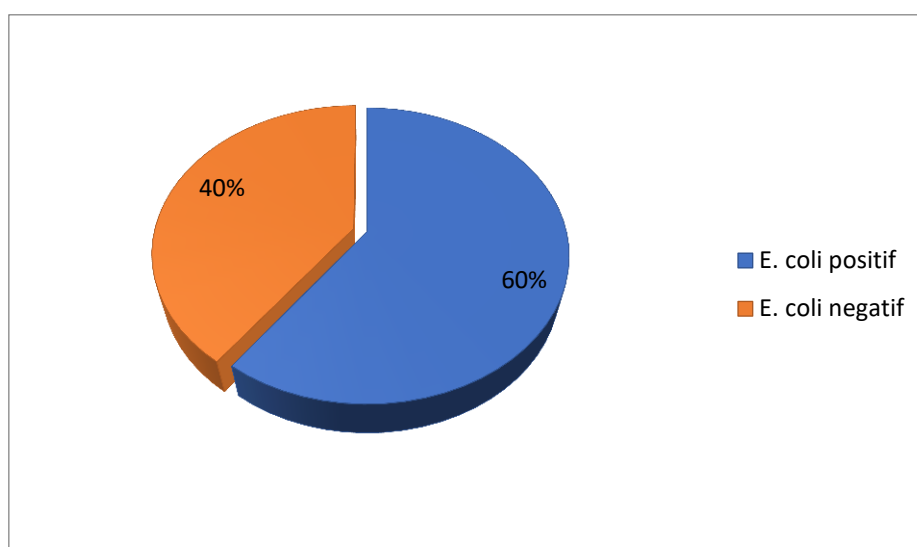


Figure 09 : Taux de détection d'*E. coli*

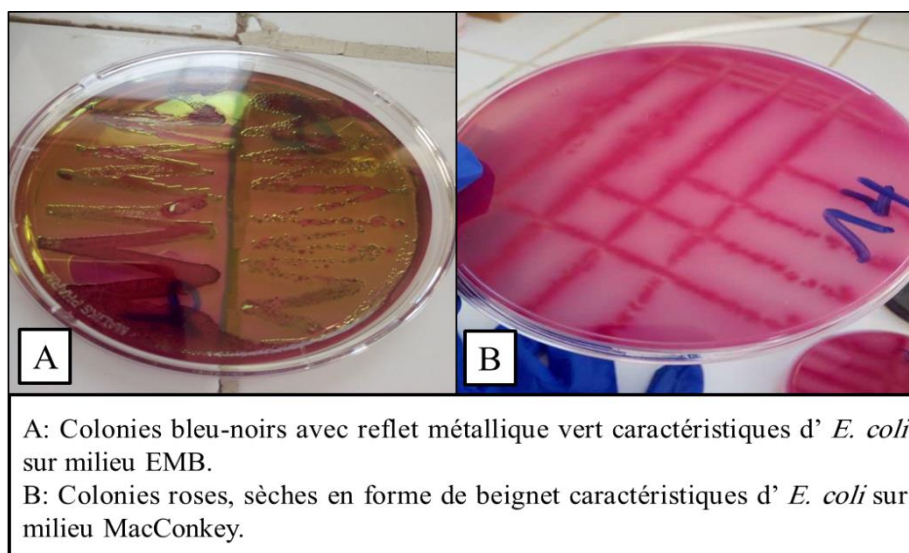


Figure 10 : Caractéristiques des colonies d'*E. coli* sur gélose EMB et gélose MacConkey.

2. Identification des souches d'*E. coli* isolées

L'identification de la souche d'*E. coli* a été basée sur les caractères morphologiques et biochimiques.

- **Coloration de gram**

La coloration de Gram a révélé la présence de bactéries de couleur rose en forme de bâtonnets allongés (**Fig.11**) indiquant des Gram-négatifs

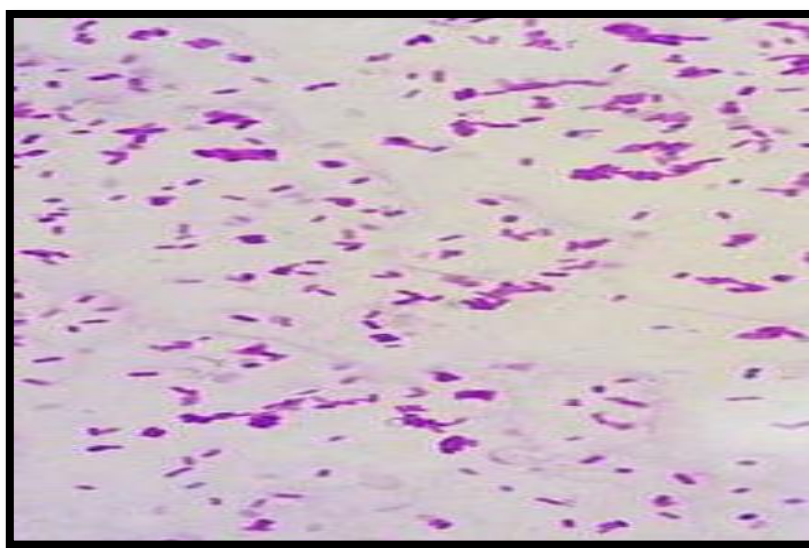


Figure 11 : Photographie au microscope d'*E. coli* (Gr x100)

✓ **Test de catalase**

Les souches d'*E. coli* ont produit des bulles d'oxygène après avoir été exposées au peroxyde d'hydrogène. De ce fait, la bactérie est dite catalase positive (+) (**Fig.12**).

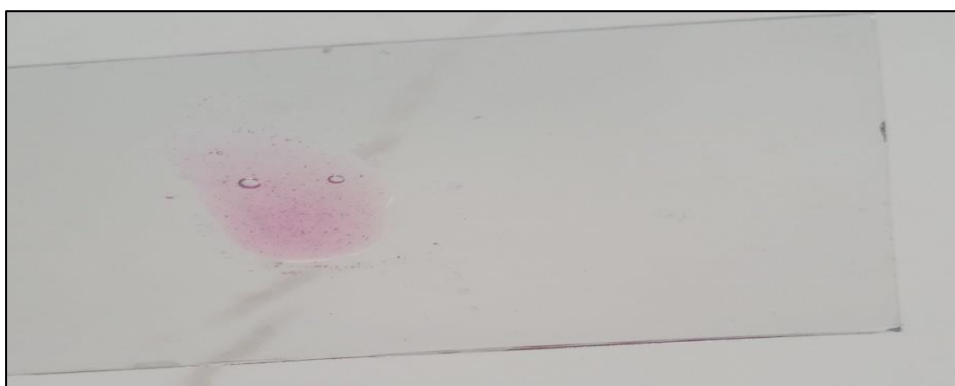


Figure 12 : Test de catalase (réaction positif)

- **Test d'oxydase**

Aucun changement n'a été constaté après imprégnation du disque d'oxydase par la culture bactérienne. La souche bactérienne est considérée comme **Oxydase négative (Fig.13)**.



