

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté et soutenu par :
NASRI Amina/ NOUARI Djihen

Le : 18/06/2025

La résistance aux antibiotiques chez les bactéries isolées de la viandes des volailles

Jury :

Dr. Abba Abderrahman MCA Université de Biskra Président

Dr. Amairi Toufik MAB Université de Biskra Rapporteur

Dr. Radouane Salah Sara Pr Université de Biskra Examinateur

Année universitaire :2024/2025

Remerciement

Avant tout, nous rendons grâce à Dieu Tout-Puissant, source de sagesse et de force, qui nous a permis d'achever ce travail dans les meilleures conditions.

Nous tenons à exprimer nos profondes gratitude à [DR AMAIRI TOUFIK], notre encadrant, pour sa disponibilité, ses conseils avisés, et son accompagnement tout au long de ce travail. Ses orientations précieuses ont grandement contribué à la réalisation de ce mémoire.

Nos sincères remerciements vont également à l'ensemble du corps enseignant du Département de Biologie, pour la qualité de l'enseignement dispensé durant ces années universitaires, ainsi que pour leurs dévouements.

Enfin, nous remercions chaleureusement nos collègues, camarades de promotion et amis, pour leur entraide, leur motivation et les bons moments partagés.

Dédicace

À ma chère mère,

Pour ton amour inconditionnel, ton soutien sans faille et tes prières constantes.

Tu es ma source de force et d'inspiration.

À mon père,

Pour tes encouragements, ta patience et ta sagesse.

Merci d'avoir toujours cru en moi.

À mes frères,

Pour votre amour, votre présence et vos mots réconfortants durant les moments difficiles.

À toute ma famille,

Merci pour votre soutien moral et vos encouragements tout au long de ce parcours.

Cette modeste œuvre vous est dédiée avec tout mon amour et ma reconnaissance

Dédicace de DJIHEN NOUARI

je récolte aujourd’hui le fruit de mes efforts et de ma patience. Je dédie ce succès à:

Aux âmes des étudiants de Gaza:

partis trop tôt, avant d’entendre leurs noms le jour de la remise des diplômes...

Vous êtes une lumière éternelle dans le ciel du savoir et de la dignité. Que la paix soit sur vos âmes pures. Rendez-vous auprès d’un Seigneur qui n’oublie jamais.

À ma chère mère:

qui a tracé mon chemin vers la réussite avec le fil de son travail et ses jours pleins de sacrifices. Ce succès t’appartient, du fond du cœur. Merci pour ton amour, ta patience et tes mains en or.

Tu m’as appris que le travail sincère crée les plus belles réussites, comme tu as façonné mon avenir.

À mon père défunt:

dont l’absence a marqué mon chemin, mais dont le souvenir a été une force et une motivation. Merci à tous ceux qui m’ont soutenue en son absence.

À mes frère , Mohamed et Okba:

mes soutiens, mes compagnons de route, et l’épaule sur laquelle je m’appuie dans les moments difficiles. Que Dieu les protèges.

À mes grands-parents bien-aimés:

qui ont été pour moi comme des parents dans les moments d’épreuve, et qui m’ont élevé(e) avec amour, tendresse et sagesse. Que Dieu vous accorde une longue vie.

À mes oncles, mes tantes, et à la famille de mon oncle:

qui m’ont entourée d’affection, d’amour et de soutien... Recevez toute ma reconnaissance et mes prières. Que nos liens restent forts, aujourd’hui et toujours.

Table des matières

Remerciement	
Dédicace	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des Tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	1

Partie 01: Synthèse bibliographique

Chapitre 01 Généralité sur la viande des volailles

I.1. La viande de volaille : définition et caractéristiques générales	3
I.2. Propriétés nutritionnelles de la viande de volaille	3
I.3. Sources de contamination et risques microbiologiques	3
I.4. Antibiotiques utilisés en élevage avicole	4
I.5. Principales espèces bactériennes pathogènes associées à la viande de volaille	4

