



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature
et de la vie
Département des sciences de la nature et de la
vie Filière : Sciences biologiques

Référence Juin / 2025

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté et soutenu par :

Mansouri Hamlaoui et Harabi Abderrahmane

Le : jeudi 18 juin 2025

Résistance aux antibiotiques *d'Echirichia coli* isolée à La viandes de volaille

Jury :

Dr.	RIMA RECHID	Pr	Univ Mohamed Khider de	Président
			ra	
Dr.	TOUFIK AMAIRI	Pr	Univ Mohamed Khider de	Encadrant
			ra	
Dr.	HAKIM HEBAL	Pr	Univ Mohamed Khider de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2024/2025

Remercîment

A l'issu de ce modeste travail, nous tenons à remercier ALLAH le tout
Puissant, le tout
Miséricordieux, de nous avoir permis d'atteindre ce niveau d'étude et pour nous
avoir
Donné la santé, la force, le courage et la volonté d'achever notre humble
recherche.

Nous remercions et exprimons notre reconnaissance au Docteur **AMIRI
TOUFIK**,
Maître conférence au département de Biologie, Université Mohamed Khider -
Biskra,
Pour avoir accepté de nous encadrer, pour ses précieux conseils, ses
observations et sa
Disponibilité qui nous ont été d'une grande utilité tout au long de ce travail.

Des remerciements également aux Membres du Jury, président et examinateur,
pour l'intérêt
Qu'ils ont porté à notre modique étude et pour avoir accepté d'examiner,
d'évaluer et
D'enrichir par leurs propositions, cette recherche.

Dédicace

C'est l'occasion de dédier ce travail à la source de mon bonheur, au secret de ma force et au soutien de ma vie. Je m'adresse aux personnes les plus chères au monde : ma mère et mon père, que Dieu leur accorde sa miséricorde, qui ont fait de leur mieux et ont sacrifié leur temps. Je m'adresse également à ma femme et à mes enfants, Maryam, Sara, Nizar et mebrouk, pour leurs encouragements, leur soutien et leur soutien moral. C'est grâce à vous que j'ai écrit cette lettre. Je m'adresse également à mes frères, amis et collègues du lycée djellali larbi d'oum elThyour, à mon cher ami Zeghibib AbdelRahim et à mon collègue Nabil Ben Zetta.

Que Dieu vous protège et prenne soin de vous tous.

Hamlaoui Mansouri

Dédicace

C'est, ici, l'occasion pour dédier ce travail aux
Sources de mes joies, secret de ma force, Le support de ma vie, Les
plus chères
C'est l'occasion de dédier ce travail à la source de mon bonheur, au
secret de ma force et au soutien de ma vie. C'est aussi à mes proches :
ma mère et mon père, que Dieu leur accorde sa miséricorde, qui ont
tout donné, sacrifiant leur temps. C'est aussi à ma femme et à mes
enfants, Baraa, Sajid et Abrar, pour leurs encouragements, leur soutien
et leur soutien moral. C'est grâce à vous que j'ai écrit cette lettre. C'est
aussi à mes frères, amis et collègues de l'Assemblée populaire de de
Wilaya d'El Meghair, présidée par le frère Mourad Khawa, président
de l'Assemblée.

Que Dieu vous protège et prenne soin de vous tous.

Harabi ABDELRAHMANE

Table des matières

Liste des figures	iv
Liste des tableaux	v
Liste d'abréviation.....	vi
Résumé	

Introduction

Introduction	1
--------------------	---

Chapitre I: Revue Bibliographique

Partie 01 : L'importance de la consommation de poulet de chair en Algérie

- 1.1- Définition de la viande blanche.....	5
- 1.2- La différence entre viande rouge et viande blanche.....	5
- 1.3- La Viande blanche et la santé humaine.....	6
- 1.4- Qualité de viande de volaille.....	6

Partie 02 : *Echerihia coli* et la résistance aux antibiotiques

2 -1. Généralité sur les entérobactéries <i>E.coli</i>.....	8
2 -1-1. <i>Escherichia coli</i>	8
2 -1-2. Habitat et écosystème.....	9
2 -1-3. Cycle de vie d' <i>E.coli</i>	9
2 -1.4. Caractères enzymatiques et biochimiques d' <i>E.coli</i>	11
2 -1.5. Caractères antigéniques.....	11
2 -1.6. Sensibilité aux antibiotiques.....	11
2 -2. Résistance antimicrobienne.....	15
2 -2.1. Définition.....	15
2-2.2. Type de résistance.....	16
2 -2.1. Support de la résistance.....	16

2 -2.3. Mécanisme de résistance.....	17
2 -2.4. L'antibiorésistance chez <i>Escherichia coli</i>	18
2 -2.5. Antibiotiques et élevage de poulet.....	18
2 -2.6. Alternatives des antibiotiques en élevage.....	19

Chapitre II: Matériel et méthodes

- I- Matériel et Méthodes	21
1 Prélèvement des organes.....	21
2 Isolement.....	21
3 Purification.....	22
4 Identification... ..	23
5 L'antibiogramme.....	25

Chapitre III: Résultats et discussion

Résultat.....	32
I-1 Isolement et identification des souches <i>E. coli</i>	32
▪ Identification macroscopique... ..	32
▪ Identification microscopique.....	33
▪ Identification biochimiques.....	34
▪ Conclusion générale.....	36

Chapitre IV: Conclusion

Conclusion.....	42
Références	45
Annexes.....	48

Table des tableaux

Tableau 1. Caractères enzymatiques et biochimiques *d'E.coli*.....10

Tableau 2.la Sensibilité aux Antibiotiques des Souches *d'E. coli*34

List des figures

Figure 1. Vue au microscope électronique à balayage d'une culture pure <i>d'E.coli</i> (Futura santé, 2019).....	8
Figure 2. Inoculation de la galerie API 20E (E-monsite, 2016).	26
Figure 3. les étapes des identifications d'E. coli.	28
Figure 4. culture Mac Conkey	30
Figure 5. Identification microscopiques	31
<i>Figure 6.</i> Coloration de Gram négatives.....	31
Figure 7. Milieu TSI (Triple Sugar Iron).....	32
Figure 8. Résultat de la galerie API 20Ed' <i>Echirichia coli</i>	33
Figure 9. resultat de l'antibiogramme	33

List d'abréviation

TSI : Triple sugar iron

MH : Mueller-Hinton

API 20E : Analytical Profile Index aux entérobactéries (E)

DO : Densité optique

H₂O₂ : peroxyde d'hydrogène

H₂S : sulfure d'hydrogène

*-R : résistant.

+ : Réaction positive

- : Réaction négative.

V : Variable.

E. coli : *Escherichia coli*

L'utilisation excessive des antimicrobiens dans l'alimentation des volailles ainsi que dans le traitement de leurs maladies a conduit à une augmentation préoccupante de l'antibiorésistance, devenue aujourd'hui un véritable enjeu en médecine vétérinaire, avec des répercussions majeures sur la santé publique. En effet, la transmission directe de bactéries multirésistantes de l'animal à l'homme, la dissémination des gènes de résistance, ainsi que la présence de résidus d'antibiotiques dans les produits d'origine animale représentent une menace réelle.

Depuis quelques années, les entérobactéries, en particulier *Escherichia coli*, suscitent une inquiétude croissante dans le secteur sanitaire en raison de leur résistance marquée, qui ne cesse de progresser. Les différentes études confirment une augmentation significative de l'incidence de la résistance aux antimicrobiens chez l'*E.coli*. Cette évolution est très probablement liée à une utilisation accrue des antibiotiques, notamment en tant qu'additifs alimentaires pour stimuler la croissance, mais aussi à l'usage inapproprié de ces médicaments dans le traitement des maladies.

The excessive use of antimicrobials in poultry feed and in the treatment of poultry diseases has led to a worrying increase in antibiotic resistance, which has now become a real issue in veterinary medicine, with major repercussions on public health. The direct transmission of multi-resistant bacteria from animals to humans, the dissemination of resistance genes and the presence of antibiotic residues in animal products represent a real threat.

In recent years, enterobacteria, and *Escherichia coli* in particular, have been the subject of growing concern in the health sector, due to their marked and ever-increasing resistance. Various studies confirm a significant increase in the incidence of antimicrobial resistance in *E. coli*. This development is most probably linked to the increased use of antibiotics, notably as feed additives to stimulate growth, but also to the inappropriate use of these drugs in the treatment of disease.

Keywords

Poultry meat - antibiotic resistance - *Escherichia coli*- antibiotics

ملخص

ان الاستخدام المفرط لمضادات الميكروبات في علف الدواجن وفي علاج أمراض الدواجن قد أدى إلى زيادة مقلقة في مقاومة المضادات الحيوية، والتي أصبحت الآن مشكلة حقيقية في الطب البيطري، مع تداعيات كبيرة على الصحة العامة. ويمثل الانتقال المباشر للبكتيريا متعددة المقاومة من الحيوانات إلى البشر، وانتشار جينات المقاومة ووجود بقايا المضادات الحيوية في المنتجات الحيوانية تهديداً حقيقياً.

ومنذ بضع سنوات حتى الآن، تسبب البكتيريا المعوية، ولا سيما *الإشريشيا القولونية*، قلقاً متزايداً في القطاع الصحي بسبب مقاومتها الملحوظة التي لا تزال في ازدياد. تؤكد دراسات مختلفة حدوث زيادة كبيرة في معدل حدوث مقاومة مضادات الميكروبات في *الإشريشيا القولونية*. ومن المحتمل جداً أن يكون هذا التطور مرتبطاً بزيادة استخدام المضادات الحيوية، لا سيما كمضافات غذائية لتحفيز النمو، ولكن أيضاً بالاستخدام غير المناسب لهذه الأدوية في علاج الأمراض.

الكلمات الدالة

لحوم الدواجن - مقاومة المضادات الحيوية - *الإشريشيا القولونية* - المضادات الحيوية

Introduction

Introduction

Escherichia coli (*E. coli*) est une bactérie naturellement présente dans le microbiote intestinal des mammifères, y compris chez l'homme, où elle contribue à l'équilibre de la flore intestinale, à la digestion des nutriments et à la protection contre les agents pathogènes. Cette bactérie joue un rôle essentiel dans le maintien de la santé digestive grâce à ses interactions symbiotiques avec l'hôte. Cependant, certaines souches d'*E.coli* ont acquis des caractéristiques pathogènes, responsables d'infections intestinales ou extra-intestinales telles que les infections urinaires, septicémies, et méningites néonatales. Cette dualité fonctionnelle fait d'*E.coli* un organisme modèle d'étude pour la microbiologie médicale et la recherche sur la résistance aux antibiotiques (Dupont et al., 2019; Martin & Leclerc, 2020).

La résistance aux antibiotiques chez *E. coli* est devenue un enjeu majeur de santé publique au niveau mondial. L'utilisation massive et souvent inappropriée des antibiotiques dans les secteurs médical et vétérinaire a favorisé la sélection et la diffusion de souches résistantes, notamment dans les élevages intensifs. Les bactéries résistantes peuvent se transmettre à l'homme par contact direct avec les animaux ou par la consommation de produits d'origine animale contaminés. Ce transfert inter-espèces complique le traitement des infections bactériennes et augmente la morbidité et la mortalité associées. Les mécanismes de résistance d'*E.coli* incluent la production d'enzymes hydrolysant les antibiotiques (comme les β -lactamases à spectre étendu), les modifications de la cible antibiotique, l'efflux actif des molécules et la diminution de la perméabilité membranaire (ANSES, 2023 ; Bernard et al., 2021).

Des études récentes menées en France entre 2018 et 2023 ont révélé une évolution favorable concernant la résistance aux céphalosporines de troisième génération (C3G) chez *E. coli* isolée dans les élevages de volailles. La prévalence de souches résistantes a fortement diminué, passant de 62,9 % en 2016 à 11,1 % en 2020. Cette amélioration résulte des mesures réglementaires restrictives sur l'utilisation des antibiotiques, de campagnes de sensibilisation auprès des éleveurs et d'un suivi rigoureux par les autorités sanitaires. Ces résultats encouragent la poursuite des stratégies de réduction de la consommation d'antibiotiques en agriculture afin de limiter l'émergence et la propagation des résistances (ANSES, 2023; Bernard et al., 2021).

Malgré cette tendance positive, certaines résistances persistent, en particulier celle médiée par le gène **mcr-1**, conférant une résistance à la colistine. Cet antibiotique, utilisé comme dernier recours en médecine humaine, a vu son usage fortement limité dans l'élevage depuis 2014, ce qui a permis de réduire la prévalence des souches porteuses du gène *mcr-1* à environ 1 % en 2020. Néanmoins, la présence même faible de ce gène reste préoccupante, car il est transmissible horizontalement via des plasmides, ce qui facilite sa diffusion rapide entre bactéries. Ces constats soulignent l'importance d'une surveillance continue et d'une gestion rigoureuse des antibiotiques critiques, afin de préserver leur efficacité (Lemoine et al., 2020).

Par ailleurs, les rapports récents de l'EFSA et du Centre européen de prévention et de contrôle des maladies (ECDC) mettent en lumière une persistance préoccupante des résistances aux fluoroquinolones, notamment la ciprofloxacine, chez les souches d'*E.coli* isolées dans le secteur avicole européen. Ces résistances compliquent le traitement des infections humaines, car les fluoroquinolones sont largement prescrites en médecine pour leurs propriétés efficaces contre les infections urinaires et gastro-intestinales causées par *E. coli*. Cette situation illustre la complexité du défi de la résistance, qui nécessite une coordination renforcée entre les secteurs de la santé humaine, animale et environnementale (EFSA & ECDC, 2025; Dubois, 2024).

Face à ces enjeux, l'approche « One Health » apparaît comme une stratégie intégrée essentielle pour lutter contre la résistance aux antibiotiques. Elle encourage une collaboration multisectorielle visant à mieux

comprendre les interactions entre l'homme, l'animal et l'environnement. La réduction raisonnée et ciblée de l'usage des antibiotiques, combinée à des pratiques agricoles durables et à une surveillance épidémiologique renforcée, constitue la clé pour freiner la propagation des résistances bactériennes et protéger la santé publique (Durand & Petit, 2024).