Figure 13 : Test d'oxydase (réaction négative)

✓ **La galerie API 20E**

La caractérisation biochimique a révélé que les souches testées étaient positives pour :

ONPG (Ortho-nitro Phényl Galactoside) ; ADH (Dihydrolase de l'Arginine) ; LDC (Décarboxylase de Lysine) ; ODC (Décarboxylase de l'ornithine) ; IND (Indole) ; GLU (Glucose) ; MAN (Mannitol) ; SOR (Sorbitol) ; RHA (Rhamnose) ; SAC (Saccharose) ; MEL (Melibiose) ; AMY (Amylase) ; ARA (Arabinose). Cependant les tests : CIT (Citrate) ; H₂S (Sulfure d'hydrogène) ; URE (Uréase) ; TDA (Tryptophane Désaminase) ; VP (Voges-Proskauer) ; GEL (Gélatinase) ; INO (Inositol) étaient négatifs (**Fig.14**).



Figure 14 : Résultat de la galerie API 20 E d'*E. coli*

3. Evaluation de la sensibilité aux antibiotiques des souches d'*E. coli* isolées

L'objet de ce test était de déterminer la sensibilité d'*E. coli* à différents antibiotiques (**Fig.15**). Les résultats de l'antibiogramme réalisé sont présentés dans le (**Tableau 07, Fig.16**).

Tableau 07 : Sensibilité des souches d'*E.coli* isolées aux antibiotiques testées :

Antibiotiques	Concentration du disque	Totale des souches testées (n=18)	
		Resistant* n (%)	Sensible* n (%)
Amoxicilline	25 µg	18 (100)	0 (00)
Colistine	10 µg	17 (94,4)	1 (5,6)
Gentamicine	10 µg	3 (16,7)	15 (83,3)
Triméthoprim-sulfaméthoxazole	25 µg	18 (100)	0 (00)
Tétracycline	30 µg	18 (100)	0 (00)
Acide nalidixique	30 µg	18 (100)	0 (00)
Céfoxitine	30 µg	2 (11.1)	16 (88,9)

* Recommandation du CASFM/EUCAST (2012)

Les résultats de l'antibiogramme présentés dans le tableau montrent la sensibilité et la résistance des souches bactériennes testées à divers antibiotiques. Pour l'amoxicilline, toutes les souches (100%) se sont révélées résistantes. Une résistance complète (100%) a également été observée pour le triméthoprim-sulfaméthoxazole, la tétracycline et l'acide nalidixique, avec aucune souche sensible détectée. En ce qui concerne la colistine, 94,4% des souches étaient résistantes, tandis qu'une seule souche (5,6%) était sensible. Pour la gentamicine, 16,7% des souches étaient résistantes, tandis que 83,3% étaient sensibles. Enfin, la céfoxitine a montré une meilleure efficacité avec une sensibilité de 88,9% des souches testées, tandis que 11,1% étaient résistantes.

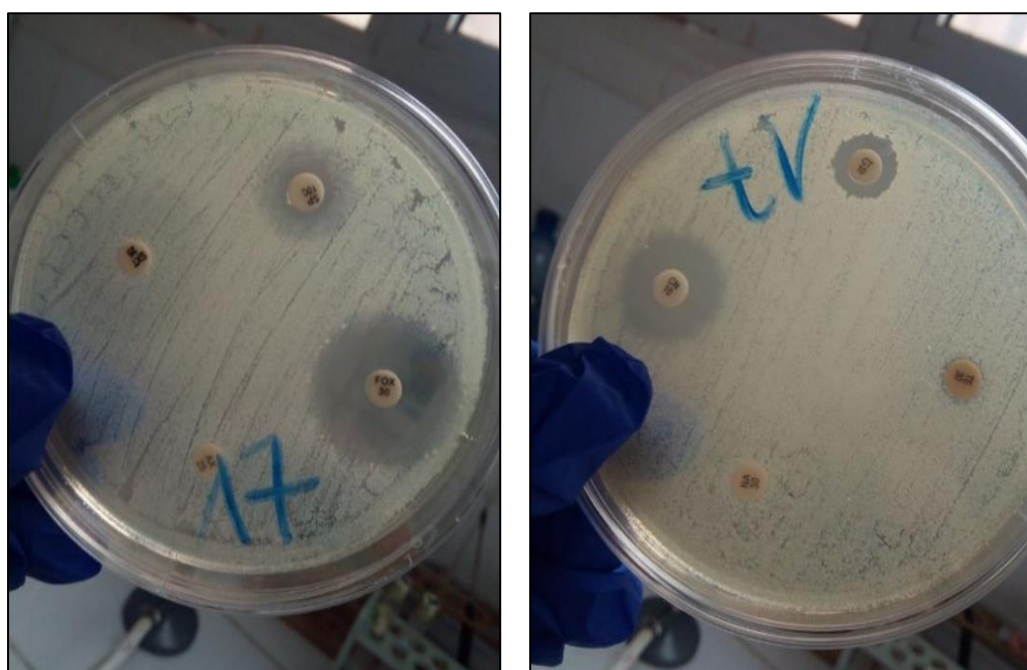


Figure 15 : Résultat de l'antibiogramme d'*E. coli* testé

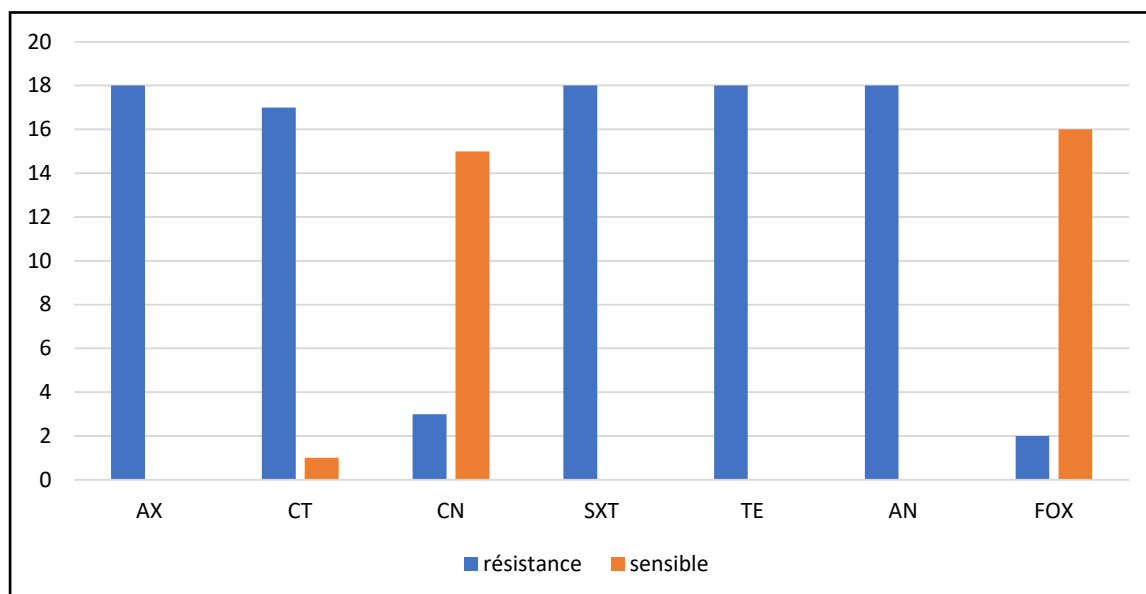


Figure 16 : Résultats de l'antibiogramme d'*E. coli* testé.