Chapitre 02 La résistance bactériennes aux antibiotique

II.1. Résistance aux antibiotiques dans les bactéries d'origine animale	7
II.2. Études épidémiologiques.....	7
II.3. Origine génétique de l'antibiorésistance et modes de transfert des gènes impliqués	7
II.3.1. Résistance naturelle.....	8
II.3.2. Résistance acquise	8
II.3.2.1. Mutation chromosomique spontanée (évolution verticale)	8
II.3.2.2. Acquisition de gènes de résistance par un autre organisme (évolution horizontale)	8
II.4. Mécanismes de résistance aux antibiotiques	9
II.4.1. Inhibition enzymatique.....	9
II.4.2. Réduction de la perméabilité cellulaire.....	9
II.4.2.1. Altération des sites de liaison	10
II.4.3. Pompes à efflux	10
II.4.4. Formation de capsule	10
II.5. Les facteurs d'émergence et de diffusion de la résistance aux antibiotiques	11
II.6. Impact de la résistance aux antibiotiques sur la santé humaine	11

Partie 02 Partie expérimentale

Chapitre 3 Matériel et méthodes

III.1.Échantillonnage	15
-----------------------------	----

III.2. Isolement.....	16
III.2.1.Culture sur les milieux sélectifs	16
III.2.2 Purification.....	18
III.3.Identification	18
III.3.1 Identification microscopique.....	18
III.3.1.1Coloration de Gram	18
III.3.2 Identification biochimique des colonies suspectés.....	18
III.3.2.1 Identification biochimique par TSI (Triple Sugar Iron)	18
III.3.2.2 Identification biochimique par API 20E	19
III.3.2.3 Test Catalase.....	22
III.4 Antibiogramme.....	22

Chapitre 04 Résultats et Discussion

IV.1. Résultats de l'isolement bactérien.....	26
IV. 2. Profil biochimique des isolats bactériens selon la réaction sur milieu TSI	29
IV. 3. Résultats de l'identification biochimique (API 20E)	30
IV. 4. Résultats du test de la catalase chez les S.aureus isolées	31
IV.5. Résistance aux antibiotiques	34
IV.5.1. Comparaison avec les données internationales	35
IV.5.2. Profils de résistance spécifiques.....	35
IV.5.3. Résistance multirésistante (MDR).....	35
IV.5.4. Variabilité intra-espèce (cas d'E. coli)	36
IV.6. Variabilité des profils de sensibilité malgré une origine identique.....	37
IV.6.1. Analyse des résultats observés	38
IV.6.2. Classification des espèces isolées	38
IV.7. Signification pathogène des bactéries isolées	39
Conclusion	42
Références bibliographiques	- 44 -
Annexes.....	
Résume.....	

Liste des figures

Figure N°01: Émergence d'une résistance acquise aux antimicrobiens (Sylvie Carle <i>et all.</i> ,2009).....	10
FigureN°02: Différents types de résistance aux antibiotiques(Duval, M. et all.,, (2019).	
FigureN°03:la méthode des 4 cadrans(RBR Life Science, 2023).....	13
FigureN04: La methode d`écouvillonage (photo personnelle).....	17
FigureN° 05: L`isollement de <i>Salmonella</i> (photo personnelle).....	18
Figure N°06:l`éton de turbidité McFarland 0,5 (photo perssonelle).....	19
Figure N°07: Les reactives de l`API 20E(photo personnelle).....	21
FigureN°08 : Inoculation de la galerie API 20E (e-monsite, 2016).....	22
FigureN°09: Schéma représente le principe du test de l`antibiogramme (Réseau Canopé, 2015).....	22
FigureN°10: Aspect des colonies bactériennessur gélose Macocnkey(photo personnelle).....	27
Figure N°11: Aspect des colonies bactériennessur gélose Chapman (photo personnelle).....	28
Figure N°12 : Aspect des colonies bactériennes sur gélose SS(photo personnelle)....	28
Figure N°13:Identification bactérienne par API20E(photo personnelle).....	30
Figure N°14: Réaction de la catalase pour l`identification de <i>Staphylococcus aureus</i> (photo personnelle).....	31
FigureN°15 :profil de sensibilité aux antibiotiques (photo personnelle).....	32
FigureN°16: Analyse graphique des réponses bactériennes à différents antibiotique.....	33
Figure N°17: Profils de sensibilité et de résistance aux antibiotiques des isolats d`E.Coli (photo personnelle).....	36
Figure N°18: . Signification pathogène des bactéries isolées).....	40