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une étude approfondie visant à mieux comprendre la présence et la résistance aux antibiotiques de *Escherichia coli* dans la viande de poulet. Cette bactérie, en tant qu'indicateur clé de la qualité sanitaire et de la contamination bactérienne, représente un enjeu majeur pour la santé publique, notamment en raison de son potentiel à développer des résistances antimicrobiennes. Notre démarche s'inscrit donc dans une double perspective : une approche locale ciblée sur les échantillons de viande de poulet, ainsi qu'une contribution aux efforts globaux de lutte contre la résistance aux antibiotiques.

Le manuscrit est structuré en trois parties principales. La première partie consiste en une revue bibliographique détaillée portant sur la biologie et l'écologie d'*E.coli*, son rôle dans la chaîne alimentaire, l'utilisation des antibiotiques dans l'élevage avicole, et les mécanismes de résistance développés par cette bactérie. La deuxième partie décrit les outils, matériaux et méthodes expérimentales utilisés pour le prélèvement des échantillons, l'isolement et l'identification des souches d'*E.coli*, ainsi que les tests de sensibilité aux antibiotiques effectués. La troisième partie présente les résultats obtenus, suivis d'une analyse critique et d'une discussion qui met en perspective ces données par rapport aux enjeux sanitaires actuels. La conclusion résume les points clés de l'étude et propose des pistes pour des recherches futures.

Objectifs

L'objectif principal de cette recherche est d'évaluer la prévalence d'*Echirichia coli* dans la viande de poulet, ainsi que son profil de résistance aux antibiotiques. Plus spécifiquement, ce travail vise à :

Procéder à l'isolement des souches d'*E.coli* à partir d'échantillons de viande de poulet afin de détecter leur présence.

Identifier avec précision les différentes souches isolées grâce à des méthodes biochimiques fiables.

Caractériser le profil de résistance de ces souches aux antibiotiques couramment utilisés, afin d'évaluer les risques pour la santé publique et d'apporter des informations utiles pour la gestion et la prévention de la résistance antimicrobienne.

Cette étude ambitionne ainsi de fournir des données pertinentes sur la circulation des souches résistantes d'*E.coli* dans les produits avicoles, contribuant à une meilleure maîtrise de ce phénomène préoccupant.

Chapitre I

Revue bibliographique

Partie 1: L'importance de la consommation de poulet de chair en Algérie..**1.1 Définition,**

Le poulet de chair (*Gallus gallus domesticus*) est une volaille domestique élevée principalement pour la production de viande. Il s'agit d'un oiseau omnivore appartenant à l'ordre des Galliformes. Depuis plusieurs décennies, la volaille représente la principale source de viande blanche consommée à l'échelle mondiale, notamment grâce à sa rapidité de croissance, sa bonne efficacité alimentaire et ses qualités nutritionnelles appréciées.

En Algérie, le secteur avicole constitue un pilier de la sécurité alimentaire nationale. Il assure environ 70 % de la consommation de protéines animales, avec une production annuelle dépassant 400 000 tonnes de viande de poulet, selon l'ONAB (Office National des Aliments de Bétail, 2023).

1.2 Composition nutritionnelle de la viande de poulet

La viande de poulet, notamment celle issue de la poitrine (blanc), est reconnue pour sa haute valeur nutritive. Elle est particulièrement riche en protéines et pauvre en lipides, ce qui en fait un aliment recommandé dans les régimes diététiques et équilibrés.

Valeurs moyennes pour 100 g de viande de poulet crue (sans peau) :

- Protéines : 21–24 g → protéines de haute qualité, avec tous les acides aminés essentiels.
 - Lipides : 1,5–7 g → moins élevés dans le blanc ($\approx 1,5$ g), plus dans la cuisse (≈ 6 –7 g).
 - Calories : 110–165 kcal.
 - Eau : 70–75 % → facteur favorisant la croissance microbienne.
 - Minéraux : phosphore, potassium, fer héminique, zinc, sélénium.
 - Vitamines : B3 (niacine), B6, B12, faibles quantités de vitamine D.
- (Source : ANSES-CIQUAL, 2023 ; FAO, 2021)

1.3. Viande blanche et la santé humaine :

Cette viande est préconisée dans le cadre d'un régime pauvre en graisses, notamment pour aider à contrôler le taux de cholestérol. Elle est également recommandée aux sportifs ainsi qu'à ceux qui souhaitent maintenir une silhouette élancée et une bonne condition physique (Boukhalfa, 2006).

1.3.1. Maladies cardiovasculaires :

Des recherches menées chez l'humain montrent que favoriser la consommation de viandes plus maigres, comme le poulet, au détriment de celles riches en gras saturés, peut améliorer le profil lipidique sanguin. Cette amélioration constitue un atout dans la prévention des maladies cardiovasculaires. Cet effet bénéfique a été constaté chez des individus souffrant de divers problèmes de santé, tels qu'un excès de cholestérol, un surpoids ou un diabète de type 2 accompagné de complications rénales (Lecerf J.M, 2001).

1.3.2 Diabète de type 2 :

Il est bien établi que le diabète augmente le risque de complications rénales, et que tant la qualité que la quantité des protéines ingérées peuvent avoir un impact sur la fonction rénale. Chez des personnes atteintes de diabète de type 2, des chercheurs ont constaté qu'un remplacement de la viande rouge par du

poulet pendant quatre semaines entraînait une amélioration significative de plusieurs indicateurs de la fonction rénale. Cependant, les mécanismes sous-jacents à cet effet restent encore mal compris (Tenenhaus, 1992).

1.4- Qualité de viande de volaille :

La qualité de la viande de volaille dépend de plusieurs facteurs, allant de l'espèce et la race de l'animal à ses conditions d'élevage, son alimentation, l'abattage, et la conservation. Voici les principaux critères qui déterminent la qualité de la viande de volaille :

- Aspect visuel : une viande saine présente une couleur homogène et une texture ferme (INRAE, 2020)
- Jutosité et tendreté : influencées par la rétention d'eau, l'alimentation et les conditions d'élevage (FAO, 2019).
- Goût et arôme : généralement meilleurs chez les volailles élevées en plein air avec une alimentation naturelle (ITAVI, 2021).
- Valeur nutritionnelle : riche en protéines maigres, faible en graisses saturées, avec des vitamines B et des minéraux (ANSES, 2022).
- Sécurité sanitaire : garantit l'absence de pathogènes ou de résidus chimiques, surtout avec les viandes certifiées (Ministère de l'Agriculture, 2023).
- Labels de qualité : comme Label Rouge ou Agriculture Biologique, qui assurent qualité gustative et bien-être animal (FranceAgriMer, 2022).

Partie2 : *Echerihia coli* et la résistance aux antibiotiques

2.1. Généralité sur les entérobactéries *E coli*

2.1.1. *Echirichia coli*

Echirichia coli est l'une des espèces bactériennes les plus étudiées et les mieux connues du monde microbiologique. (Selon Whitman *et al.* 1998), cette notoriété s'explique par son caractère ubiquitaire, représentant une population estimée à environ 10^{20} individus sur Terre. *E. coli* appartient à la famille des *Enterobacteriaceae*. Ce sont de courts bacilles Gram négatif, mobiles grâce à des flagelles péritriches, anaérobies facultatifs, non sporulés, mesurant entre 2 et 4 μm de long pour un diamètre d'environ 0,6 μm (Figure 1). Ils fermentent divers sucres, mais leur capacité à fermenter le lactose avec production de gaz constitue un trait distinctif. Parmi leurs caractéristiques, on note également leur capacité à se multiplier à 44 °C (avec un optimum à 40 °C et une limite supérieure à 45,5 °C), la production d'indole, ainsi que l'activité β -glucuronidase. La classification sérologique des souches d'*E.coli* repose sur la diversité de leurs antigènes : 173 antigènes somatiques (O), 56 antigènes flagellaires (H) et 80 antigènes capsulaires (K) (Feng, 2001 ; Eslava *et al.*, 2003).

Le genre *Echirichia* regroupe cinq espèces : *E. fergusonii*, *E. hermannii*, *E. vulneris* et *E. blattae*, cette dernière ayant été isolée chez les blattes. Ces espèces se distinguent les unes des autres par leurs caractéristiques phénotypiques et leur profil d'hybridation ADN/ADN. En revanche, *E. coli* présente une grande similitude génétique avec les bactéries du genre *Shigella*, tant sur le plan de l'hybridation ADN que de leur pouvoir pathogène. De plus, certains sérotypes partagent des antigènes O très proches entre *E. coli* et *Shigella* (Meunier, A. 2022).

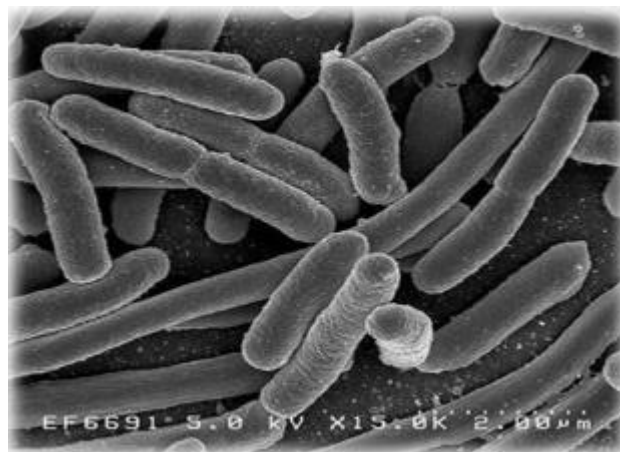


Figure 1. Vue au microscope électronique à balayage d'une culture pure d'*E.coli* (Futura santé, 2019)

2.1.2. Habitat et écosystème

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 2018), *Echirichia coli* (*E. coli*) est une bactérie commensale fréquemment présente dans le tube digestif de l'être humain et des animaux à sang chaud. La majorité de ses souches sont inoffensives, mais certaines peuvent être à l'origine d'intoxications alimentaires graves.

E. coli constitue l'espèce dominante de la flore bactérienne facultativement aérobie-anaérobie du système digestif chez l'homme et de nombreuses espèces animales. En théorie, la combinaison des antigènes de surface, flagellaires et capsulaires permet de distinguer environ 700 000 variantes d'*E.coli*. Bien que la grande majorité appartienne à la flore intestinale normale, certaines souches peuvent acquérir des facteurs de virulence spécifiques et provoquer des infections, qu'elles soient intestinales ou extra-intestinales, comme des méningites ou des infections urinaires (Mariani-Kurkdjian et É. Bingen, 2012).

La simple présence des populations d'*E.coli* dans l'intestin entraîne une compétition pour l'espace et les ressources nutritives, ce qui limite l'implantation d'autres espèces bactériennes. Chez les oiseaux, 10 à 15 % des souches pathogènes d'*E.coli* peuvent rester inoffensives dans le tractus intestinal. Dès la naissance, cette bactérie colonise principalement la partie distale de l'iléon et le côlon, bien que sa concentration y demeure faible, étant environ mille fois inférieure à celle d'autres micro-organismes (Robert, L. 2010).

Il s'agit de l'espèce la plus répandue au sein de la flore fécale humaine. Sa détection dans l'eau est généralement interprétée comme un indicateur de contamination d'origine fécale. Cette omniprésence peut être attribuée à la grande diversité de l'espèce.

2.1.3. Cycle de vie d'*E.coli*

Le cycle de division chez les bactéries est étroitement lié à la croissance cellulaire. Chez *E. coli*, l'ensemble de l'information génétique est porté par une unique molécule d'ADN double brin de forme circulaire, formant son chromosome. Avant qu'une cellule ne se divise, ce chromosome doit d'abord être répliqué, puis les deux copies doivent être séparées physiquement à l'intérieur de la cellule. Cela garantit que chacune des cellules filles issues de la division reçoive une copie complète du chromosome (Picard, 2020).

Le cycle cellulaire correspond à l'ensemble des événements qui se déroulent entre deux divisions cellulaires. Il se divise en deux grandes phases : une phase de croissance, dont la durée est variable, au cours de laquelle l'ADN est répliqué, et une phase de division, plus courte et de durée constante (environ

20 minutes). Chez la bactérie *Escherichia coli*, ce cycle commence lorsque la cellule se sépare de sa cellule sœur, et se termine par la formation de deux nouvelles cellules filles

La première étape du cycle est l'élongation de la cellule sans modification de son diamètre, ce qui lui permet de doubler sa longueur initiale : c'est la phase de croissance (Figure 2). Comme le diamètre reste constant, on peut en déduire que la masse de la cellule double également, la bactérie ayant une forme cylindrique. Durant cette phase, l'ADN est dupliqué et de nombreuses protéines impliquées dans la division cellulaire sont synthétisées. Si la réplication de l'ADN est bloquée, la division ne peut pas avoir lieu, et la cellule continue à s'allonger anormalement, formant un long filament. Quelles que soient les conditions de culture ou la durée du cycle, la division cellulaire débute presque toujours environ 20 minutes avant la fin de la réplication de l'ADN (Gilbert, 1996).

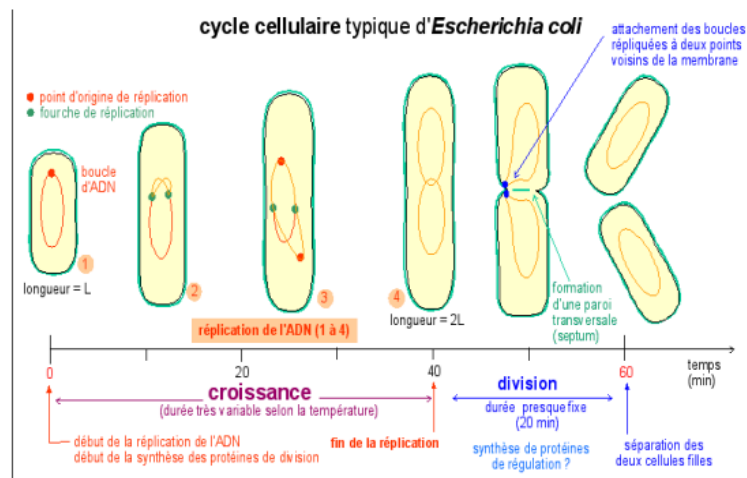


Figure 2 : Cycle cellulaire d'*Escherichia coli* (Prescott, 1995).

2.1.4. Caractères enzymatiques et biochimiques d'*E.coli*

Le tableau 1 ci-dessous présente les principales caractéristiques enzymatiques et biochimiques de la bactérie *Escherichia coli*.