4. Détermination des souches multi-résistantes d'*E. coli* testées

Les résultats de la détermination des souches multi-résistantes d'*E. coli* isolées à partir de foie de poulet de chair sont illustrés dans le **tableau 08**.

Tableau 08 : Résultats des souches multi résistantes d'*E. coli* testées.

Nombre de familles d'antibiotiques	Nombre d'isolats d <i>E. coli</i> résistants (n=18)	Pourcentage de résistance (%)
1	00	00
2	00	00
3	00	00
4	00	00
5	15	83,3
6	03	16,7
BMR	18	100

BMR : Bactérie multi-résistantes (Résistance à plus de 3 familles d'antibiotiques différentes) (Colello et al., 2015).

Comme le montre le tableau 08, les résultats de la résistance multiple aux antibiotiques ont révélé que la totalité des 18 isolats d'*E. coli* présentaient une résistance à plusieurs antibiotiques (résistance à 3 antibiotiques de famille différente ou plus), soit un taux de 100%. Plus précisément, 83,3,3% (15/18) et 16,7% (3/18) étaient résistants à 5 et 6 familles d'antibiotiques, respectivement.

Discussion

et

conclusion

La contamination du foie de poulets de chair par *E. coli* représente un enjeu majeur en matière de sécurité alimentaire et de santé publique. *E. coli*, une bactérie omniprésente dans l'environnement, le tube digestif des animaux et les produits alimentaires, peut causer des infections graves chez les humains, notamment des intoxications alimentaires (Yang *et al.*, 2017). Le foie, en tant qu'organe vital, joue un rôle crucial dans la détoxification et la métabolisation des substances, ce qui en fait une cible privilégiée pour l'accumulation de pathogènes (Zaefarian, Abdollahi, 2019). La présence d'*E. coli* dans le foie de poulets de chair peut indiquer des pratiques d'élevage et de transformation inadéquates, telles que des conditions d'hygiène déficientes et des procédures de traitement inappropriées (Apostolakos *et al.*, 2022). De plus, l'utilisation abusive, dans les élevages avicoles, des agents antimicrobiens à des fins thérapeutiques et prophylactiques, ainsi que le non-respect des périodes de retrait, ont favorisé la sélection et la propagation de bactéries multi-résistantes (Boumerzag, 2019). C'est dans ce contexte que l'objectif de notre étude était de détecter la présence d'*E. coli* dans le foie de poulet de chair commercialisés dans la région de Tiaret et d'évaluer la sensibilité aux antibiotiques des souches isolées.

Les résultats de notre étude ont montré que sur les 30 échantillons de foie de poulet de chair examinés, 18 isolats d'*E. coli* (60%) ont été détectés. Ces résultats sont partiellement en accord avec ceux rapportés par Chaibi *et al.* (2023), dont l'objectif était de rechercher des souches d'*E. coli* dans les abats de volailles dans un abattoir à Bordj Bou Arreridj. Leur étude a conclu que, sur les 35 organes collectés au niveau de l'abattoir avicole, 26 isolats d'*E. coli* ont été récoltés, soit un taux de 74,28%. Par ailleurs, d'autres chercheurs ont enregistré un taux plus élevé, mais leur étude portait sur la contamination de la carcasse entière de poulets de chair. Ils ont rapporté un taux de présence d'*E. coli* de 86% (Sahi et Sami, 2023). Nous suggérons que les variations des taux d'isolement d'*E. coli* observées peuvent être attribuées à plusieurs facteurs. Les différences dans les méthodologies d'échantillonnage ainsi que dans les techniques de détection microbiologique utilisées peuvent jouer un rôle significatif. La nature des échantillons étudiés peut également influencer les résultats. Par exemple, les carcasses entières peuvent présenter une surface de contamination plus large que des organes spécifiques. Enfin, les variations géographiques et les saisons de l'année peuvent également intervenir, car les conditions environnementales et climatiques influencent la survie et la prolifération des bactéries. Ainsi, ces facteurs

combinés expliquent les disparités dans les taux d'isolement d'*E. coli* observés dans les différentes études.

Dans la présente étude, la sensibilité aux antibiotiques a été évaluée sur les 18 souches d'*E. coli* isolées à partir de foie de poulets de chair. Une résistance complète (100%) des isolats d'*E. coli* a été observée l'acide nalidixique, un antibiotique de la famille des quinolones. Ces résultats concordent partiellement avec les travaux de Carvalho *et al.* (2015), qui ont observé que plus de 75% des isolats d'*E. coli* étaient résistants aux quinolones, le plus haut niveau de résistance étant contre l'acide nalidixique. De même, environ 90% des souches d'*E. coli* isolées dans une étude menée par Xu *et al.* (2019) étaient résistantes à l'acide nalidixique. Cependant, ces résultats contredisent ceux de Sarba *et al.* (2019), qui ont observé que 83% des isolats d'*E. coli* étaient sensibles à l'acide nalidixique. Le taux élevé de résistance observé dans cette étude pourrait être attribué à l'utilisation répandue des antibiotiques de la famille des quinolones contre les maladies infectieuses, notamment pour la prévention et le traitement de l'omphalite dans les premiers jours de vie des poulets de chair.

Les résultats de cette étude montrent que 100 % des isolats d'*E. coli* étaient résistants à la tétracycline, au triméthoprim-sulfaméthoxazole et à l'amoxicilline. Ces résultats concordent avec ceux d'Ibrahim *et al.* (2019), qui ont rapporté des taux de résistance élevés au triméthoprim-sulfaméthoxazole et à la tétracycline, respectivement de 100 % et 94,12 %. De plus, Benameur *et al.* (2011) ont enregistré un taux de résistance supérieur à 94,78 % contre l'amoxicilline. Des résultats partiellement similaires ont été rapportés par Xu *et al.* (2019), qui ont observé que toutes les souches pathogènes aviaires d'*E. coli* testées étaient résistantes à la tétracycline, tandis que seulement 58,49 % des isolats montraient une résistance au triméthoprim-sulfaméthoxazole.