Liste des Tableaux

Tableau N°01: Résultats et interprétation du test TSI.....	29
Tableau N°02: Code API final des espèces bactériennes.....	30
Tableau N°03: Réaction des bactéries aux différents antibiotiques (Résistance / Sensibilité).....	33
Tableau N°04: Classification des bactéries isolées selon leur caractère commensal ou pathogène.....	38

Liste des abréviations

FQ: fluoroquinolones

OIE:Organisation mondiale de la santé animale

AMM: Autorisation de Mise sur le Marché

OMS: l'Organisation mondiale de la Santé

BMR: Bactéries Multirésistantes

EfRV: *Enterococcus faecium* résistant à la vancomycine

SARM: *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline

E-BLSE: entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre élargi

EPC: Entérobactéries productrices de carbapénémases

ABRI: *Acinetobacter baumannii* résistant à l'imipénème

Cpx: Conjugative pilus expression

Rcs: Regulator of capsule synthesis

KpneEF: *Klebsiella pneumoniae* Efflux pump EF

CPE: *Enterobacteriaceae* productrices de carbapénémases

MDR: Multidrug Resistant

RVS: Rappaport-Vassiliadis

TSI: Triple sugar iron

SS: Milieu *shigella salmonella*

MH: Mueller-Hinton

CA-SFM: Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie.

API 20E: Analytical Profile Indexaux entérobactéries (E)

CFM : Colony Forming Unit per Milliliter

ML: millilitre

H₂O₂: peroxyde d'hydrogène

H₂S: sulfure d'hydrogène

Introduction

Introduction

La résistance aux antibiotiques est aujourd’hui reconnue comme l’une des menaces les plus sérieuses pesant sur la santé publique mondiale. Selon l’Organisation mondiale de la Santé (OMS, 2020), elle compromet la capacité à traiter efficacement un large éventail d’infections bactériennes courantes, entraînant une morbidité et une mortalité accrues, ainsi que des charges économiques considérables pour les systèmes de santé. Ce phénomène ne se limite pas au domaine médical : il touche également l’environnement, l’agriculture, la sécurité alimentaire et l’économie globale. La perte progressive d’efficacité des traitements antimicrobiens remet en question les avancées médicales modernes et risque de plonger le monde dans une ère « post-antibiotique ».

L’origine de cette problématique est multifactorielle. Parmi les principales causes, l’usage excessif, inapproprié et parfois injustifié des antibiotiques, que ce soit en médecine humaine ou en médecine vétérinaire, a fortement contribué à la sélection et à la diffusion de bactéries résistantes. En particulier, dans le secteur de l’élevage intensif, les antibiotiques sont souvent administrés non seulement pour traiter ou prévenir des infections, mais aussi à des fins non thérapeutiques, comme l’amélioration de la croissance des animaux ou le rendement des exploitations. Ce type de pratiques, surtout lorsqu’il est mal encadré, crée une pression de sélection favorisant l’émergence de souches multirésistantes, capables de survivre à plusieurs classes d’antibiotiques couramment utilisées.

La filière avicole est particulièrement concernée par cette problématique. En effet, la viande de volaille, notamment le poulet, constitue une source majeure de protéines animales dans de nombreux pays, en particulier en raison de son coût abordable, de sa disponibilité et de sa popularité croissante dans l’alimentation quotidienne. Toutefois, cette production de masse implique souvent des pratiques intensives, où les antibiotiques sont intégrés à la gestion sanitaire des élevages. Plusieurs études ont montré que des résidus d’antibiotiques, ainsi que des bactéries résistantes, peuvent persister dans les produits d’origine animale et constituer un vecteur de transmission à l’homme, soit par ingestion directe, soit par le biais de la chaîne de transformation et de distribution.