Caractères	Oxydase	Catalase	ONPG	Nitratase	Mannitol	Sorbitol	TDA	ODC	ADH	LDC	H ₂ S	VP	Inositol	Adonitol	Indole	Malonate
+	-	+	+	+	+	+	-	V	-	V	-	-	-	-	+	-

Tableau 1.Caractères enzymatiques et biochimiques d'*E.coli*.

(+ : Réaction positive / - : Réaction négative / V : Variable).

2.1.5. Caractères antigéniques

L'antigène somatique O, qui détermine le sérotype, se trouve dans les lipopolysaccharides localisés sur la paroi des bactéries à Gram négatif. L'antigène H, de nature protéique, est associé au flagelle (ciliature péritriche) et participe à la mobilité bactérienne. Quant à l'antigène de surface K, il n'est pas toujours exprimé ; lorsqu'il est présent, il peut empêcher l'agglutination de l'antigène O.

2.1.5.1. L'antigène O

L'antigène O, également appelé antigène somatique (du grec *soma* signifiant « corps »), constitue l'élément spécifique du LPS de type *smooth*. Il se situe à l'extrémité la plus externe du LPS, formant ainsi la zone de contact entre la bactérie et son environnement. Sur le plan structural, l'antigène O résulte de la polymérisation de blocs de sucres appelés « unités O ». Chaque unité O est produite par une voie biosynthétique propre et bien définie.

Il existe plus de 150 antigènes somatiques, constitués de lipopolysaccharides complexes. Aujourd'hui, certains laboratoires d'analyses médicales utilisent la technique d'agglutination avec des sérums spécifiques pour identifier le sérotype. Toutefois, cette méthode présente plusieurs limites : le nombre croissant de sérums nécessaires, les réactions croisées entre les antigènes O d'*E.coli*, *Shigella* et *Salmonella*, ainsi que la variation de la consistance des colonies (passant d'une texture crémeuse à une texture rigide), ce qui peut entraîner une absence de synthèse de l'antigène O. Les gènes responsables de la synthèse enzymatique de l'antigène O sont regroupés dans le cluster génétique **rfb**. Ce groupe peut être amplifié de manière spécifique à l'aide d'amorces, puis soumis à une digestion enzymatique par l'endonucléase **MboII**. L'électrophorèse permet alors d'obtenir un profil, appelé profil « R », qui correspond à un sérotype particulier d'*E.coli* (Survillane, 1997).

2.1.5.2. Antigènes flagellaires H

Les antigènes H ne permettent pas d'identifier directement les souches pathogènes d'*E.coli*, mais ils revêtent une importance majeure sur le plan épidémiologique. En effet, la détermination de l'antigène H permet de vérifier si plusieurs isolats appartiennent à une même souche. Cet antigène est codé par le gène *fliC*. Les régions terminales N et C de la flagelline sont fortement conservées, tandis que la région centrale, plus variable, confère la spécificité de l'antigène H. Même les souches d'*E.coli* immobiles possèdent le gène *fliC*, bien qu'elles soient incapables de produire un flagelle. Grâce à des techniques de restriction et d'amplification du gène *fliC*, il est possible de typer l'antigène H en comparant les profils génétiques obtenus à une base de données de profils de référence. Par exemple, un profil génétique *fliC* désigné F8 correspondra au type antigénique H8 identifié par sérotypie (Chebly, H. 2022).

2.1.5.3. Antigènes capsulaire ou d'enveloppe K

D'après Survillane, il existe trois types d'antigènes K, identifiés par les lettres L, A et B.

-Antigène L : C'est le plus courant des trois, mais il est thermolabile, c'est-à-dire sensible à la chaleur. Il est détruit en 30 minutes à 100°C. Ce chauffage entraîne une perte de son pouvoir antigénique, de sa capacité à fixer les anticorps ainsi que de son aptitude à masquer l'antigène O.

-Antigène A : Rare, cet antigène est de type capsulaire. On le retrouve notamment chez les souches encapsulées d'*E.coli*, fréquemment impliquées dans les infections urinaires. L'antigène A est très thermostable et ne peut être détruit que par un traitement en autoclave.

-Antigène B : Présent de manière constante chez les *E. coli* entéropathogènes responsables de gastro-entérites infantiles, il possède une thermolabilité intermédiaire. Après 30 minutes à 100°C, il en subsiste encore, mais l'antigène O devient accessible au sérum en raison d'une altération de l'enveloppe bactérienne. La fixation des anticorps reste possible, bien que le pouvoir antigénique diminue progressivement avec le temps de chauffage. (AMELLAL-SAHEB, B. 2001).

2.1.6. Sensibilité aux antibiotiques

Selon Clave (2015), *Echirichia coli* est naturellement sensible aux antibiotiques actifs contre les bacilles à Gram négatif.

β-lactamines:

E. coli appartient au groupe 1. Sa résistance acquise provient principalement du développement de pénicillinases et de céphalosporinases. Bien que rare, certaines souches peuvent également acquérir une carbapénémase. Les récentes recommandations pour le traitement des infections urinaires simples mettent en avant l'intérêt du pivmécillinam, en lien avec la réévaluation du taux de sensibilité d'*E.coli* (inférieur à 20 %). (Oumaima, et .al,2023)

Aminosides

E. coli est naturellement sensible à cette classe d'antibiotiques. Cependant, les variants à petites colonies présentent fréquemment une résistance aux aminosides.

Fluoroquinolones

Les quinolones sont généralement actives contre *E. coli*. La résistance acquise est le plus souvent liée à une modification de la cible. Pour déterminer si la souche présente un profil sauvage ou une résistance acquise, on peut utiliser l'acide nalidixique : les entérobactéries de profil sauvage y sont sensibles.

Autres antibiotiques:

La fosfomycine-trométamol et la nitrofurantoïne conservent un taux de sensibilité élevé et stable vis-à-vis d'*E.coli*.

2.1.7. Plasticité et pathogénicité

Une bactérie pathogène est une bactérie susceptible de provoquer une infection chez un individu en bonne santé, après avoir pénétré dans l'organisme et altéré la structure cellulaire d'un ou de plusieurs tissus. Ce processus conduit au développement d'une maladie infectieuse d'origine bactérienne (Maroua, L. *et al* .2020).

Selon certaines hypothèses, les souches virulentes proviendraient de souches commensales à travers divers mécanismes (Ochman et al., 2000). Parmi ceux-ci, on retrouve l'acquisition de facteurs de virulence via des éléments génétiques mobiles, tels que les îlots de pathogénicité ou encore des plasmides, comme le plasmide de virulence chez *Shigella*. Un autre mécanisme complémentaire consiste en la perte de segments d'ADN, appelés "trous noirs", contribuant également à l'évolution des agents pathogènes (Maurelli et al., 1998).

Le pouvoir pathogène dépend de l'espèce bactérienne impliquée et détermine le type de maladie qu'elle peut provoquer. Il s'agit d'une notion qualitative. En revanche, la virulence correspond à une notion quantitative. Ainsi, des souches appartenant à une même espèce pathogène peuvent présenter des niveaux de virulence différents.

Par exemple, *Shigella dysenteriae* et *Shigella flexneri* peuvent toutes deux causer une dysenterie bacillaire. Cependant, la dose infectieuse diffère : quelques bactéries de *S. dysenteriae* suffisent pour déclencher une infection, tandis qu'il faut plusieurs milliers de *S. flexneri* pour provoquer la même maladie. On considère donc que *S. flexneri* est moins virulente que *S. dysenteriae*.

À noter que certaines bactéries pathogènes peuvent également faire partie de la flore normale (Minor, 1993).

Le génome d'*Echirichia coli* contient entre 4 200 et 5 500 gènes, tandis que l'ensemble de l'espèce en recense environ 20 000 (Touchon *et al.*, 2009). Cette diversité génétique témoigne de la remarquable capacité d'adaptation des différents clones d'*E.coli* aux milieux variés qu'ils doivent coloniser, y survivre et s'y multiplier. Par exemple, dans le cadre du commensalisme intestinal, certains clones inhibent la croissance de leurs concurrents grâce à la production de colicines, échappent à la prédation des phagocytes ou des amibes par des structures de surface protectrices, et exploitent efficacement les nutriments disponibles, comme le gluconate présent dans l'intestin (Chang *et al.*, 2004).

La pathogénicité bactérienne est aujourd'hui reconnue comme le résultat d'un processus multifactoriel impliquant une multitude de gènes de virulence. Ceux-ci sont fréquemment situés sur des éléments génétiques mobiles tels que les plasmides, les transposons ou les bactériophages. Ils peuvent également être organisés en îlots de virulence sur l'ADN chromosomique, dont l'expression est finement régulée. Cette régulation permet à la bactérie de mieux adhérer aux cellules hôtes, d'envahir les tissus et de coloniser des niches spécifiques.

Certaines niches écologiques sont inaccessibles ou hostiles aux souches commensales *d'E.coli*. Dans ce contexte, la pathogénicité peut représenter un avantage sélectif. Ainsi, pour qu'une souche *d'E.coli* devienne pathogène, elle doit probablement acquérir et sélectionner des gènes de virulence via des mécanismes de recombinaison ou de transfert génétique non spécifiques (Contributeurs de Wikipédia, 2020).

Les plasmides, bactériophages, transposons et îlots génomiques jouent un rôle majeur dans la plasticité des génomes bactériens. L'intégration de ces éléments d'ADN mobiles et accessoires favorise l'émergence de variants pathogènes ou non pathogènes. De plus, des réarrangements génétiques, des délétions ou des mutations ponctuelles peuvent modifier l'expression des gènes, inactiver ou éliminer certains facteurs de virulence et de résistance (Dobrindt *et al.*, 2004).

Le séquençage complet du génome de plusieurs souches *d'E.coli* a révélé la présence de nombreuses séquences d'insertion (IS), de séquences issues de bactériophages, ainsi que d'autres régions génomiques atypiques, illustrant la remarquable plasticité génétique de ce genre bactérien. Les isolats cliniques *d'E.coli* présentent généralement des génomes plus volumineux que les souches non pathogènes de laboratoire, dont le génome mesure environ 4,63 Mb. Ce différentiel souligne que la pathogénicité chez *E. coli* repose principalement sur l'acquisition de gènes de virulence. Il est possible que cette acquisition soit favorisée par une capacité accrue à muter. En effet, plus de 1 % des isolats *d'E.coli* ou de *Salmonella* responsables d'intoxications alimentaires sont des « mutateurs », caractérisés par un taux de mutation élevé, souvent lié à des déficiences dans certains systèmes de réparation de l'ADN (Contributeurs de Wikipédia, 2020).

2.2. Résistance antimicrobienne

2.2.1.1 Définition

La résistance bactérienne correspond à l'inefficacité croissante des antibiotiques, due à l'élévation progressive de la concentration minimale inhibitrice (CMI) nécessaire pour stopper la croissance bactérienne. Elle peut entraîner un échec thérapeutique lorsque la CMI dépasse la concentration atteinte au

site de l'infection. Bien que la hausse modérée de la CMI n'empêche pas immédiatement l'efficacité du traitement, elle constitue un signal d'alerte pour une future résistance plus sévère (Baroudi, D. *et al.* 2023)

L'antibiorésistance représente aujourd'hui un défi majeur pour la santé publique. Elle compromet l'efficacité des traitements contre les infections microbiennes, rendant certaines d'entre elles difficiles, voire impossibles, à soigner avec les antibiotiques actuels. Les données de surveillance révèlent une hausse des infections provoquées par des bactéries pathogènes résistantes dans de nombreux pays (Eaess, 2007). Cette situation est principalement liée à une utilisation excessive et inappropriée des antibiotiques, tant en médecine humaine que vétérinaire, ainsi qu'en agriculture, élevage et aquaculture (Kada, C. *et al.* 2019)

2.2.2. Type de résistance

L'antibiorésistance peut être naturelle, propre à une espèce, ou acquise via mutation ou transfert génétique. La flore intestinale humaine et animale constitue un important réservoir de bactéries résistantes. Ce milieu favorise le transfert de gènes de résistance entre différentes espèces. (Benyoub, S. *et al.* 2021)

On distingue ainsi deux formes principales de résistance aux antibiotiques :

a. Résistance naturelle

La résistance intrinsèque, également appelée insensibilité naturelle, correspond à une capacité innée, codée dans le génome d'une espèce bactérienne, à résister à un antibiotique donné. Cette forme de résistance est présente même chez des bactéries n'ayant jamais été exposées à l'antibiotique en question. Elle peut s'expliquer, par exemple, par l'incapacité de la molécule à pénétrer dans la cellule bactérienne (Moellering *et al.*, 1971).

b. Résistance acquise

La résistance acquise ne concerne que certaines souches d'une espèce bactérienne. Bien qu'elle soit généralement moins stable que la résistance naturelle, elle peut se propager rapidement dans les populations bactériennes. Elle est liée à des modifications du patrimoine génétique de la bactérie, lui permettant de survivre à des concentrations d'antibiotiques qui seraient normalement létales pour les souches sensibles. Ce phénomène a été observé dès les débuts de l'utilisation des antibiotiques (Lozniewski *et al.*, 2010).

2.2.2.1. Support de la résistance

a-Résistances chromosomiques

Ces résistances résultent de mutations survenant dans l'ADN chromosomique lors de la réplication. La mutation peut affecter divers aspects du métabolisme bactérien et, si elle altère le site cible de l'antibiotique, celui-ci perd alors son efficacité. On parle dans ce cas de mutants résistants. Ces mutations sont rares, apparaissent spontanément en l'absence d'antibiotique, sont spécifiques, transmissibles héréditairement et peuvent être réversibles (Pebret, 2003).

b- Résistances extra chromosomiques

Ce type de résistance, considéré comme le plus important, est dû à l'acquisition par la bactérie de gènes portés par des éléments génétiques mobiles tels que les plasmides ou les transposons. Ces gènes codent pour de nouvelles protéines qui confèrent à la bactérie une résistance, soit en réduisant la perméabilité à l'antibiotique, soit en le dégradant. Un exemple typique est celui des enzymes bêta-lactamases (Boulhbal, 2009).