Le niveau élevé de résistance aux antibiotiques observé chez les isolats d'*E. coli* peut en partie s'expliquer par la disponibilité facile et le coût abordable des antibiotiques, ce qui conduit à leur utilisation inappropriée et non contrôlée. Par exemple, l'amoxicilline et la tétracycline sont largement utilisées pour traiter les infections respiratoires et digestives courantes, tandis que le triméthoprim-sulfaméthoxazole est souvent prescrit pour les infections systémiques et pour le traitement non spécifique de la coccidiose dans les élevages de volailles. De plus, la résistance peut être favorisée par la présence de gènes de résistance dans certaines

souches d'*E. coli*, tels que *tetA* et *tetB* pour la tétracycline, ainsi que *sul1* ou *sul2* pour les sulfonamides (Yoon et Lee, 2020).

En ce qui concerne la gentamicine et la céfoxitine, 16,7% et 11,1% des isolats d'*E. coli* étaient résistants, respectivement. Ces résultats sont cohérents avec ceux d'autres études concernant la sensibilité d'*E. coli* à la gentamicine, qui ont également montré une forte sensibilité des souches à cet antibiotique. Halfaoui *et al.* (2017) ont enregistré une très faible résistance à la gentamicine, avec un taux de seulement 1,96%. En revanche, des études menées en Chine par Xu *et al.* (2019) ont conclu que la gentamicine était inefficace contre 50% des souches pathogènes aviaires d'*E. coli* testées, des résultats similaires ont été rapportés par Ibrahim *et al.* (2019), en Égypte, qui ont démontré un haut niveau de résistance à la gentamicine (64,71%). Cette variation peut être attribuée aux politiques et interventions spécifiques mises en place par chaque pays pour contrôler l'utilisation des antibiotiques dans la production avicole. Par conséquent, l'absence d'utilisation de la gentamicine et la céfoxitine dans la prévention ou le traitement des infections dans les élevages de volailles en Algérie pourrait expliquer pourquoi les isolats d'*E. coli* ont montré une faible résistance à cet antibiotique dans notre étude.

En conclusion, les résultats de l'étude actuelle démontrent clairement, d'une part, que *E. coli* était largement présent dans le foie de poulets de chair commercialisés dans la région de Tiaret, et d'autre part, qu'il y avait une variation dans les profils de résistance des 18 isolats d'*E. coli* aux sept antimicrobiens testés. Ainsi, la plupart des isolats ont montré une résistance à plusieurs antibiotiques, l'amoxicilline, l'acide nalidixique, la tétracycline, le triméthoprim/sulfaméthoxazole et la colistine présentant les taux les plus élevés. Cependant, la gentamicine et la céfoxitine étaient les plus efficaces. Cette étude met en évidence la nécessité d'une vigilance accrue concernant la contamination par *E. coli* et la résistance aux antibiotiques dans les produits de volaille. Une meilleure gestion des antibiotiques et des pratiques d'hygiène rigoureuses sont essentielles pour garantir la sécurité des aliments et protéger la santé publique.

Perspectives

Perspectives

- ✓ Il serait intéressant de mener d'autres investigations sur un plus grand nombre de souches d'*E. coli* isolées dans le foie de poulet de chair.
- ✓ Des études ultérieures devraient en outre essayer de tester un grand nombre d'antibiotiques sur les isolats d'*E. coli*.
- ✓ Il semble nécessaire de mener d'autres études sur un plus grand nombre d'échantillons de foie de poulet de chair.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

A

- Achi, S., Lalouatni, B. (2018).** Etude phénotypique des souches *Escherichia coli* multi-résistantes. Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Des Frères Mentouri. Constantine, p : 77.
- Allem, R., Boutemine, A. (2020).** Etude de la sensibilité aux antibiotiques des bacilles à gram négatif non fermentant. Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Larbi Ben M'hidi. Oum El Bouaghi, p : 64.
- Anses. (2022).** Les données présentées sur cette page sont issues de la table de composition nutritionnelle Ciqua, mise à disposition du public par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses). <https://www.santemagazine.fr/alimentation/nutriments/guide-des-calories/viandes/foie-de-poulet-918571>.
- Amairi, T. (2021).** Résistances aux antibiotiques des *Escherichia coli* isolés des abattoirs et élevages de poulet de chair au Nord-Est d'Algérie. Thèses de Doctorat en Science Biologiques. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Mohamed Khider. Biskra, p : 132.
- Agier, G. (2023).** Impact de la pandémie Covid-19 sur la consommation d'antibiotiques en France en 2020, en ville et à l'hôpital. Thèse de Docteur en Pharmacie. Nantes Université, p : 105.
- Apostolakos I., Laconi A., Mughini-Gras L., Yapicier ÖŞ., Piccirillo A.** Occurrence of Colibacillosis in Broilers and Its Relationship With Avian Pathogenic *Escherichia coli* (APEC) Population Structure and Molecular Characteristics. Front VetSci. 2021 Sep 8 ; 8 :737720. doi : 10.3389/fvets.2021.737720. PMID : 34568479 ; PMCID : PMC8456121.
- Avril. J.L., Dabernat, H., Denis, F., Monteil, H. (1992).** Bactériologie clinique, 2^{ème} édition, Paris, p : 522.

B

- Bonou, C.H. (1987).** L'appareil digestif de la poule : histologie normale et histologie pathologique dans la maladie de Newcastle. Thèse de Docteur Vétérinaire. Faculté de médecine et de pharmacie. Université Cheikh Anta Diop. Dakar, p : 133.
- Bouhdadja, M., Bensafi, A.I. (2016).** Etude sur la colibacillose chez le poulet de chair. Projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Docteur Vétérinaire. Institut des Sciences Vétérinaires. Université Ibn Khaldoun. Tiaret, p : 64.
- Beradai, Z., Bouhali, R. (2018).** Isolement et étude de la sensibilité aux antibiotiques des souches d'*Escherichia coli* de poulet de chair de la région de Bouira. Mémoire de Master en Biotechnologie Microbienne. Université Akli Mohand Oulhadj. Bouira, p : 70.
- Bechiri, R., Deghdak, N. (2020).** Résistance aux antibiotiques des souches d'*Escherichia coli* isolées à partir des viandes blanches. Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Des Frères Mentouri. Constantine, p : 120.
- Bekki, N.K. (2018).** Etude sur *E. coli* et *Salmonella* chez le poulet de chaires dans la région de Tiaret. Mémoire de Docteur Vétérinaire. Institut des Sciences Vétérinaires. Université Ibn Khaldoun. Tiaret, p : 69.
- Boutaiba, B.M. (2017).** Antibiorésistance des entérobactéries d'origine aviaire au niveau de l'ouest Algérien. Mémoire de Magister en Science Vétérinaires. Institut des Sciences Vétérinaires. Université Ibn Khaldoun. Tiaret, p : 133.
- Bouhraoua, N., Amraoui, A., Irki, S. (2021).** Isolement et antibiorésistance des souches d'*Escherichia coli* isolées chez la volaille. Mémoire de Master en Biologie. Faculté des Sciences. Université Yahia Fares. Médea, p : 104.
- Bentabet, M., Bourada, F.Z. (2020).** Enquête sur l'utilisation des antibiotiques en médecine vétérinaire au niveau des régions d'Ain Temouchent et de Relizane. Projet fin d'étude en Sciences Vétérinaires. Institut des Sciences Vétérinaire. Université Ibn Khaldoun. Tiaret, p : 42.
- Benabdellah-Khodja, A., Hamlaoui, Y. (2016).** Etude phénotypique de quelques souches d'*Escherichia coli* productrices des carbapénémases. Mémoire de Master en

Sciences Biologiques. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri. Constantine, p : 65.