Parmi les agents pathogènes les plus fréquemment impliqués dans cette transmission figurent *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Campylobacter jejuni*, ainsi que d’autres entérobactéries. Ces micro-organismes, lorsqu’ils acquièrent des gènes de résistance, peuvent devenir particulièrement difficiles à éradiquer, d’autant plus qu’ils sont souvent responsables

d'infections alimentaires graves. La contamination peut survenir à divers niveaux : à l'abattoir, pendant le transport, lors de la préparation des repas, ou même dans l'environnement via les déchets d'élevage mal gérés. Les eaux usées, les effluents agricoles et les sols traités avec des fumiers contaminés constituent autant de réservoirs pour la dissémination environnementale de ces bactéries résistantes (ANSES, 2023).

Les conséquences de cette propagation sont multiples. Sur le plan clinique, l'inefficacité des traitements standards peut entraîner un allongement de la durée des maladies, des complications graves, voire des décès évitables. Sur le plan économique, les coûts liés aux hospitalisations prolongées, aux traitements alternatifs plus coûteux et aux pertes de productivité sont considérables.

Enfin, sur le plan sociétal, la perte de confiance du public dans la sécurité alimentaire ou dans les systèmes de santé peut engendrer des tensions et des incertitudes durables.

Face à cette situation alarmante, il devient impératif d'adopter une approche intégrée et multidisciplinaire pour comprendre et limiter le phénomène de résistance. Dans cette optique, le présent travail vise à étudier la résistance aux antibiotiques chez des bactéries isolées à partir de viande de volaille commercialisée localement. L'étude a pour objectifs principaux : (i) l'identification des souches bactériennes isolées, (ii) l'évaluation de leur profil de résistance, (iii) la mise en évidence des pratiques susceptibles d'amplifier la résistance, et (iv) la formulation de recommandations concrètes en matière d'usage raisonné des antibiotiques.

Partie 01:

Synthèse bibliographique

Chapitre 01

Généralité sur la viande des volailles

I.1. La viande de volaille : définition et caractéristiques générales

La viande est définie, selon l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE), comme l'ensemble des parties comestibles d'un animal. Dans ce contexte, le terme « animal » inclut aussi bien les mammifères (tels que les ovins, bovins, caprins, camelins...) que les oiseaux (comme le poulet, la dinde ou la pintade). La qualité de la viande dépend de plusieurs facteurs, notamment l'âge, le sexe, la race de l'animal, ainsi que son alimentation.

Parmi les différentes catégories de viande, celle provenant des volailles occupe une place importante dans l'alimentation humaine. Le terme « volaille » désigne les oiseaux domestiques élevés pour leur chair ou leurs œufs. Ces espèces appartiennent généralement aux gallinacés (comme le poulet) ou aux palmipèdes (comme le canard), et sont élevées soit de manière traditionnelle en basse-cour, soit dans le cadre d'un élevage industriel intensif. La viande de volaille est appréciée pour sa valeur nutritionnelle, sa facilité de cuisson, son coût relativement abordable et sa place centrale dans de nombreuses traditions culinaires à travers le monde (Kartikasari et al., 2023).

I.2. Propriétés nutritionnelles de la viande de volaille

La viande de volaille présente plusieurs avantages nutritionnels. Elle est riche en protéines de haute qualité, qui contribuent au développement et à l'entretien de la masse musculaire. Sa faible teneur en matières grasses, notamment dans les parties maigres comme la poitrine sans peau, en fait un aliment recommandé dans les régimes équilibrés et à visée préventive contre les maladies cardiovasculaires. En outre, elle constitue une source précieuse de vitamines du groupe B (B3, B6, B12), ainsi que de minéraux tels que le fer, le zinc et le magnésium, qui jouent un rôle essentiel dans de nombreuses fonctions biologiques (Kartikasari et al., 2023).