2.2.3. Mécanismes de résistance

On distingue deux types principaux de résistance aux antibiotiques : la résistance intrinsèque et la résistance acquise. La résistance intrinsèque, également appelée résistance naturelle ou insensibilité, est propre à toutes les bactéries appartenant à une même espèce ou à un même genre. Elle détermine les limites du spectre d'activité des antibiotiques. Par exemple, chez les bacilles à Gram négatif, la présence d'une membrane externe rend ces bactéries imperméables à plusieurs classes d'antibiotiques, comme les glycopeptides, les macrolides, les lincosamides ou encore les streptogramines. En revanche, la résistance acquise ne concerne que certaines souches d'une même espèce ou d'un même genre. Dans certains cas, cette résistance peut toucher la majorité des souches, comme c'est le cas avec la production de pénicillinase par le staphylocoque, observée chez plus de 90 % des isolats. Sur le plan biochimique, les bactéries ont mis en place quatre grands mécanismes leur permettant d'acquérir cette résistance (figure 2) (Madec, J. Y. (2017).

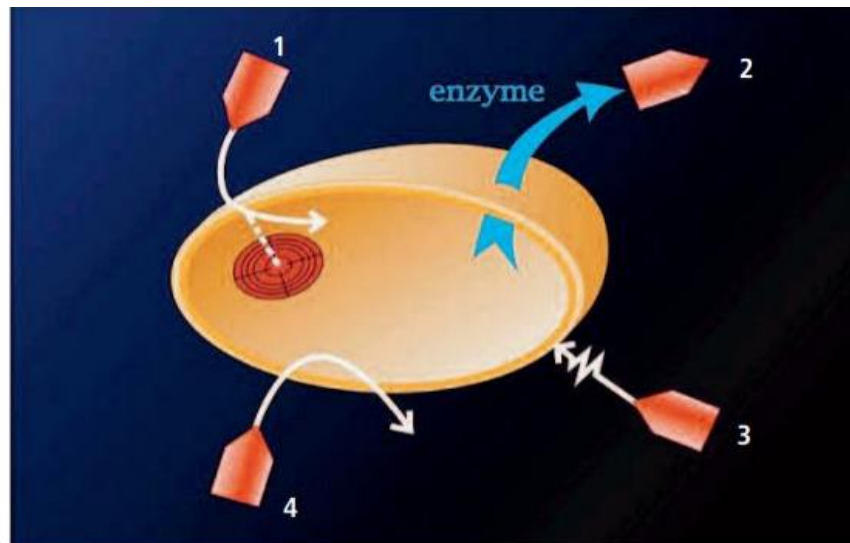


Figure 3. Principaux mécanismes de résistance aux antibiotiques (study blue, 2020).

- 1 - Altération de la cible de l'antibiotique, réduisant ainsi son affinité pour celle-ci.
- 2 - Production d'enzymes capables d'inactiver ou de dégrader l'antibiotique.
- 3 - Réduction de la perméabilité membranaire, notamment par une diminution du diamètre des porines chez les bacilles à Gram négatif.
- 4 - Expulsion active de l'antibiotique vers l'extérieur de la cellule via des pompes d'efflux dépendantes de l'énergie.

2.2.4. Antibiorésistance chez *Echirichia coli*

Echirichia coli est utilisée comme bactérie indicatrice car elle acquiert l'antibiorésistance plus rapidement que d'autres espèces. Elle permet de mieux comprendre les mécanismes de transfert de résistance, notamment chez les entérobactéries pathogènes comme *Salmonella*. Selon Résapath (2008), la gentamicine montre les plus faibles taux de résistance chez les souches aviaires, tandis que la tétracycline et l'amoxicilline affichent des taux très élevés. L'*E. coli* isolée chez le poulet montre souvent une multirésistance, avec un pic à 100 % pour plusieurs antibiotiques. La résistance augmente avec l'âge des volailles (Saleha et al., 2009). Une étude chilienne (San Martin et al., 2005) confirme une forte résistance à l'oxytétracycline. En Algérie, l'absence de surveillance officielle est préoccupante. Les études locales (Hammoudi & Aggad, 2008 ; Aggad et al., 2010) signalent une forte antibiorésistance due à l'usage non contrôlé des antibiotiques en aviculture.

2.2.5. Antibiotiques et élevage de poulets

La santé animale est essentielle pour garantir la productivité, le bien-être des animaux et la sécurité sanitaire des produits d'origine animale (Article L. 5141-1 du Code de la santé publique). Les maladies doivent être prévenues ou traitées, notamment à l'aide de médicaments vétérinaires comme les antibiotiques. Selon l'OMS (2001), 50 % des antibiotiques mondiaux sont utilisés en élevage. Behira (2012) précise que leur administration en élevage suit trois modes pour traiter les infections bactériennes :

1- Usage thérapeutique curatif : Ils visent à guérir les animaux cliniquement malades, réduire leur souffrance, restaurer la production (viande, lait) et limiter la mortalité. En outre, ce traitement permet de diminuer l'excrétion bactérienne, favorisant parfois une guérison bactériologique. Dans le cas d'infections zoonotiques, il contribue également à prévenir la transmission à l'humain (McKellar, 2001).

2- Usage métaphylactique : Lorsqu'une infection aiguë et contagieuse touche un élevage important, tous les animaux, y compris ceux qui sont exposés mais encore asymptomatiques, sont traités. Cette stratégie, dite métaphylaxie, permet de limiter la propagation de l'infection chez des sujets en incubation ou présentant des symptômes discrets (Behira, 2012).

3- Usage prophylactique (ou antibioprévention) : Dans certains cas, des antibiotiques sont administrés de manière préventive à des périodes critiques, notamment lorsque les animaux sont exposés à une contamination régulière identifiée par des examens de laboratoire. Ce traitement vise à empêcher l'apparition de signes cliniques (Behira, 2012).

2.2.5.1. Risques éventuels, pour la santé animale et la santé humaine liés à l'utilisation d'antibiotiques en élevage

Bien que les antibiotiques aient largement contribué à la santé et à la rentabilité de l'élevage, leur usage, dès les années 1950, a entraîné l'émergence préoccupante de résistances bactériennes. En effet, qu'ils soient employés à

des fins thérapeutiques, prophylactiques ou comme additifs alimentaires, les antibiotiques favorisent la sélection de souches bactériennes résistantes par élimination des bactéries sensibles (Davies, 1994 ; Levy, 1994). Ces résistances apparaissent indépendamment de la nature de l'antibiotique ou du mécanisme en jeu (Bories et Louisot, 1998). Le transfert de ces résistances, notamment depuis les bactéries animales vers l'homme, représente un risque sanitaire majeur. Il a été démontré que même une faible pression antibiotique peut entraîner la constitution de réservoirs de résistance, surtout en cas d'utilisation prolongée. Une des premières preuves expérimentales de ce phénomène a été observée en 1951 chez des dindes nourries avec de la streptomycine (Starr et Reynolds, cité par Behira, 2012). Ces résultats soulignent l'urgence de surveiller et contrôler ces résistances chez les animaux pour prévenir leur propagation à l'homme (Witte et al., 1999).

2.2.6. Alternatives des antibiotiques en élevage

Les additifs alimentaires sont des substances ajoutées intentionnellement à l'eau ou à l'alimentation animale pour améliorer ses propriétés ou la santé des animaux, sans être eux-mêmes des aliments (Behira, 2012). Selon le règlement CE 1831/2003, ils doivent garantir la sécurité pour l'homme, l'animal et l'environnement, tout en ayant un effet positif sur la qualité des aliments, la santé animale, les performances de production ou la flore digestive.

Parmi les additifs alternatifs aux antibiotiques, plusieurs catégories se distinguent :

- Les enzymes améliorent la digestibilité des nutriments, réduisent les effets antinutritionnels et les diarrhées (Sutter, 2017).
- Les acidifiants (ex. acide butyrique) régulent le pH intestinal, favorisent la flore bénéfique, améliorent la croissance et réduisent les troubles digestifs (Beroigui, Y. 2023).
- Les prébiotiques (FOS, GOS, MOS, etc.) favorisent les bonnes bactéries (Lactobacilles, Bifidobactéries), limitent les pathogènes et améliorent la conversion alimentaire (TAS, Y., & FERHET, H. F. (2021).
- Les probiotiques sont des microorganismes vivants qui stabilisent la flore intestinale et inhibent les agents pathogènes (Stein & Kil, 2006 ; Behira, 2012).
- Les extraits de plantes et huiles essentielles ont des effets antimicrobiens, digestifs, immunostimulants, et peuvent remplacer partiellement les antibiotiques (BENHABILES, M., & DJEZZAR, R. 2024).

Ainsi, ces additifs représentent une alternative prometteuse aux antibiotiques, en respectant les critères de sécurité et d'efficacité définis par la réglementation européenne.

Chapitre II

Matériel et méthodes

Chapitre II : Matériel et méthode

L'étude a été conduite au laboratoire de microbiologie de la Faculté des Sciences de la Vie et de la Terre, situé à Biskra El Hadjeb.

Cette investigation expérimentale s'est déroulée sur une période de trois mois, allant du 11 février au 11 mai 2025, offrant ainsi un laps de temps suffisant pour la réalisation des analyses microbiologiques et des tests de confirmation nécessaires.

II.1 Échantillonnage

Le matériel biologique examiné dans le cadre de cette recherche est constitué de viande de poulet.

Les analyses ont débuté par des écouvillonnages effectués sur les surfaces externes et internes des carcasses de poulet de chair (telles que le cou, les pattes, la poitrine, etc.). Ces carcasses provenaient d'un abattoir avicole (Alaanani Mohamed), situé à El Hadjeb dans la wilaya de Biskra.

Les prélèvements ont été réalisés rigoureusement sur une surface standardisée de 100 mm², à l'aide d'un écouvillon appliqué en mouvements croisés (zigzag horizontal puis vertical).

Afin d'optimiser la récupération des bactéries, l'écouvillon a été humidifié avant utilisation.

Selon Amairi (2021), les écouvillonnages représentent une méthode efficace pour isoler différentes espèces bactériennes à partir de la viande.

Les échantillons ont été conservés à +4 °C en attendant leur analyse bactériologique. Cette température de conservation ne compromet pas la viabilité bactérienne, car les microorganismes peuvent subsister en conditions de réfrigération.

Dans notre étude, les analyses ont été entreprises dans un délai maximal d'une heure après la collecte des échantillons.

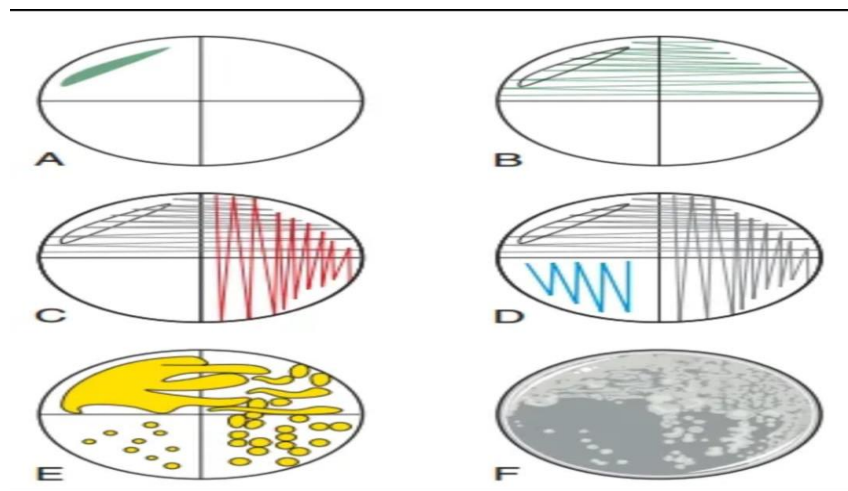


Figure 4. Méthode de 04cadrant (François Denis. Bactériologie médicale)

II.2 Isolement

II.2.1 Culture sur milieux sélectifs

Durant la phase d'isolement, un milieu de culture spécifique a été utilisés :

Le MacConkey Agar (MILLIPORE, Allemagne), destiné à l'isolement des bactéries à Gram négatif, notamment les Entérobactéries. (Susan Finazzo Steven Obenauf) (anex3).

Les boîtes de Pétri ont été incubées à 37 °C pendant 24 heures.

Une colonie représentative de chaque type morphologique observé a été repiquée sur le même milieu afin d'obtenir une culture pure. Une incubation secondaire a été réalisée à 37 °C pendant 24 heures. Les colonies obtenues ont ensuite été examinées pour vérifier leur conformité morphologique par rapport aux caractéristiques initiales.

II.3 Identification

II.3.1 Identification microscopique

II.3.1.1 Coloration de Gram

Des colonies typiques ont été sélectionnées et soumises à une coloration de Gram afin de confirmer leur nature : des bacilles à Gram négatif pour celles cultivées sur MacConkey.

II.3.2 Identification biochimique des colonies suspectes

II.3.2.1 Identification biochimique par TSI (Triple Sugar Iron)

Les colonies présentant des caractéristiques typiques ont été repiquées sur un milieu TSI (Triple Sugar Iron) de la marque CONDA (Espagne) pour confirmer leurs profils fermentatifs. (Michael J. Leboffe et Burton E. Pierce.2015).

Technique :

Prélever une portion de la suspension bactérienne à l'aide d'une pipette Pasteur ou d'une anse en platine.

Inoculer la surface inclinée par stries serrées, puis piquer le fond du tube.

Incuber à 37 °C pendant 24 heures.

Lecture :

La fermentation des sucres (glucose, saccharose, lactose) génère des acides, révélés par un changement de couleur du rouge de phénol vers le jaune.

Fermentation du lactose : virage au jaune de la pente.

Fermentation du saccharose : coloration jaune dans la zone médiane.

Fermentation du glucose : virage jaune au fond du tube.

La présence de bulles et le soulèvement du milieu indiquent une production de gaz.

La formation d'un précipité noir témoigne de la production de H₂S.

II.3.2.2 Identification biochimique par galerie API 20E

Les isolats conservés ont été identifiés à l'aide de la galerie API 20E, conformément au protocole du fabricant (Michael J. Leboffe et Burton E. Pierce.2015).

Préparation de la galerie :

Le fond et le couvercle de la boîte d'incubation sont assemblés, puis 5 ml d'eau distillée sont versés dans les alvéoles pour maintenir une humidité adéquate. La galerie est ensuite placée de manière stérile dans la boîte.