-Benkhedidja, M. (2014). Isolement, identification et étude de la sensibilité aux antibiotiques des bacilles à gram négatif isolées au niveau de l'hôpital de Koléa. Mémoire de Master en Biologie. Faculté des Sciences de la Nature et de la vie. Université de Blida -1-, p : 75.

-Bouhafs, B. (2017). Evaluation de la qualité microbiologique de la viande de volailles (cas de poulet et dinde) commercialisée au niveau de différentes boucheries de la wilaya de Blida. Mémoire de Master en Biologie. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université de Blida 1, p : 103.

-Benkhelifa, K., Derardja, L. (2021). Evaluation au niveau de contamination des viandes blanches. Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi. Bordj Bou Arreridj, p : 61.

-Boulbair, I. (2017). Etude de la colibacillose aviaire : isolement et antibiogramme (régions de Tiaret et Tissemsilt). Mémoire de Magister en Science Vétérinaires. Institut des Sciences Vétérinaires. Université Ibn Khaldoun. Tiaret, p : 112.

-Bourgoin, G. (2016). Etude de la sensibilité aux antibiotiques par méthode semi-automatisée en milieu liquide de 293 souches consécutives de *Escherichia coli* isolées d'ECBU au CHU de Rouen ; apport de la méthode E-Test pour l'évaluation de la sensibilité à l'association amoxicilline-acide clavulanique. Thèse de Docteur en Pharmacie. Université de Rouen, p : 137.

-Bleibtreu, A. (2016). Déterminants de la virulence extra-intestinale de *Escherichia coli* : de la microbiologie à la clinique. Journal des anti-infectieux, <http://dx.doi.org/10.1016/j.antinf.2016.01.008>.

-Bennini, A., Mehdi, K. (2017). Etude phénotypiques des souches d'*Escherichia coli* multirésistantes isolées de CHU Constantine. Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Des Frères Mentouri. Constantine, p : 66.

-Bugier, S. (2015). Infections urinaires communautaires et résistance aux antibiotiques : quelle place pour le mécillinaam dans la cystite à *Escherichia coli*.

Thèse de Docteur en Médecine. Faculté Paris Descartes. Université Paris Descartes, p : 73.

-Boukhenfar, A., Kouarchia, N., Bechiri, R. (2019). Etude de la qualité microbiologique et physicochimique de la viande rouge et blanche commercialisées dans la région de –Tiaret-. Mémoire de Master académique en Sciences Alimentaires. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Ibn Khaldoun. Tiaret, p : 81.

-Boubekri, A., Hamza, O., Hannane, R. (2022). *Escherichia coli* responsable des infections urinaires communautaires chez la femme [dans la région de Ksar Elboukhari], isolement, identification et sensibilité aux antibiotiques. Mémoire de Master en Biologie. Faculté des Sciences. Université de Médéa, p : 89.

-Brahimi, A. (2014). Antibiotiques et antibiorésistance en élevage avicole Etude bibliographique. Mémoire de Docteur Vétérinaire. Institut des Sciences Vétérinaires. Université Saad Dahlab. Blida, p: 71.

-Brugère, H., Auvray, F., Mariani-kurkdjian, P., King, L.A., Loukiadis, E. (2013). *E. coli* producteurs de shigatoxines (STEC) : définitions, virulence et propriétés des souches entérohémorragiques (EHEC). Feuillet de Biologie, Vol. Liv N°311, p : 08.

-Belguedj, N., Amouche, O. (2018). Etude phénotypique des souches d'*Escherichia coli* multi résistantes aux antibiotiques responsables des infections urinaires. Mémoire de Master en Sciences Biologie. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Des Frères Mentouri. Constantine, p : 99.

-Biomérieux SA, Api 20 E : Système d'identification des *Entérobactérieae* et autre bacille à gram négatif non fastidieux, 2010, France, p : 13.

-Boumezrag, A. (2019). Evaluation de l'effet prébiotique des extraits bioactifs de Citrus sur la flore digestive des volailles. Thèse de Doctorat en Sciences Vétérinaire. Université Ibn Khaldoun. Tiaret, p : 185

-Benmeziane, Y., Bouchemoua, F., Chala, K. (2016). Évaluation du niveau d'hygiène d'un abattoir avicole et son impact sur la qualité microbiologique des carcasses de volailles. Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Mohamed El Bachir El Ibrahim. Bordj Bou Arreridj, p : 59.

- Bonou, C.H. (1987).** L'appareil digestif de la poule : histologie normale et histologie pathologique dans la maladie de Newcastle. Thèse de Docteur Vétérinaire. Faculté de médecine et de pharmacie. Université Cheikh Anta Diop. Dakar, p : 133.
- Bouhdadja, M., Bensafi, A.I. (2016).** Etude sur la colibacillose chez le poulet de chair. Projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Docteur Vétérinaire. Institut des Sciences Vétérinaires. Université Ibn Khaldoun. Tiaret, p : 64.
- Beradai, Z., Bouhali, R. (2018).** Isolement et étude de la sensibilité aux antibiotiques des souches d'*Escherichia coli* de poulet de chair de la région de Bouira. Mémoire de Master en Biotechnologie Microbienne. Université Akli Mohand Oulhadj. Bouira, p : 70.
- Bechiri, R., Deghdak, N. (2020).** Résistance aux antibiotiques des souches d'*Escherichia coli* isolées à partir des viandes blanches. Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Des Frères Mentouri. Constantine, p : 120.
- Bekki, N.K. (2018).** Etude sur *E. coli* et *Salmonella* chez le poulet de chaires dans la région de Tiaret. Mémoire de Docteur Vétérinaire. Institut des Sciences Vétérinaires. Université Ibn Khaldoun. Tiaret, p : 69.
- Boutaiba, B.M. (2017).** Antibiorésistance des entérobactéries d'origine aviaire au niveau de l'ouest Algérien. Mémoire de Magister en Science Vétérinaires. Institut des Sciences Vétérinaires. Université Ibn Khaldoun. Tiaret, p : 133.
- Bouhraoua, N., Amraoui, A., Irki, S. (2021).** Isolement et antibiorésistance des souches d'*Escherichia coli* isolées chez la volaille. Mémoire de Master en Biologie. Faculté des Sciences. Université Yahia Fares. Médea, p : 104.
- Bentabet, M., Bourada, F.Z. (2020).** Enquête sur l'utilisation des antibiotiques en médecine vétérinaire au niveau des régions d'Ain Temouchent et de Relizane. Projet fin d'étude en Sciences Vétérinaires. Institut des Sciences Vétérinaire. Université Ibn Khaldoun. Tiaret, p : 42.
- Benabdellah-Khodja, A., Hamlaoui, Y. (2016).** Etude phénotypique de quelques souches d'*Escherichia coli* productrices des carbapénémases. Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri. Constantine, p : 65.