I.3. Sources de contamination et risques microbiologiques

La viande de volaille est particulièrement sensible aux contaminations d'origine microbienne. Ces contaminations peuvent survenir à différentes étapes de la chaîne de production, depuis l'abattage jusqu'à la consommation. Un manque d'hygiène lors de l'abattage ou de la découpe peut entraîner une contamination croisée entre les viscères et la chair. Le non-respect de la chaîne du froid pendant le transport ou le stockage favorise également la prolifération bactérienne. Enfin, des pratiques inadéquates en cuisine, telles que

l'utilisation d'ustensiles non désinfectés ou l'absence de lavage des mains après manipulation de viande crue, peuvent aussi entraîner une contamination (Alloui et al., 2013).

I.4. Antibiotiques utilisés en élevage avicole

Dans les élevages avicoles, les antibiotiques sont couramment utilisés à des fins thérapeutiques, prophylactiques, ou parfois comme facteurs de croissance. Cette utilisation, lorsqu'elle est mal encadrée, peut entraîner une pression de sélection favorisant l'émergence de bactéries résistantes.

L'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) a établi une liste des antibiotiques essentiels en médecine vétérinaire. Cette liste, régulièrement mise à jour, inclut notamment les céphalosporines de 3^e et 4^e générations (C3G, C4G), les fluoroquinolones (FQ), la colistine, ainsi que des antibiotiques utilisés hors Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) mais réservés à la médecine humaine. Ces listes visent à guider les stratégies de gestion des risques sanitaires et à promouvoir un usage rationnel et ciblé des antimicrobiens dans le secteur animal(Urban et al., 2023).

I.5. Principales espèces bactériennes pathogènes associées à la viande de volaille

La viande de volaille peut être contaminée par une diversité de bactéries pathogènes représentant un risque important pour la sécurité sanitaire des aliments. Ces micro-organismes, souvent présents dans l'intestin des animaux, peuvent survivre aux étapes de transformation et se retrouver dans le produit final.

Parmi les agents pathogènes les plus fréquents figure :

- ◆ *Salmonella spp.*, notamment *Salmonella Enteritidis* et *Salmonella Typhimurium*, responsables de la salmonellose, une gastro-entérite aiguë se manifestant par de la fièvre, des diarrhées et des vomissements (Zhu et al., 2024).
- ◆ *Campylobacter jejuni* et *Campylobacter coli* sont également courants dans les volailles et sont à l'origine de la campylobactériose, une infection entérique caractérisée par des douleurs abdominales, de la fièvre et de la diarrhée (Woyda et al., 2023).
- ◆ *Listeria monocytogenes* est une autre bactérie préoccupante, responsable de la listériose, une maladie grave pouvant toucher les personnes immunodéprimées, les personnes âgées et les femmes enceintes, avec des conséquences parfois sévères telles que les avortements ou les infections néonatales (Hof, 2023).

- ◆ *Clostridium perfringens*, souvent retrouvé dans la viande mal conservée ou réchauffée, peut provoquer des toxi-infections alimentaires, se manifestant principalement par des crampes abdominales et des diarrhées (Rathnayake et al., 2024).
- ◆ Parmi les *Escherichia coli* pathogènes, les souches entérohémorragiques comme EHEC (*E. coli* O157:H7) et entérotoxigéniques (ETEC) sont responsables de diarrhées sévères, parfois accompagnées de complications graves telles que le syndrome hémolytique et urémique (SHU) (Riley, 2020).
- ◆ *Staphylococcus aureus* est quant à lui impliqué dans des intoxications alimentaires dues à des toxines préformées, provoquant vomissements et diarrhées (Cheung et al., 2021).
- ◆ Enfin, *Yersinia enterocolitica*, moins fréquente mais tout aussi préoccupante, peut causer la yersiniose, une infection digestive accompagnée de douleurs abdominales et de fièvre (Feeney et al., 2021).

Chapitre02

La résistance bactériennes aux antibiotique

II.1. Résistance aux antibiotiques dans les bactéries d'origine animale

Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), la résistance des bactéries aux antibiotiques constitue une menace croissante pour la santé publique à l'échelle mondiale. Cette problématique concerne également le secteur animalier et connaît une évolution inquiétante dans plusieurs régions (Abdoulaye, O. et al., 2023).