Préparation de l'inoculum :

Des colonies isolées, jeunes et homogènes sont prélevées à l'aide d'une anse en platine, puis suspendues dans 5 ml d'eau physiologique stérile pour obtenir une suspension dense et homogène.

Préparation de l'étalon McFarland :

Un standard 0,5 McFarland est utilisé. Le précipité formé par le mélange donne une solution trouble, correspondant à une densité cellulaire définie.

Inoculation de la galerie :

Les microtubes sont remplis avec la suspension bactérienne à l'aide d'une pipette Pasteur stérile, sans formation de bulles.

Pour les tests CIT, VP, et GEL : le tube et la cupule sont remplis.

Pour les tests ADH, LDC, ODC, H₂S et URE : de l'huile de vaseline stérile est ajoutée pour créer des conditions anaérobies

Pour les autres tests : seul le tube est rempli.

La boîte est refermée puis incubée à 37 °C pendant 24 heures.

Ajout des réactifs :

TDA : ajout d'une goutte du réactif – une coloration brun-rouge indique un résultat positif.

VP : ajout d'une goutte de VP1 et VP2 – une coloration rose ou rouge après 10 minutes indique un test positif.

IND : une goutte du réactif de Kovacs – une teinte rose diffuse après 2 minutes signale un résultat positif.

Interprétation :

L'identification des souches est réalisée via un logiciel d'interprétation basé sur une feuille Excel dédiée à l'identification microbienne (<https://lab.upbm.org>).

Galerie API 20E

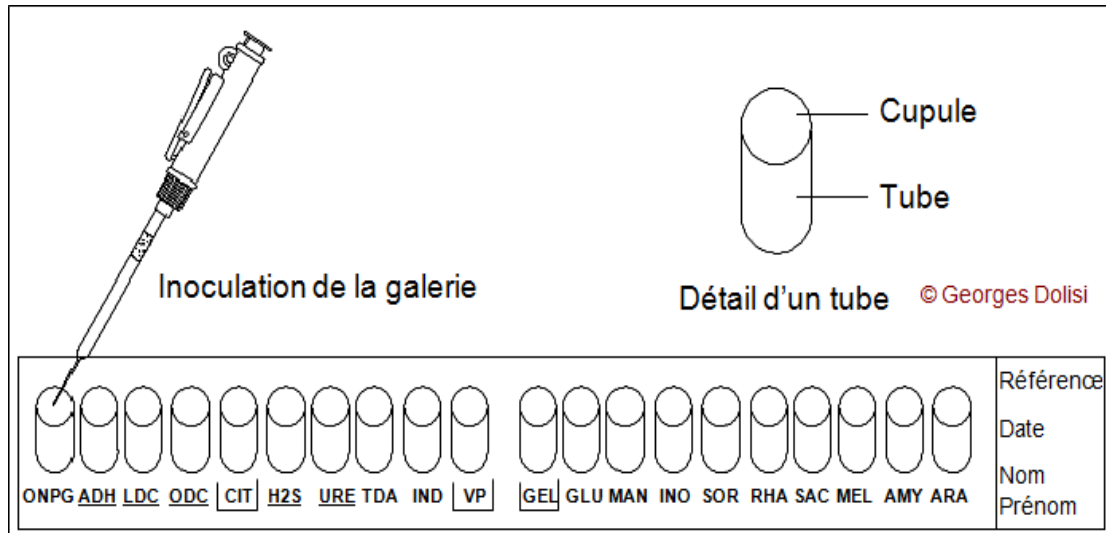


Figure 2.Inoculation de la galerie API 20E (E-monsite, 2016).

Lecture :

Si le glucose est positif et/ou si 3 tests ou plus sont positifs : révéler les tests nécessitant l'addition de réactifs.

-Test VP : ajouter une goutte de réactif VP1 et VP2. Attendre au minimum 10 min. Une couleur rose franche ou rouge indique une réaction positive.

-Test TDA : ajouter une goutte de réactif TDA. Une couleur marron foncé indique une réaction positive.

-Test IND : ajouter une goutte de réactif de Kowacks. Un anneau rouge obtenu en 2 minutes indique une réaction positive.

-La lecture de ces réactions se fait selon le profil numérique à l'aide du catalogue analytique API 20E.

3.4. Méthode de réalisation de l'antibiogramme

L'antibiogramme est une méthode de base en microbiologie permettant d'évaluer la sensibilité ou la résistance d'une souche bactérienne, ici *Echirichia coli*, vis-à-vis de divers antibiotiques. Ce test est essentiel pour orienter les traitements antimicrobiens et surveiller l'apparition de résistances.

Dans le cadre de cette étude, la méthode de diffusion en disques sur gélose Mueller-Hinton a été utilisée, conformément aux directives du **Comité Européen pour les Tests de Sensibilité aux Antimicrobiens (EUCAST, 2023)**, organisme de référence pour l'harmonisation des protocoles.

Préparation de l'inoculum :

Une culture pure d'*E.coli* est mise en suspension dans un liquide stérile jusqu'à obtention d'une densité équivalente à 0,5 McFarland, garantissant la reproductibilité des résultats.

Ensemencement de la gélose :

La suspension bactérienne est étalée uniformément sur une gélose Mueller-Hinton à l'aide d'un écouvillon stérile, formant un tapis bactérien homogène.

Application des disques antibiotiques :

Des disques imprégnés d'antibiotiques spécifiques sont déposés à la surface de la gélose ensemencée.

Incubation :

Les boîtes sont incubées entre 35 et 37 °C durant 16 à 18 heures.

Lecture des résultats :

Après incubation, les diamètres des zones d'inhibition sont mesurés. Ces valeurs sont comparées aux seuils fixés par EUCAST, permettant de classer les souches comme sensibles, intermédiaires ou résistantes à chaque antibiotique testé.

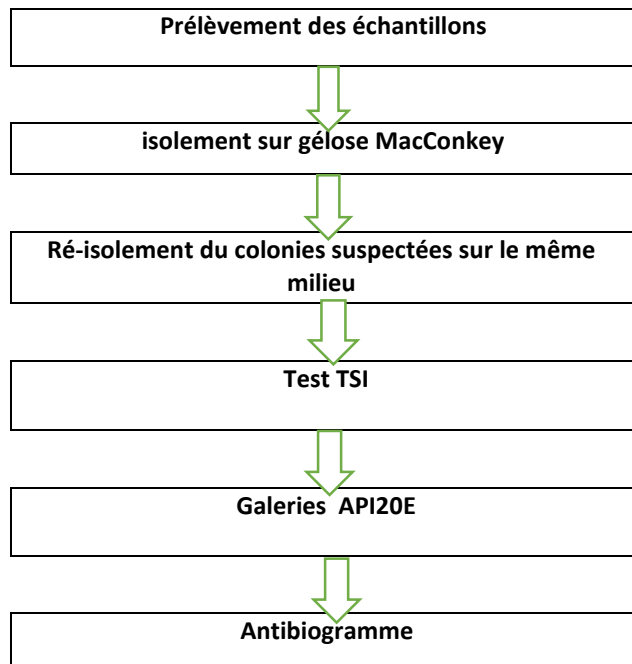


Figure 3.les étapes des identifications d'*E. coli*.

Chapitre IV

Résultats et Discussion

IV. Résultats et Discussion

IV.1. Isolement et identification des souches d'*Echirichia coli*

IV.1.1. Identification macroscopique

Sur le milieu de culture MacConkey, la colonie apparaît de taille moyenne à grande, de couleur rose, avec une surface lisse ou muqueuse et une consistance visqueuse. Le bord peut être régulier, et la colonie semble translucide

Ou semi-transparente.

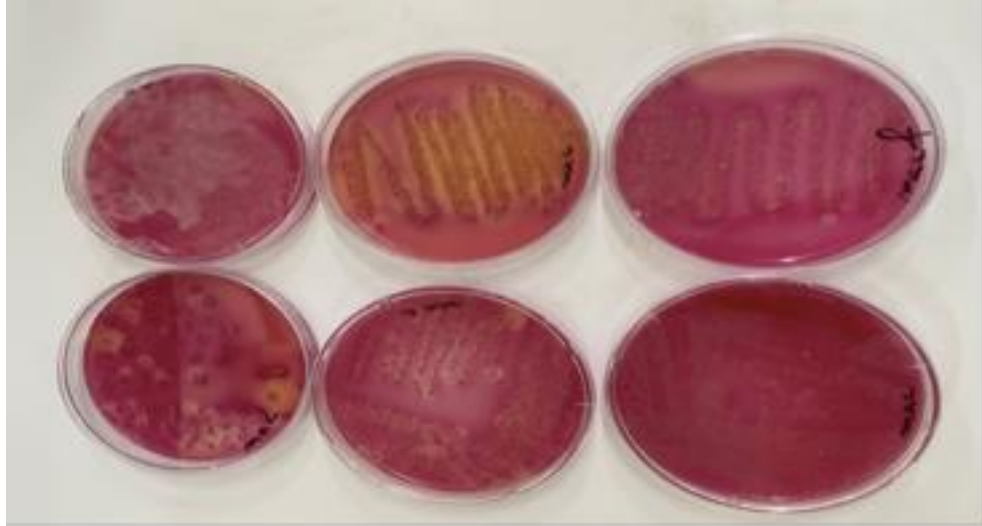


Figure 4. culture Mac Conkey

IV.1.2. Après la purification

Les caractères macroscopiques observés sur le milieu de culture sont généralement typiques des entérobactéries :

Les colonies apparaissent **rondes, bombées, lisses, crémeuses, opaques et de couleur rose**, indiquant une fermentation du lactose.

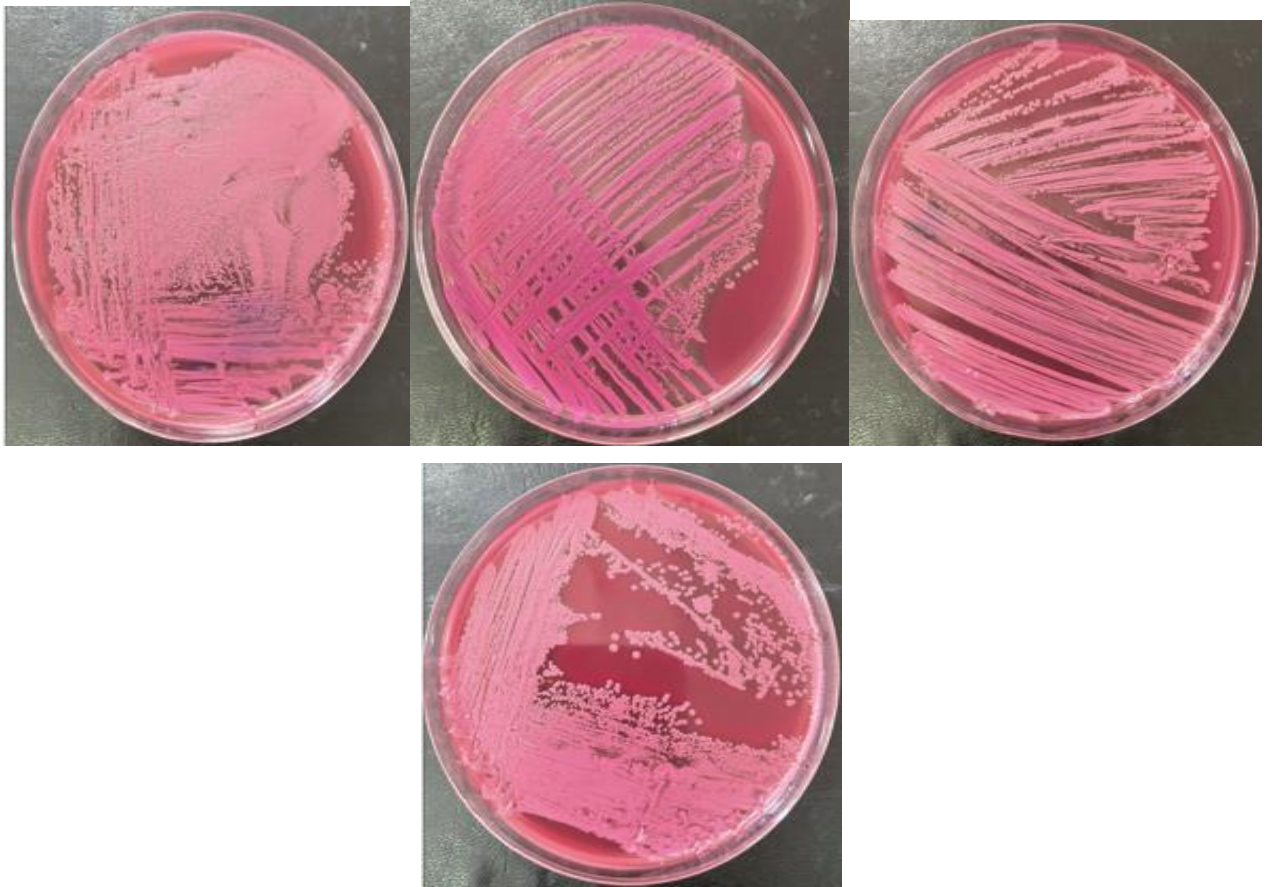


Figure 5. Identification microscopiques

IV.2. Identification microscopies

IV.2.1. Coloration de Gram

L'observation au microscope après la coloration de Gram révèle la présence de **bacilles à Gram négatif**, colorés en rose.

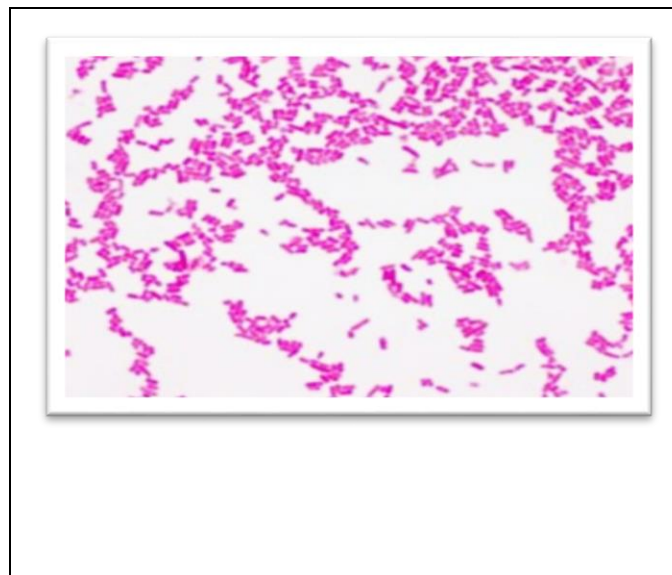


Figure 6. Coloration de Gram négatives

IV.2.2.Milieu TSI (Triple Sugar Iron)

Les souches d'*E.coli* fermentent le **glucose, le lactose et le saccharose**, produisent du **gaz**, mais **ne produisent pas de sulfure d'hydrogène (H₂S)**.