- Benkhedidja, M. (2014).** Isolement, identification et étude de la sensibilité aux antibiotiques des bacilles à gram négatif isolées au niveau de l'hôpital de Koléa. Mémoire de Master en Biologie. Faculté des Sciences de la Nature et de la vie. Université de Blida -1-, p : 75.
- Bouhafs, B. (2017).** Evaluation de la qualité microbiologique de la viande de volailles (cas de poulet et dinde) commercialisée au niveau de différentes boucheries de la wilaya de Blida. Mémoire de Master en Biologie. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université de Blida 1, p : 103.
- Benkhelifa, K., Derardja, L. (2021).** Evaluation au niveau de contamination des viandes blanches. Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi. Bordj Bou Arreridj, p : 61.
- Boulbair, I. (2017).** Etude de la colibacillose aviaire : isolement et antibiogramme (régions de Tiaret et Tissemsilt). Mémoire de Magister en Science Vétérinaires. Institut des Sciences Vétérinaires. Université Ibn Khaldoun. Tiaret, p : 112.
- Bourgoin, G. (2016).** Etude de la sensibilité aux antibiotiques par méthode semi-automatisée en milieu liquide de 293 souches consécutives de *Escherichia coli* isolées d'ECBU au CHU de Rouen ; apport de la méthode E-Test pour l'évaluation de la sensibilité à l'association amoxicilline-acide clavulanique. Thèse de Docteur en Pharmacie. Université de Rouen, p : 137.
- Bleibtreu, A. (2016).** Déterminants de la virulence extra-intestinale de *Escherichia coli* : de la microbiologie à la clinique. Journal des anti-infectieux, <http://dx.doi.org/10.1016/j.antinf.2016.01.008>.
- Bennini, A., Mehdi, K. (2017).** Etude phénotypiques des souches d'*Escherichia coli* multirésistantes isolées de CHU Constantine. Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Des Frères Mentouri. Constantine, p : 66.
- Bugier, S. (2015).** Infections urinaires communautaires et résistance aux antibiotiques : quelle place pour le mécillinaam dans la cystite à *Escherichia coli*. Thèse de Docteur en Médecine. Faculté Paris Descartes. Université Paris Descartes, p : 73.

- Boukhenfar, A., Kouarchia, N., Bechiri, R. (2019).** Etude de la qualité microbiologique et physicochimique de la viande rouge et blanche commercialisées dans la région de –Tiaret-. Mémoire de Master académique en Sciences Alimentaires. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Ibn Khaldoun. Tiaret, p : 81.
- Boubekri, A., Hamza, O., Hannane, R. (2022).** *Escherichia coli* responsable des infections urinaires communautaires chez la femme [dans la région de Ksar Elboukhari], isolement, identification et sensibilité aux antibiotiques. Mémoire de Master en Biologie. Faculté des Sciences. Université de Médéa, p : 89.
- Brahimi, A. (2014).** Antibiotiques et antibiorésistance en élevage avicole Etude bibliographique. Mémoire de Docteur Vétérinaire. Institut des Sciences Vétérinaires. Université Saad Dahlab. Blida, p: 71.
- Brugère, H., Auvray, F., Mariani-kurkdjian, P., King, L.A., Loukiadis, E. (2013).** *E. coli* producteurs de shigatoxines (STEC) : définitions, virulence et propriétés des souches entérohémorragiques (EHEC). Feuillet de Biologie, Vol. Liv N°311, p : 08.
- Belguedj, N., Amouche, O. (2018).** Etude phénotypique des souches d'*Escherichia coli* multi résistantes aux antibiotiques responsables des infections urinaires. Mémoire de Master en Sciences Biologie. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Des Frères Mentouri. Constantine, p : 99.
- Biomérieux SA, Api 20 E :** Système d'identification des *Entérobactérieae* et autre bacille à gram négatif non fastidieux, 2010, France, p : 13.
- Boumezrag, A. (2019).** Evaluation de l'effet prébiotique des extraits bioactifs de Citrus sur la flore digestive des volailles. Thèse de Doctorat en Sciences Vétérinaire. Université Ibn Khaldoun. Tiaret, p : 185
- Benmeziane, Y., Bouchemoua, F., Chala, K. (2016).** Évaluation du niveau d'hygiène d'un abattoir avicole et son impact sur la qualité microbiologique des carcasses de volailles. Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi. Bordj Bou Arreridj, p : 59.

C

-**Charchar, A., Hanoun, A. (2020).** Gestion d'alimentation des volailles. Projet fin d'étude de docteur vétérinaire. Institut des Sciences Vétérinaire. Université Ibn Khaldoun. Tiaret, p : 104.

-**Cockenpot, T. (2016).** Alternatives aux carbapénèmes en réanimation : étude de la prévalence du portage des entérobactéries productrices de B-lactamase à spectre étendu (E-BLSE), de leur sensibilité aux antibiotiques, et caractérisation moléculaire des mécanismes de résistance. Thèse de Docteur en Médecine. Université de Bordeaux, p : 159.

-**Carvalho D., Finkler F., Grassotti TT.** Antimicrobial susceptibility and pathogenicity of *Escherichia coli* strains of environmental origin. *Ciênc Rural*. 2015, 45(7) : 1249-1255.

-**Chaibi, N., Cherrad, A., Nouioua, F. (2023).** Recherche et antibiogramme des souches d'*Escherichia coli* dans les abats de volailles dans un abattoir à Bordj Bou Arreridj. Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Facultés des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi. Bordj Bou Arreridj, p: 62.

-**Chelikani, P., Fita, I., Loawen, P.C.** Diversity of structures and properties among catalases. *CMLS, Cell. Mol. Life Sci.* 61 (2004) 192–208.

-**Clave, D. (2015).** Fiche technique : *Escherichia coli*. www.ctcb.com, p: 02.

-**Collelo, R., Etcheverria, A.I., Di Conza, J.A., Gutkind, G.O., Padola, N.L.** Antibiotic resistance and integrons in Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC). *Brazilian Journal of Microbiology* 46, 1, 1-5 (2015). Consulté sur <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-838246120130698>.

D

- **Dahas, M., Touil, A. (2018).** Recherche de souches d'*Escherichia coli* résistantes aux antibiotiques au niveau d'abattoirs avicoles de wilaya de Djelfa. Projet de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Microbiologie Appliquée. Université Ziane Achour. Djelfa, p : 79.