II.2. Études épidémiologiques

La résistance bactérienne aux antibiotiques est aujourd'hui l'une des menaces les plus graves pour la santé publique à l'échelle mondiale. L'utilisation excessive et souvent inappropriée des antibiotiques a favorisé l'émergence et la diffusion rapide de nombreuses bactéries multirésistantes (BMR), responsables d'infections difficiles à traiter. Ces agents pathogènes sont associés à une morbidité et une mortalité accrues, ainsi qu'à des échecs thérapeutiques fréquents. Certaines espèces bactériennes font l'objet d'une surveillance particulière en raison de leur dangerosité, notamment : *Enterococcus faecium* résistant à la vancomycine (EfRV), *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline (SARM), les entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre élargi (E-BLSE) ou de carbapénémases (EPC), *Pseudomonas aeruginosa* ultra- ou pan-résistant, ainsi que *Acinetobacter baumannii* résistant à l'imipénème (Reissier, S. et al., 2023).

L'épidémiologie de ces bactéries varie considérablement selon les régions du monde. Ainsi, si la prévalence du SARM tend à diminuer dans plusieurs pays et celle de *P. aeruginosa* reste relativement stable, d'autres tendances restent préoccupantes. C'est notamment le cas de l'EfvRV, très présent dans certaines zones géographiques, ou de l'E-BLSE, dont la diffusion mondiale s'accélère. Les EPC et l'ABRI se distinguent également par leur propagation rapide et massive, ce qui souligne l'urgence de renforcer la surveillance et les mesures de contrôle à l'échelle internationale (Laxminarayan et al., 2020).

II.3. Origine génétique de l'antibiorésistance et modes de transfert des gènes impliqués

La résistance bactérienne aux antibiotiques résulte de modifications génétiques, soit chromosomiques, soit présentes sur des éléments mobiles comme les plasmides. Cette résistance peut être naturelle ou acquise (Carle et al., 2009).

II.3.1. Résistance naturelle

Une souche est dite résistante lorsqu'elle est naturellement insensible à un antibiotique, en raison de caractéristiques génétiques propres à son espèce. Cette résistance, stable et spontanée, peut résulter de l'absence de cible (ex : mycoplasmes sans paroi résistants aux β -lactamines) ou d'une barrière empêchant la pénétration de l'antibiotique (ex : membrane externe des Gram négatifs contre la vancomycine) (Courvalin, P., 2018).

II.3.2. Résistance acquise

L'acquisition de résistance aux antibiotiques par des bactéries précédemment sensibles implique des modifications génétiques, souvent instables. Ces modifications peuvent survenir par deux mécanismes principaux :

II.3.2.1. Mutation chromosomique spontanée (évolution verticale)

Les mutations chromosomiques spontanées, affectant entre 10 et 20 % des bactéries, constituent un mécanisme de résistance aux antibiotiques. Ces mutations, localisées dans le chromosome bactérien, confèrent généralement une résistance ciblée à un seul antibiotique ou à une famille d'antibiotiques ayant le même mécanisme d'action. L'utilisation combinée de plusieurs antibiotiques peut réduire l'émergence de ces mutants résistants. La résistance à la rifampicine et aux quinolones, par exemple, résulte typiquement de telles mutations (Zhang et al., 2021).

II.3.2.2. Acquisition de gènes de résistance par un autre organisme (évolution horizontale)

La résistance acquise, prédominante en clinique, résulte de l'acquisition de matériel génétique exogène par les bactéries, qu'elles soient à Gram positif ou négatif. Ce transfert peut se faire par échange direct de matériel chromosomique ou, plus fréquemment, par l'acquisition d'éléments génétiques mobiles tels que les plasmides, qui portent des gènes de résistance (Lemaoui, C. et al., 2017).