Figure 7.Milieu TSI (Triple Sugar Iron)

IV.3. Lecture des résultats

-Culot

-Jaunissement du culot = fermentation du glucose

-Présence de bulles ou décollement = production de gaz

-Pente :

Jaunissement de la pente = fermentation du lactose et du saccharose

-Production de H₂S :

Ale résultat A/A indiqué que la zone solide et la zone liquide du milieu TSI sont toutes deux acides. Cela signifie que *E. coli* a fermenté rapidement les trois sucres présents dans le milieu (glucose, lactose et saccharose), entraînant une acidification complète du milieu.

La présence de + gaz confirme que *E. coli* a produit du gaz lors de la fermentation des sucres. Cette production de gaz est un indicateur supplémentaire de son activité métabolique intense et rapide.

bsence de noircissement = absence de production de sulfure d'hydrogène

Conclusion : Les souches *d'E.coli* fermentent le glucose, le lactose et le saccharose, produisent du gaz mais **ne produisent pas** de H₂S.

-Galerie API 20E

Après incubation et l'ajout des réactifs **Kovacs, TDA, VP1 et VP2**, l'identification biochimique *d'E.coli* donne un **profil caractéristique** :



Figure 8.Résultat de la galerie API 20E d'*Echirichia coli*

Après la lecture des résultats et leur interprétation (+/-), ceux-ci sont convertis en un code numérique (Code API 7044572), lequel est introduit dans un logiciel ou un manuel API afin d'identifier l'espèce bactérienne.

L'analyse effectuée à l'aide de la galerie API 20E a permis d'identifier l'isolat comme appartenant à l'espèce *Echirichia coli*. Cette identification s'est basée sur le profil biochimique obtenu, notamment les réactions positives aux tests de fermentation du glucose, et du mannose, ainsi. Ces caractéristiques phénotypiques sont typiques du genre *Echirichia*, et plus particulièrement de l'espèce coli.

Des tests de sensibilité aux antibiotiques ont été réalisés sur les 7 souches isolées, en utilisant les méthodes standardisées (disques antibiogrammes selon les recommandations du (/EUCAST). Cinq (05) antibiotiques appartenant à différentes classes thérapeutiques ont été testés*

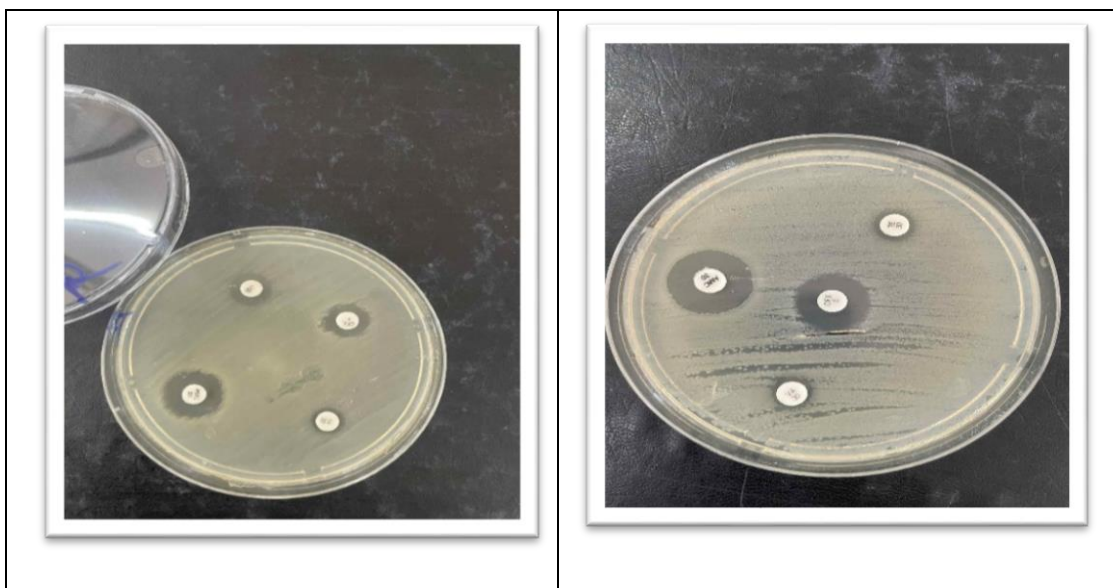


Figure 9.resultat de l'antibiogramme

Tableau 2.1a Sensibilité aux Antibiotiques des Souches d'*E. coli*

L'échantillons L'Antibiotiques	<i>échantillon E. coli 01</i>	<i>échantillon E. coli 02</i>	<i>échantillon E. coli 03</i>	<i>échantillon E. coli 04</i>	<i>échantillon E. coli 05</i>	<i>échantillon E. coli 06</i>	<i>Echantillon E. coli 07</i>
Amoxicilline	R	R	R	R	R	R	R
Chloramphénicol	R	R	R	R	R	R	R
Vancomycine	R	R	R	R	R	R	R
Tétracycline	R	R	R	R	R	R	R
Ciprofloxacine (Fluoroquinolones)	R	R	R	R	R	R	R

*-R : résistant.

Résultats et Discussion de la Sensibilité aux Antibiotiques des Souches d'*E. coli*

IV.3.1. Amoxicilline

Nos résultats ont mis en évidence une faible sensibilité des souches d'*E. coli* testées à l'amoxicilline, caractérisée par des zones d'inhibition variant de 0,5 à 1,2 cm. Cette observation contraste avec la sensibilité naturelle généralement attendue pour *E. coli*, comme documenté dans les ouvrages de référence en microbiologie médicale (Jawetz et al., 2021), qui indiquent une efficacité de l'amoxicilline sauf en présence de beta-lactamases. La faible activité observée dans notre étude suggère fortement l'acquisition de mécanismes de résistance, probablement par la production de pénicillinases. Cette interprétation est cohérente avec les observations cliniques rapportant une augmentation de la résistance aux \beta-lactamines chez *E. coli*, notamment dans les environnements où l'utilisation vétérinaire d'antibiotiques est intensive.

IV.3.2. Tétracycline

L'analyse de la sensibilité à la tétracycline a révélé une absence de zone d'inhibition chez toutes les souches d'*E. coli*, indiquant une résistance marquée. Bien que la tétracycline ait été historiquement active contre *E. coli*, la littérature microbiologique médicale actuelle (Murray et al., 2022) documente une fréquence élevée de résistance. Cette résistance est souvent attribuée à l'expression de pompes d'efflux qui extrudent l'antibiotique de la cellule, ou à la production de protéines de protection ribosomale qui empêchent la liaison de la tétracycline aux ribosomes bactériens. Nos résultats confirment ainsi la prévalence de la résistance à la tétracycline, particulièrement pertinente dans un contexte d'usage antibiotique en médecine vétérinaire.

IV.3.3. Chloramphénicol

Les tests de sensibilité au chloramphénicol ont montré des zones d'inhibition faibles, allant de 0,3 à 1,3 cm, suggérant une activité modérée à faible de cet antibiotique sur les souches étudiées. Historiquement, le chloramphénicol a montré une bonne activité contre *E. coli* ; cependant, les références

en microbiologie (Baudry, Murray) soulignent l'émergence de résistances médiées par des enzymes inactivatrices, telles que les chloramphénicol acétyltransférases (CAT). Nos données sont en accord avec cette tendance, indiquant que, malgré sa sous-utilisation en pratique clinique humaine actuelle, la résistance au chloramphénicol est présente et peut être due à ces mécanismes enzymatiques.

IV.3.4. Ciprofloxacin (Fluoroquinolones)

Nos résultats concernant la ciprofloxacin ont démontré une résistance partielle à forte, avec des zones d'inhibition comprises entre 0,2 et 1,5 cm. Les fluoroquinolones sont généralement reconnues pour leur bonne efficacité contre les bacilles à Gram négatif, y compris *E. coli* (Murray, Jawetz). Cependant, la littérature met en garde contre une augmentation de la résistance à cette classe d'antibiotiques, principalement due à des mutations dans les gènes cibles codant pour la DNA gyrase (*gyrA*) et la topoisomérase IV (*parC*). Nos observations confirment cette tendance à la résistance émergente aux fluoroquinolones, soulignant l'importance de la surveillance de la sensibilité pour orienter les choix thérapeutiques.

IV.3.5. Vancomycine

L'étude de la sensibilité à la vancomycine a révélé une résistance totale ou très faible, avec des zones d'inhibition variant de 0 à 0,2 cm. Ce résultat est parfaitement en ligne avec le consensus des ouvrages de biologie médicale (Jawetz, Murray), qui stipulent que la vancomycine est naturellement inactive contre les bactéries à Gram négatif, dont *E. coli*. Cette inactivité est attribuée à l'incapacité de la vancomycine à traverser la membrane externe des bactéries Gram négatif, ce qui l'empêche d'atteindre sa cible, la paroi peptidoglycane. Nos données réaffirment donc cette caractéristique intrinsèque de résistance chez *E. coli* à la vancomycine.

IV .4. Discussion générale

La viande de volaille est l'une des viandes les plus consommées au monde.

Récemment, de nombreux auteurs ont démontré qu'*E.coli* provenant de la volaille est la Source animale la plus étroitement liée au développement de l'antibiorésistance humaine.

L'antibiorésistance humaine, suggérant un risque zoonotique, a été largement associée à l'utilisation d'antimicrobiens dans la production alimentaire. Les agents antimicrobiens sont largement utilisés dans la production alimentaire. Animaux a également été observée. Cependant, l'augmentation de la résistance aux antimicrobiens chez les bactéries a suscité des préoccupations importantes concernant la qualité des denrées alimentaires.

L'augmentation de la résistance aux antimicrobiens chez les bactéries alimentaires ainsi que l'impact de ces antimicrobiens sur la santé humaine en raison de la sélection isolée des volailles ont généré des préoccupations importantes concernant la qualité des aliments d'origine animale.

Les aliments ainsi que l'impact des antimicrobiens sur la santé humaine en raison de la sélection

des bactéries résistantes sont des sujets de préoccupation importants.

Les résultats précédents ont démontré que l'utilisation d'antimicrobiens dans l'alimentation de bactéries résistantes.

Les résultats précédents ont démontré que l'utilisation d'antimicrobiens dans l'alimentation

L'utilisation d'antimicrobiens dans l'alimentation des volailles, qui atteint 95 % pour la tétracycline au Sénégal, était significativement associée à un risque accru de résistance.

En 2012, la Chine présentait un risque accru de résistance à la tétracycline (95 %) ; au Sénégal, c'était le cas pour l'ensemble des antibiotiques.

En 2012, 79,3 % des souches en Chine étaient résistantes à l'ampicilline.

En 2009, 99,5 % des souches étaient résistantes à l'ampicilline ; en 2013, au Brésil, 79,3 % des souches étaient réIl a été observé au Brésil en 2013 que 79,3 % des souches étaient résistantes à trois ou plus d'antimicrobiens, et que toutes les souches étaient résistantes à au moins un antimicrobien, Moins un antimicrobien testé.

Les résultats présentés dans notre étude démontrent que la résistance *d'E.coli* à certains antimicrobiens est significativement associée à un risque accru de résistance à plusieurs autres antimicrobiens.

Les résultats présentés dans notre étude démontrent que la résistance *d'E.coli* à certains

La résistance 100% à Pour les antibiotiques étudiés (Amoxicilline Tétracycline. Chloramphénicol Ciprofloxacine (Fluoroquinolones) Vancomycine)Alors que dans les études précédentes, nous avons trouvé

L'antibiorésistance est devenue un problème majeur de santé publique en Algérie comme partout ailleurs.

Cette situation est préoccupante et s'observe à travers le monde. En effet, ces dix dernières années, nous avons assisté à une hausse significative de la résistance aux antibiotiques à l'échelle nationale, en particulier chez les enfants.

augmentation de la résistance aux antibiotiques à l'échelle nationale, en particulier chez les bacilles à Gram négatif (BGN) (Drissi et al., 2008 ; Iabadene et al., 2008 ; Touati et al., 2012 ; Berrazeg et al., 2014).

. Cette situation est particulièrement alarmante étant donné que l'utilisation d'antibiotiques conduit tôt ou tard à la sélection de bactéries résistantes (Berrazeg et al., 2014 ; Iabadene et al., 2008 ; Drissi et al., 2008 ; Touati et al., 2012).

L'utilisation d'antibiotiques conduit tôt ou tard à la sélection de bactéries résistantes. Des

Ces évolutions constantes sont observées depuis plusieurs années et s'accroissent. Tout d'abord, on observe une augmentation de la fréquence des bactéries résistantes.

Tout d'abord, on observe une augmentation de la fréquence des bactéries résistantes, ainsi qu'une augmentation des multi-résistances. Actuellement, dans les élevages intensifs, les bactéries sont isolées

à l'occasion de pathologies pour lesquelles elles résistent à plusieurs antibiotiques de familles différentes.

D'une pathologie sont en majorité résistantes à plusieurs antibiotiques de familles différentes.

Par ailleurs, la vente et l'usage des antibiotiques en médecine humaine et vétérinaire ont conduit à une augmentation de la fréquence des bactéries résistantes et des multi-résistances.

Par ailleurs, la vente et l'usage des antibiotiques en médecine humaine et vétérinaire devraient être mieux réglementés afin de limiter la dissémination des souches multi résistantes.

Par ailleurs, la vente et l'usage des antibiotiques en médecine humaine et vétérinaire, dans la communauté comme chez les animaux, qui semble être en étroite relation avec la diffusion des souches multi résistantes, devraient être mieux réglementés afin de limiter cette diffusion.

La diffusion de ces souches chez les humains, dans la communauté et chez les animaux semble être étroitement liée.

Il est théoriquement possible d'élever des animaux sans favoriser la diffusion de ces souches chez les êtres humains. Théoriquement, il est parfaitement envisageable d'élever des animaux sans leur donner d'antibiotiques.