-**Dourou, D., Grounta, A., Argyri, A., Froutis, G., Tsakanikas, P., Nychas, G-J.E., Doulgeraki, A.I., Chorianopoulos, N.G., Tassou, C.C. (2021).** Rapid

Microbial Quality Assessment of Chicken Liver Inoculated or Not With Salmonella Using FTIR Spectroscopy and Machine Learning. Front. Microbiol. 11 : 623788.doi : 10.3389/fmicb.2020.623788, p : 17.

-Denis, F., Ploy, M.C., Martin, C., Bingen, E., Quentin, R. (2011). Bactériologie médicale techniques usuelles, 2^{ème} édition, Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés, Paris, p : 615.

G

-Gouasmia, R., Hechachenia, M. (2015). Usage des antibiotiques en élevage et risque sur la santé humaine. Mémoire de Master en Biologie. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université 8 mai 1945. Guelma, p : 84.

H

-Hadjou, I., Sedrati, I. (2018). Evaluation de la résistance aux antibiotiques des entérobactéries : cas de β -lactamases à spectre étendu (BLSE). Mémoire de Master en Biologie. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Larbi Ben M'hidi. Oum el Bouaghi, p : 117.

-Hamiche, B., Benameur, F. (2019). Profils d'antibiorésistance et essais de détection de facteurs de virulence de souches d'*Escherichia coli* d'origine aviaire. Mémoire de Master en Science Biologique. Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou, p : 109.

-Halfaoui, Z. (2015). Isolement et identification des *Escherichia coli* pathogènes d'origine aviaire, sérotypage et recherche de la résistance aux antibiotiques. Mémoire de Magister en Sciences Vétérinaires. Institut des Sciences Vétérinaires. Université de Blida -1-, p : 119.

-Halfaoui Z., Menoueri NM., Bendali LM. Serogrouping and antibiotic resistance of *Escherichia coli* isolated from broiler chicken with colibacillosis in center of Algeria, Vet World. 2017, 10(7) : 830-835.

-Hammal, A., Lamri, B.A. (2014). Enquête sur l'utilisation des antibiotiques en élevage Bovin laitier de la région de Djelfa et Laghouat. Projet fin d'étude de Docteur Vétérinaire. Institut des Sciences Vétérinaire. Université de Blida, p :71.

Konig, H., Korbel, k., Liebich, H. (2016). Avian anatomy Test book and colour Atles 2nd edition, p: 111.

I

-Ibrahim, W.A., Marouf, S.A., Erfan AM., Nacef, S.A., El Jakee, J.K. The occurrence of disinfectant and antibiotic resistant genes in *Escherichia coli* isolated from chickens in Egypt. *Vet World*, 2019, 12 : 141-145.

K

-Kirouani, M., Kechida, A. (2015). La recherche des résidus d'antibiotiques dans le foie du poulet de chair dans la wilaya de Médéa. Mémoire de Docteur Vétérinaire. Université de Blida -1-, p : 76.

-Kaddouri, M., Ameer, A. (2018). Contribution à l'étude des résidus des antibiotiques dans le foie des volailles par la méthode de quatre boites. Mémoire Master en Biologie. Faculté des Sciences. Université Molay Taher. Saida, p : 82.

-Kemache, N., Tartar, H., Zedairia, R. (2021). Utilisation des antibiotiques en élevage et impact sur la santé publique. Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. Université de Tébessa. Tébessa, p : 50.

L

-Laribi, F. (2020). Réalisation d'antibiogramme sur isolement d'*E. coli* aviaire. Mémoire de Master complémentaire en Sciences Vétérinaires. Institut des Sciences Vétérinaires. Université Ibn Khaldoun. Tiaret, p : 99.

-Lezzar, N. (2017). Etudes comparatives des souches d'*Escherichia coli* aviaires et humaines. Thèse de Doctorat en Sciences Vétérinaire. Institut des Sciences Vétérinaire. Université Des Frères Mentouri. Constantine 1, p : 341.

M

-Messaoudi, B. (2016). Aspects pathologiques et valeur diagnostique des lésions du foie chez la volaille. Projet de Docteur Vétérinaire. Institut des Sciences Vétérinaires. Université Saad Dahleb. Blida -1-, p : 93.

-Maris, S. (2016). Caractérisation de souches d'*Escherichia coli* pathogènes urinaires provenant de Guadeloupe : portrait de la diversité des facteurs de virulence présents.

Mémoire du Grade de Maitre en Sciences en Microbiologie Appliquée. Institut Armand Frappier, p: 113.

-**Michaelakers, R., Michaeldenbow, D. (2008).** Anatomy and physiology of domestic animals, First édition.

-**Mendaci, A., Mihoubi, S. (2015).** Profil de sensibilité aux antibiotiques des Entérobactéries uropathogènes (*Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae*). Mémoire de Master en Sciences Biologique. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Des Frères Mentouri. Constantine, p : 88.

-**Meziane, H. (2019).** Usage des antibiotiques en filière avicole. Projet fin d'étude de Docteur Vétérinaire. Institut des Sciences Vétérinaires. Université Ibn Khaldoun. Tiaret, p : 105.

-**Muller, A. (2018).** Bon usage des antibiotiques : résultats d'action dans différents types d'établissements de santé. Médicaments. Université Bourgogne Franche-Comté. Français, p: 194.

-**MacFaddin, J.F. (2000).** Biochemical Test for Identification of Medical Bacteria. 2nd ed. William and Wilkins Comp. Baltimore.

N

-**Nacef, O., Tali, Z. (2019).** Isolement et identification d'*Escherichia coli* aviaire dans la région de Bouira et Boumerdas. Projet de Docteur Vétérinaire. Institut des Sciences Vétérinaire. Université Saad Dahleb. Blida -1-, p : 67.

-**Nahdi, S. (2016).** Caractérisation des bactéries Psychotropes de deux types aliments (Viande de Volaille et de Poisson Sardine). Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Des Frères Mentouri. Constantine, p : 72.

P

-**Pantel, A. (2015).** Multirésistance des entérobactéries aux antibiotiques modulations de l'influx et de l'efflux membranaires chez *Escherichia coli* ST131. Médecine humaine et pathologie. Université Montpellier. Français, p : 244.

-**Paul D. Sturkie. (1998).** Sturkie's avian physiology, 3^{ème} édition, p : 675.

Q

-Quévy, R. (2023). Etude des niveaux d'antibiorésistance chez les colibacilles agents de diarrhées néonatales chez le veau : état des lieux une dizaine d'années après la première étude réalisée dans l'allier entre 2011 et 2013. Thèse de Docteur Vétérinaire. Faculté de Médecine de Créteil. Ecole Nationale Vétérinaire ALFORT. Paris, p : 152.

R

-Rettab, S., Lamraoui, K. (2018). Caractérisation phénotypique de la résistance aux antibiotiques des souches d'*Escherichia coli* ; isolées à partir du lait de vache cru. Mémoire de Master en Biologie. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Larbi Ben M'hidi. Oum el Bouaghi, p : 62.