Cet objectif peut être atteint en leur donnant des traitements antibiotiques. Cet objectif peut être atteint en améliorant, lorsque cela est possible, l'état sanitaire des animaux reproducteurs.

Il s'agit d'améliorer l'état sanitaire des animaux reproducteurs, lorsque cela est possible.

Cette mesure est parfaitement réalisable pour les animaux situés au sommet des pyramides de production. Cette mesure est parfaitement réalisable pour les animaux.

Dans l'espèce porcine, par exemple, certains élevages de sélection sont de plus en plus monogastriques. En effet, ces animaux sont plus fréquemment repeuplés avec des animaux issus de césarienne, donc indemnes de tout parasite. Ainsi, dans l'espèce porcine, certains élevages de sélection sont de plus en plus nombreux.

Dans l'espèce porcine, certains élevages de sélection sont de plus en plus contaminés par des bactéries et introduits dans des locaux rénovés, sous air filtré, afin d'éviter la plus fréquente césarienne, donc l'introduction d'animaux indemnes de tout dans des élevages déjà repeuplés.

Le contaminant bactériens sont introduits dans des locaux rénovés, sous air filtré, afin d'éviter la Réintroduction de contaminants dans l'élevage (Cariolet *et al*, 2000).

Malgré l'importance majeure de recourir aux antibiotiques dans la lutte contre les Malla, le recours aux antibiotiques en élevage reste important.

Recommandations :

- améliorer la sensibilisation et la compréhension du phénomène de résistance ;
- améliorer la sensibilisation et la compréhension du phénomène de résistance ;
- améliorer la sensibilisation et la compréhension du phénomène de résistance aux antimicrobiens.
- ne pas utiliser les antibiotiques comme facteurs de croissance ou pour prévenir ;

- ne pas utiliser les antibiotiques comme facteurs de croissance ou pour prévenir les maladies ;
- ne pas utiliser les antibiotiques comme facteurs de croissance ou pour prévenir les maladies chez les animaux.

- renforcer la surveillance et la recherche.

Renforcer la surveillance et la recherche.

- réduire l'incidence des infections ;
- réduire l'incidence des infections ;
- optimiser l'usage des agents antimicrobiens ;
- consentir des investissements durables pour combattre la résistance aux agents antimicrobiens ;
- réduire l'incidence des infections ;
- renforcer la surveillance et la recherche.

Consentir des investissements durables pour lutter contre la résistance aux Antimicrobiens.

Chapitre V

Conclusion

Conclusion

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude révèlent que toutes les sept souches *d'Echirichia coli* isolées à partir d'échantillons de viande de volaille à l'aide de frottis stériles ont développé une résistance acquise à plusieurs classes d'antibiotiques, notamment :

L'amoxicilline (inhibiteur de la synthèse de la paroi bactérienne)

Le ciprofloxacine (quinolone agissant sur l'ADN grasse)

La vancomycine (inhibe la synthèse de la paroi cellulaire)

Le chloramphénicol (inhibe la synthèse protéique en ciblant les ribosomes 50S)

La tétracycline (inhibe également la synthèse protéique)

Cette résistance croisée à des antibiotiques ayant des mécanismes d'action différents suggère la présence de gènes de résistance communs ou de plasmides porteurs de gènes de résistance multiples au sein de ces souches. Ainsi, ces isolats peuvent être classifiés comme multirésistants (MDR – Multidrug Resistant) , ce qui représente un risque sérieux pour la santé publique, étant donné la possibilité de transmission de ces bactéries résistantes à l'homme via la chaîne alimentaire.

En conséquence, il est impératif de :

Renforcer la surveillance et la réglementation concernant l'utilisation des antibiotiques en agriculture avicole

Développer des stratégies nationales pour limiter la dissémination des bactéries multirésistantes

Sensibiliser les producteurs et les consommateurs aux dangers associés à la résistance aux antibiotiques.

Propositions pour des recherches futures :

Identification des gènes de résistance impliqués :

Réalisation d'analyses génétiques par PCR pour détecter des gènes spécifiques tels que :

blaTEM (résistance aux bêta-lactamines)

qnrS ou gyrA (résistance aux fluoroquinolones)

tetA ou tetB (résistance aux tétracyclines)

cat ou cmI (résistance au chloramphénicol)

Étude de la circulation des bactéries résistantes dans la chaîne alimentaire :

Élargir l'étude à différentes étapes de production (ferme, abattoir, distribution, consommation).

Analyser la transmission potentielle de ces souches vers l'humain.

Évaluation de l'efficacité des désinfectants domestiques et industriels :

Tester la survie des souches *d'E.coli* résistantes face aux agents désinfectants couramment utilisés.

Analyse protéomique et génomique des souches :

Utilisation de techniques avancées telles que MALDI-TOF MS ou Whole Genome Sequencing (WGS) pour explorer les mécanismes moléculaires sous-jacents à la résistance.

Étude du transfert horizontal des gènes de résistance :

Examiner les interactions entre les bactéries et la diffusion des plasmides codant pour la résistance.

Promotion d'alternatives aux antibiotiques :

Encourager la recherche sur les probiotiques, les extraits végétaux, les phages et les vaccins comme solutions alternatives à l'utilisation excessive des antibiotiques.

Références bibliographiques

1. Dupont et al., 2019 ; Martin & Leclerc, 2020
2. Meunier, A. (2022). Coordination entre croissance et cycle cellulaire chez l'espèce *Echirichia coli* (Doctoral dissertation, Université Paul Sabatier-Toulouse 3).
3. Robert, L. (2010). Comment déterminer l'âge d'E.coli?. *Médecine/sciences*, 26(11), 900-902.
4. Massot, M., Picard, B., & Denamur, E. (2016). Diversité des populations d'Echirichia coli et leurs variations au cours du temps au sein du microbiote intestinal. *Revue Francophone des Laboratoires*, 2016(486), 35-43.
5. Gilbert, R. A., Tomkins, N., Padmanabha, J., Gough, J. M., Krause, D. O., & McSweeney, C. S. (2005). Effect of finishing diets on Echirichia coli populations and prevalence of enterohaemorrhagic E. coli virulence genes in cattle faeces. *Journal of Applied Microbiology*, 99(4), 885-894.
6. Gilbert, M., Ostiguy, S., Kluepfel, D., & Morosoli, R. (1996). Cloning of a secA homolog from *Streptomyces lividans* 1326 and overexpression in both *S. lividans* and *Echirichia coli*. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Protein Structure and Molecular Enzymology*, 1296(1), 9-12.
7. Chebly, H. (2022). Rôle des flagelles dans la réponse inflammatoire au cours de l'infection par *Clostridioides difficile* (Doctoral dissertation, Université Paris-Saclay; Université Libanaise).
- 8.
9. AMELLAL-SAHEB, B. (2001). LA PRODUCTION D'ANTICORPS MONOCLONAUX : IMPORTANCE DE LA NATURE DE L'ANTIGENE UTILISE DANS LE RENDEMENT DE LA TECHNIQUE. *Sciences & Technology. A, exactes sciences*, 91-96.
- 10.
11. Oumaima, R., & Baroudi, D. (2023). Étude de la Sensibilité aux Antibiotiques des Souches Bactériennes de *E. coli* et de *S. aureus* Isolées des Produits de la Pêche (Doctoral dissertation, Alger: École Nationale Supérieure Vétérinaire).
- 12.
13. Maroua, L. A. O. U. A. R., & Afaf, T. A. L. E. B. A. H. M. E. (2022). Contribution à la Détermination in vitro le degré de pathogénicité de six souches à effet PGP (Doctoral dissertation, جامعة غرداية).
14. Gaidi, M., Ouali, W., & Baroudi, D. (2023). Etude de la sensibilité aux antibiotiques des souches d'E coli d'origine alimentaire (Doctoral dissertation, Alger: École Nationale Supérieure Vétérinaire).
15. Kada, C., & Hachemi, A. (2019). Etude de la sensibilité aux antibiotiques des souches de *S. aureus* isolées des Merguez commercialisés dans quelques communes d'Alger (Doctoral dissertation, École Nationale Supérieure Vétérinaire).
16. Benyoub, S., Boussaid, C., & Ouadah, Y. (2021). Antibiorésistance de quelques germes isolés au niveau d'un laboratoire d'analyse de la ville d'Ain Temouchent (Doctoral dissertation).
17. Madec, J. Y. (2017). La résistance à la colistine. *Les cahiers de la Recherche: Santé, Environnement, Travail*, (10), 36-39.
18. BENHABILES, M., & DJEZZAR, R. (2024). Larves d'*Hermetia illucens* comme source de peptides antimicrobiens alternatives aux antibiotiques et de protéines
19. en élevage: Revue bibliographique (Doctoral dissertation, Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire (ENSV) Alger).
20. TAS, Y., & FERHET, H. F. (2021). Utilisation des prébiotiques et probiotiques en élevage avicole: Effet anticoccidien et processus de fabrication (Doctoral dissertation, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie).
21. Beroigui, Y. (2023). PROBIOTIQUES ET PREBIOTIQUES: IMPACT SUR LE MICROBIOTE INTESTINAL ET SANTE HUMAINE.
22. Huang, Y., Hocquette, J. F., Porry, J. L., Chaumet, J. M., & Huo, Y. (2015). Production de viande bovine en Chine et perspectives d'évolution. *INRAE Productions Animales*, 28(3), 259-270.

23. Oikonomou, G., Addis, M. F., Chassard, C., Nader-Macias, M. E. F., Grant, I., Delbès, C., ... & Even, S. (2020). Milk microbiota: what are we exactly talking about?. *Frontiers in microbiology*, 11, 60.
24. Gaidi, M., Ouali, W., & Baroudi, D. (2023). Etude de la sensibilité aux antibiotiques des souches d'E coli d'origine alimentaire (Doctoral dissertation, Alger: École Nationale Supérieure Vétérinaire).
25. Launay, M., Bancal, M. O., Colbach, N., Pincebourde, S., & Vidal, T. (2025). Santé des plantes et changement climatique. *Agriculture et changement climatique: Impacts, adaptation et atténuation*, 187.
26. Rousselot, J. F., & Gay, N. Fiches de recommandations pour un bon usage des antibiotiques chez les animaux de compagnie. Deuxième édition.
27. Quilleré, A. (2024). Décrypter les mécanismes d'adaptation au froid de *Listeria monocytogenes* en présence de lipides insaturés alimentaires (Doctoral dissertation, Université Paris-Saclay).
28. Amarsy-Guerle, R. (2024). Analyse de la résistance aux antibiotiques et des infections nosocomiales à l'échelle d'une grande institution à travers les bases de données des laboratoires (Doctoral dissertation, Sorbonne Université)
29. . INRAE, Qualité des viandes : caractéristiques et mesures, 2020.
30. FAO, Meat Quality and Safety, 2019.
31. ITAVI, Qualité sensorielle des volailles selon les modes d'élevage, 2021.
32. ANSES, Table de composition nutritionnelle Ciqua, 2022.
33. Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire (France), Hygiène des produits carnés, 2023.
34. FranceAgriMer, Cahiers des charges Label Rouge et AB, 2022.

Annexes

Annexe 1

Composition de milieu de culture

Gélose Mac Conkey

Milieu sélectif pour l'isolement des Salmonella, des Shigella ainsi que des bactéries coliformes dans les eaux, les produits alimentaires, les produits pharmaceutiques et biologiques. Composition (g) pouvant être modifiée pour 1 litre de milieu :

Composition	Grammes
Peptone pancréatique de gélatine :	17g.
Tryptone :	1,5g.
Peptone pepsique de viande :	1,5g.
Lactose :	10g.
Sels biliaries :	1,5.g.
Sodium chlorure :	5,0g.
Rouge neutre :	0,030g.
Cristal violet :	0,001g.
Agar agar :	13,5g.
pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C :	7,1

Gélose de glucose- Lactose-Saccharose-H₂S/ TSI

La gélose TSI est un milieu d'identification rapide pour les entérobactéries.

Composition	Grammes
- Peptone de viande	15g
- Proteose peptone	5g
- Extrait de viande	3g
- Extrait de levure	3g
- Glucose	1g
- Saccharose	10g
- Lactose	10g
- Citrate de fer ammoniacal	0,3g
- NaCl	5g
- Thiosulfate de sodium	0,3g
- Rouge de phénol	0,05g
- Agar	18g
- Ph =	7,4

Mueller Hinton :

Milieu pour l'étude de la sensibilité des germes aux antibiotiques et aux sulfamides.

Composition	Grammes/ Millilitres
Extrait de viande	3g
Hydrlysate acide de caseine	17,5g
Amidon	1,5g
Agar	16g
Eau distillée	11 ml
- Ph	7,3.

Annexe 2

-La méthode de coloration de Gram

Cette coloration de Gram se réalise en étapes suivantes :

-On réalise un frottis sur une lame de microscope à partir d'une suspension bactérienne : agité la suspension afin de l'homogénéiser et d'éviter d'avoir un culot au fond du tube. Avec l'aide d'une pipette pasteur préalablement stérilisé, prélever un peu de la solution bactérienne en plongeant la pipette pasteur dans le tube à essai.

On dépose ensuite ce prélèvement au milieu de la lame en faisant des rotations jusqu'à séchage. On procède à la fixation du frottis soit avec de l'éthanol à 90° (5 minutes) puis on enflamme la lame ou on passe directement 3 fois la lame dans la flamme du bec Bunsen.

La coloration au violet de Gentiane (colorant basique) : la lame est plongée pendant 2 à 3 minutes (en fonction de la concentration) dans la coloration au violet de gentiane. Toutes les bactéries sont colorées en violet puis rincer à l'eau déminéralisée.

Mordantage au lugol (solution iodo-iodurée) : étaler le lugol et laisser agir 20 secondes ; Rincer à l'eau déminéralisée. Cette étape permet de stabiliser la coloration violette.

Décoloration à l'alcool : verser goutte à goutte l'alcool sur la lame inclinée obliquement. Surveiller la décoloration (5 à 10 secondes). Le filet doit être clair à la fin de la décoloration. Rincer sous un filet d'eau déminéralisée. L'alcool pénètre dans la bactérie. La coloration au violet de Gentiane disparaît. Les bactéries décolorées sont des bactéries Gram-. Si l'alcool ne traverse pas la paroi, on est en présence de bactéries Gram+.

-Contre coloration avec de la Fuchsine ou de la Safranine : laisser agir de 30 secondes à 1 minute. Laver doucement à l'eau distillée. Sécher la lame sur une platine chauffante à 40°C, 10 à 15 minutes. A la fin, sécher au-dessus de la flamme de bec bunsen et observer au microscope à l'objectif X 100 à immersion. Les bactéries Gram- sont colorées en rose.

Annexe 3

Galerie API 20E

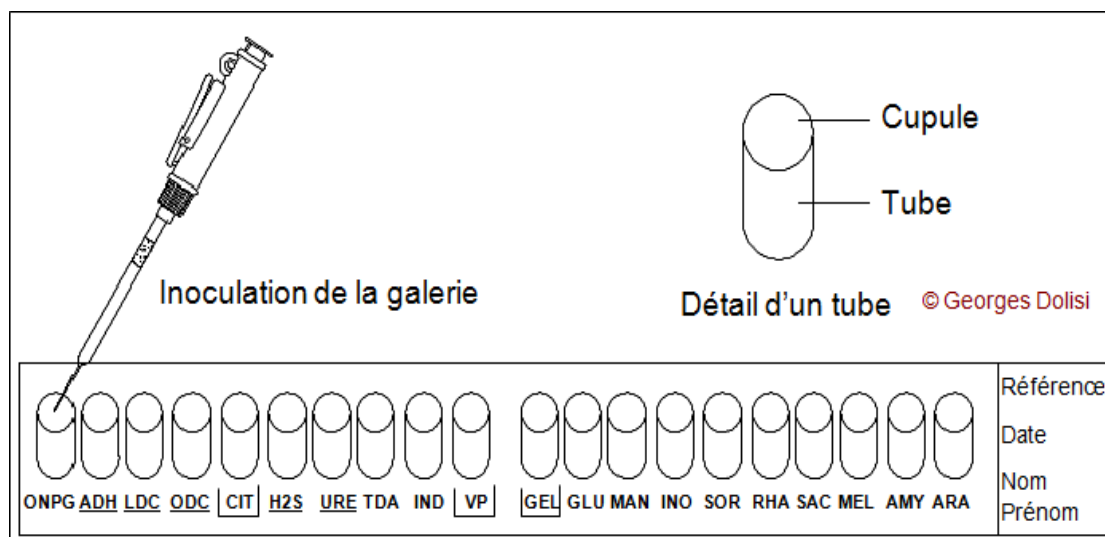


Figure : Inoculation de la galerie API 20E (e-monsite, 2016).

Lecture :

Si le glucose est positif et/ou si 3 tests ou plus sont positifs : révéler les tests nécessitant l'addition de réactifs.

-Test VP : ajouter une goutte de réactif VP1 et VP2. Attendre au minimum 10 min. Une couleur rose franche ou rouge indique une réaction positive.

Test TDA : ajouter une goutte de réactif TDA. Une couleur marron foncé indique une réaction positive.

Test IND : ajouter une goutte de réactif de Kowacks. Un anneau rouge obtenu en 2 minutes indique une réaction positive.

La lecture de ces réactions se fait selon le profil numérique à l'aide du catalogue analytique API 20E.

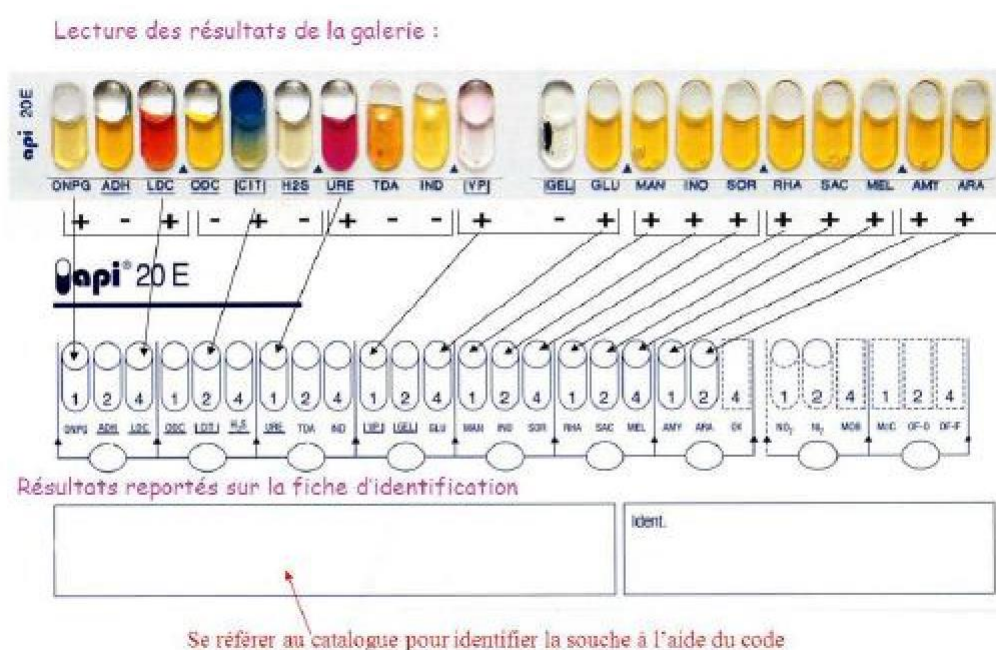


Figure : Lecture des résultats de la galerie.

Annexe4

CASFM2024(EUCAST)

Pénicillines	Concentrations critiques (mg/L)			Charge du disque (µg)	Diamètres critiques (mm)			Notes Chiffres : commentaires généraux ou portant sur les concentrations critiques Lettres : commentaires portant sur les diamètres critiques
	S ≤	R >	ZIT		S ≥	R <	ZIT	
Les <i>Enterobacterales</i> productrices de BLSE sont souvent catégorisées « sensibles » aux pénicillines associées aux inhibiteurs de β-lactamases de classe A (acide clavulanique, tazobactam). Si l'utilisation d'une de ces associations est retenue par le clinicien pour traiter une infection due à une souche productrice de BLSE, il y a lieu de déterminer la CMI de l'association retenue si l'infection à traiter est autre qu'une infection urinaire. Les souches catégorisées « résistantes » à la ticarcilline doivent être catégorisées « résistantes » à la pipéracilline. Pour <i>Proteus mirabilis</i> , les souches catégorisées « résistantes » à l'amoxicilline (ou à l'ampicilline) doivent être catégorisées « résistantes » à la ticarcilline et à la pipéracilline.								
Ampicilline	8 ¹	8 ¹		10	14 ^{A,B}	14 ^{A,B}		1/A. La catégorisation de l'amoxicilline peut être déduite de celle de l'ampicilline. Ne pas rendre l'ampicilline sur le compte rendu, rendre à la place la catégorisation de l'amoxicilline. 2. La CMI doit être déterminée avec une concentration fixe de 2 mg/L d'acide clavulanique. 3. La CMI doit être déterminée avec une concentration fixe de 4 mg/L de tazobactam. 4. La méthode de référence pour déterminer la CMI du mécilinam est la dilution en milieu gélosé. B. Une double zone d'inhibition peut être observée avec certains lots de MH : ignorer cette zone de croissance interne et mesurer le diamètre de la zone d'inhibition au niveau de la bordure externe (voir photos en fin de chapitre). C. Ignorer les colonies situées dans la zone d'inhibition.
Amoxicilline	8 ¹	8 ¹		20	19 ^{A,B}	19 ^{A,B}		
Amoxicilline-acide clavulanique	8 ²	8 ²		20-10	19 ^B	19 ^B	19-20	
Amoxicilline-acide clavulanique (cystites)	32 ²	32 ²		20-10	16 ^B	16 ^B		
Ticarcilline (dépistage)	8	8		75	23	23		
Ticarcilline-acide clavulanique	8 ²	16 ²		75-10	23	20		
Pipéracilline	8	8		30	20	20		
Pipéracilline-tazobactam	8 ³	8 ³	16	30-6	20	20	19	
Témocilline (infections urinaires sans signes de gravité)	8	16		30	20 ^C	17 ^C		
Témocilline (autres infections), <i>E. coli</i> , <i>Klebsiella</i> spp. (sauf <i>K. aerogenes</i>) et <i>P. mirabilis</i>	0,001	16		30	50 ^C	17 ^C		
Mécilnam per os (cystites), <i>E. coli</i> , <i>Citrobacter</i> spp., <i>Klebsiella</i> spp., <i>Raoultella</i> spp., <i>Enterobacter</i> spp. et <i>P. mirabilis</i>	8 ⁴	8 ⁴		10	15 ^C	15 ^C		



Déclaration de correction de mémoire de master 2025

Référence du mémoire N°: / 2025	PV de soutenance N°: / 2025
Nom et prénom(en majuscule) de l'étudiant (e) : Hamani Mansouri	لقب و اسم الطالب(ة) : حلاوي منسوري
La mention التقدير	Note(./20) العلامة
L'intitulé de mémoire المذكرة Résistance aux antibiotiques des Escherichia isolés de la viande de volaille.	

تصريح وقرار الأستاذ المشرف : Déclaration et décision de l'enseignant promoteur

<p>Déclaration :</p> <p>Je soussigné (e), <u>AMAR Tadjik</u>, (grade) <u>MCB</u> à l'université de <u>Biskra</u>, avoir examiné intégralement ce memoire après les modifications apportées par l'étudiant.</p> <p>J'atteste que :</p> <ul style="list-style-type: none"> * le document a été corrigé et il est conforme au model de la forme du département SNV * toutes les corrections ont été faites strictement aux recommandations du jury. * d'autres anomalies ont été corrigées 	<p>تصريح :</p> <p>أنا الممضي (ة) أسفله <u>عبد الرحمن تاجيك</u> (الرتبة) <u>مستشار</u> بجامعة <u>بسكرة</u></p> <p>أصرح بأنني راجعت محتوى هذه المذكرة كليا مراجعة دقيقة وهذا بعد التصحيحات التي أجراها الطالب بعد المناقشة، وعليه أشهد بأن :</p> <ul style="list-style-type: none"> * المذكرة تتوافق بشكلها الحالي مع النموذج المعتمد لقسم علوم الطبيعة والحياة. * المذكرة صححت وفقا لكل توصيات لجنة المناقشة * تم تدارك الكثير من الإختلالات المكتشفة بعد المناقشة
--	---

<p>Décision :</p> <p>Sur la base du contenu scientifique, de degré de conformité et de pourcentage des fautes linguistiques, Je décide que ce mémoire doit être classé sous la catégorie</p>	<p>قرار :</p> <p>اعتمادا على درجة مطابقتها للنموذج ، على نسبة الأخطاء اللغوية وعلى المحتوى العلمي أقرر أن تصنف هذه المذكرة في الدرجة</p>												
<table border="1"> <tr> <td>acceptable مقبول</td> <td>ordinaire عادي</td> <td>bien حسن</td> <td>très bien جيد جدا</td> <td>excellent ممتاز</td> <td>exceptionnel متميز</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>D</td> <td>C</td> <td>B</td> <td>A</td> <td>A+</td> </tr> </table>	acceptable مقبول	ordinaire عادي	bien حسن	très bien جيد جدا	excellent ممتاز	exceptionnel متميز	E	D	C	B	A	A+	
acceptable مقبول	ordinaire عادي	bien حسن	très bien جيد جدا	excellent ممتاز	exceptionnel متميز								
E	D	C	B	A	A+								



التاريخ 2025 / 02 / 03
الأستاذ المشرف
AMAR T
A



Déclaration de correction de mémoire de master 2025

Référence du mémoire N°: / 2025	PV de soutenance N°: / 2025
Nom et prénom (en majuscule) de l'étudiant (e) : HABIBI Abdelrahman	L'élève et son nom (en majuscule) : HABIBI Abdelrahman
La mention التقدير	Note (./20) العلامة
L'intitulé de mémoire المذكرة Résistance aux antibiotiques des Escherichia coli isolées de la viande des volailles	

تصريح وقرار الأستاذ المشرف : Déclaration et décision de l'enseignant promoteur :

<p>Déclaration :</p> <p>Je soussigné (e) : AMAR Boufidj, (grade) MCB à l'université de Biskra, avoir examiné intégralement ce mémoire après les modifications apportées par l'étudiant.</p> <p>J'atteste que :</p> <ul style="list-style-type: none"> * le document a été corrigé et il est conforme au model de la forme du département SNV * toutes les corrections ont été faites strictement aux recommandations du jury. * d'autres anomalies ont été corrigées 	<p>تصريح :</p> <p>أنا الممضي (ة) أسفله : AMAR Boufidj (الرتبة) MCB بجامعة بسكرة،</p> <p>أصرح بأنني راجعت محتوى هذه المذكرة كليا مراجعة دقيقة وهذا بعد التصحيحات التي أجراها الطالب بعد المناقشة، وعليه أشهد بأن :</p> <ul style="list-style-type: none"> * المذكرة تتوافق بشكلها الحالي مع النموذج المعتمد لقسم علوم الطبيعة والحياة. * المذكرة صححت وفقا لكل توصيات لجنة المناقشة * تم تدارك الكثير من الإختلالات المكتشفة بعد المناقشة
---	--

<p>Décision :</p> <p>Sur la base du contenu scientifique, de degré de conformité et de pourcentage des fautes linguistiques, Je décide que ce mémoire doit être classé sous la catégorie</p>	<p>قرار :</p> <p>اعتمادا على درجة مطابقتها للنموذج ، على نسبة الأخطاء اللغوية وعلى المحتوى العلمي أقرر أن تصنف هذه المذكرة في الدرجة :</p>												
<table border="1"> <tr> <td>acceptable مقبول</td> <td>ordinaire عادي</td> <td>bien حسن</td> <td>très bien جيد جدا</td> <td>excellent ممتاز</td> <td>exceptionnel متميز</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>D</td> <td>C</td> <td>B</td> <td>A</td> <td>A+</td> </tr> </table>	acceptable مقبول	ordinaire عادي	bien حسن	très bien جيد جدا	excellent ممتاز	exceptionnel متميز	E	D	C	B	A	A+	
acceptable مقبول	ordinaire عادي	bien حسن	très bien جيد جدا	excellent ممتاز	exceptionnel متميز								
E	D	C	B	A	A+								



الأستاذ المشرف
AMAR T
التاريخ 2025 / 02 / 03