-Redjem, R., Meghezzi, Y. (2017). Place d'*Escherichia coli* dans les infections nosocomiales. Mémoire de Master en Sciences Biologiques. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Des Frères Mentouri. Constantine, p : 93.

S

-Smati, M. (2014). Place de la structure génétique de l'espèce *Escherichia coli* dans l'état de son commensalisme intestinal et dans l'expression de sa virulence. Thèse de Docteur en Sciences De La Vie et De La Santé. Université Paris 13 Nord Sorbonne Paris cite, p: 217.

-Siguerdjidjene, R., SidMohand, A. (2020). Utilisation des antibiotiques dans les Élevages de poulet de chair et pratique de l'antibiogramme dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Projet fin d'étude de Docteur Vétérinaire. Institut des Sciences Vétérinaires. Université Saad Dahlab. Blida -1-, p: 70.

-Sarba EJ., Kelbesa KA., Bayu MD., Gebremedhin EZ., Borena BM., Teshale A. Identification and antimicrobial susceptibility profile of *Escherichia coli* isolated from backyard chicken in and around ambo, Central Ethiopia. BMC VetRes. 2019, 15 : 85.

-Sahi, L., Sami, T. (2023). Etude du risque de contamination des carcasses et du foie de poulet par les germes (*Escherichia coli* et *Salmonelle* spp) et par les résidus d'antibiotiques. Mémoire de Master en agro-alimentaire et contrôle de qualité. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou, p : 89.

T

-Toure, A.M. (2022). Etude de la résistance aux antibiotiques des bacilles à Gram négatif non fermentaires au laboratoire Biotech de Bamako. Thèse de Docteur en Pharmacie. Faculté de Pharmacie. Université des Sciences Des Techniques et Des Technologies. Bamako, p : 99.

-Tap, J. (2004). Caractérisation moléculaire des *Escherichia coli* O111 et diversité des souches isolées en France. Microbiologie et Parasitologie, p: 45.

X

-Xu X, Sun Q, Zhao L. Virulence factors and antibiotic resistance of avian pathogenic *Escherichia coli* in eastern China. J VetRes. 2019, 63: 317-320.

Y

-Yala, D., Merad, A.S., Mohamedi, D., Ouarkorich, M.n. (2001). Classification et mode d'action des antibiotiques. *Medicine de Maghreb*, n°91, p: 08.

-Yang SC., Lin CH., Aljuffali IA., Fang JY. Current pathogenic *Escherichia coli* food borne outbreak cases and therapy development. *ArchMicrobiol.* 2017 Aug;199(6):811-825. doi: 10.1007/s00203-017-1393-y. Epub 2017 Jun 9. PMID: 28597303.

-Yoon MY., Lee YJ. Molecular characteristics of avian pathogenic *Escherichia coli* serotype O78 in Korea J. Prev. Vet. Med. 2020, 44(1): 40-43.

Z

-Zebbar, M. (2022). La colibacillose chez poulet de chair synthèse bibliographique. Mémoire de Docteur Vétérinaire. Institut des Sciences Vétérinaires. Université Saad Dahleb. Blida-1-, p : 62.

-Zidani, A. (2011). Diagnostic biologique, histologique et physiopathologie de l'hépatite C chez des malades de la région de BATNA. Mémoire de Magister en Biologie. Faculté des Sciences. Université El Hadj Lakheder. Batna, p : 115.

-Zemmiri, S., Merarsi, H. (2014). Contrôle hygiénique et microbiologique du poulet utilisé au niveau du catering d'Air Algérie. Mémoire de Master en Biologie. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université de Blida 1, p: 90.

-Zaefarian F., Abdollahi MR., Cowieson A., Ravindran V. Avian Liver: The Forgotten Organ. *Animals (Basel)*. 2019 Feb15;9(2):63. doi: 10.3390/ani9020063. PMID :30781411 ; PMCID : PMC6406855

Annexes

Annexes 01 : Table de lecture de galerie Api 20 E

Microtube	Substrat :	Caractère recherché	Révéléateur	Lecture directe ou indirecte Test (si nécessaire)	Résultat -	Résultat +
ONPG	ONPG = Ortho-Nitro-Phényl-Galactoside	Béta galactosidase		Lecture directe		
ADH LDC ODC	Arginine Lysine Ornithine	Arginine Dihydrolase Lysine Décarboxylase Ornithine Décarboxylase	Rouge de phénol	Lecture directe		
CIT	Citrate	Utilisation du citrate	BBT	Lecture directe		
H ₂ S	Thiosulfate de sodium	Production d'H ₂ S	Fe III	Lecture directe		
URÉ	Urée	Uréase	Rouge de Phénol	Lecture directe		 
TDA	Tryptophane	Tryptophane désaminase		Lecture indirecte		 
IND	Tryptophane	Tryptophanase ou production d'indole		Lecture indirecte	 	 
VP	Pyruvate de sodium	production d'acétoïne (3-hydroxybutanone)		Lecture indirecte		 
GEL	Gélatine	gélatinase	Particules de charbon	Lecture directe		
GLU à ARA = zymogramme	Substrat carboné (glucide)	Utilisation de substrats carbonés (glucides)	BBT	Lecture directe		
NO ₂ ⁻/N ₂	Nitrates (NO ₃ ⁻)	Nitrate réductase		Lecture indirecte		

Annexes 02 : Matériels utilisés



A



B



C



D



E



F



G



H



I

A : Auto clave

B : Bec bunsen

C : Etuve

D : Microscope optique

E : Balance

F : Disques d'antibiotiques

G : Huile de paraffine

H : Écouvillons

I : Réactifs V.P.1 ; V.P.2, T.D.A et KOVAC'S

Annexes 03 : Compositions des milieux de culture utilisés

1. Eau peptonée tamponnées

- Peptone 10,00 g
- Chlorure de sodium 5,00 g
- Phosphate disodique anhydre 3,57 g
- Phosphate monopotassique anhydre 1,50 g
- PH final 7,0 +/- 0,2



Gélose EMB agar

- Peptone 10 g/l
- Lactose 10 g/l
- Phosphate dipotassium hydrogène 2 g/l
- Bleu de méthylène 0,065 g/l
- Eosine Y 0,4 g/l
- Agar 15 g/l
- PH final..... 7,14+/- 0,2 (à 37°C)



2. Gélose Mueller Hinton

- Hydrolysate acide de caséine (peptone) 17,5 g
- Infusion de viande 2,0 g
- Amidon soluble 1,5 g
- Agar agar bactériologique 17,0 g
- PH 7,3 +/- 0,2 (à 25° C)



3. Gélose MacConkey agar

- Digestion pancréatique de gélatine..... 17,0 g
- Lactose monohydraté 10,0 g
- Chlorure de sodium 5,0 g
- Peptones (viande et caséine)..... 3,0 g
- Les sels biliaires 1,5 g
- Rouge neutre 0,030 g
- Violet cristallisé 0,001 g
- Gélose bactériologique 13,5 g
- PH final 7,1 +/- 0,2 (à 25° C)