Cette résistance est transférable horizontalement, même entre espèces bactériennes différentes, et peut conférer une résistance multiple aux antibiotiques. Les mécanismes de transfert incluent :

Transformation : Absorption d'ADN libre de bactéries lysées (Seitz & Blokesch, 2018)

Transduction : Transfert via des bactériophages, généralement entre bactéries de la même espèce (Chen et al., 2020)

Conjugaison : Transfert de plasmides par contact direct entre bactéries, principal vecteur de résistance chez les pathogènes (Carattoli, 2021)

II.4. Mécanismes de résistance aux antibiotiques

II.4.1. Inhibition enzymatique

L'inactivation ou la modification de l'antibiotique par une enzyme peut être illustrée par l'exemple de la pénicilline : l'enzyme TEM-1 – B-lactamase modifie la conformation de la molécule d'antibiotique, la rendant inactive (Broquiere, 2023).

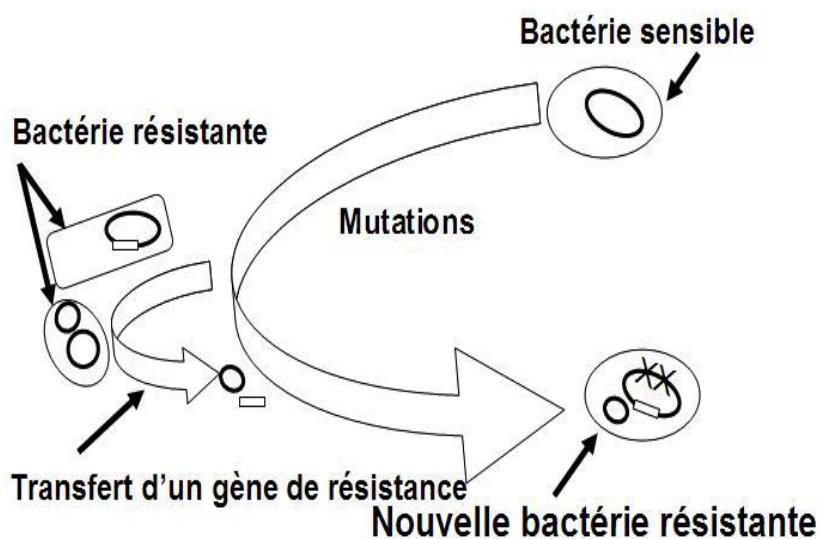


Figure N°01 : Émergence d'une résistance acquise aux antimicrobiens (Carle et al., 2009)

II.4.2. Réduction de la perméabilité cellulaire

La réduction de la perméabilité membranaire représente un mécanisme crucial de résistance bactérienne, particulièrement chez les bactéries à Gram négatif. Ces dernières possèdent une membrane externe agissant comme une barrière, nécessitant le passage des antibiotiques via des porines. La résistance survient lorsque la perméabilité est réduite, empêchant l'antibiotique d'atteindre sa cible. Cette réduction peut être spécifique, comme la résistance de *Pseudomonas aeruginosa* à l'imipénème due à la perte d'une porine spécifique, ou plus large, affectant plusieurs antibiotiques. Les mutations des porines, surtout la réduction de leur taille ou de leur nombre, jouent un rôle majeur dans cette résistance. Souvent, ce mécanisme s'associe à la production de bêta-lactamases, renforçant la résistance. Par exemple,

chez Enterobacter sp. et Serratia sp., la résistance à l'imipénème résulte de la combinaison de la réduction de perméabilité et de l'augmentation de la production de bêta-lactamases (Tamma et al., 2021).

II.4.2.1. Altération des sites de liaison

Ce mécanisme, provoqué par des mutations chromosomiques ou plasmidiques, réduit l'affinité de l'antibiotique pour sa cible, compromettant son efficacité (Wright, 2019).

a. Altération des protéines de liaison aux pénicillines (PLP)

Il réduit l'affinité des PLP pour les bêta-lactamines. C'est un mécanisme courant chez les cocci à Gram positif comme *S. aureus* et *S. pneumoniae* (Hakenbeck et al., 2021).

b. Altération des sites ribosomaux

Impliquant la modification des sous-unités ribosomiques, empêchant l'action des macrolides, aminosides et chloramphénicol (Sharkey et al., 2020).

c. Altération de l'ADN-gyrase et topoisomérase

Des mutations dans ces enzymes, cibles des quinolones, réduisent leur affinité (Redgrave et al., 2014).

d. Altération des précurseurs de la paroi bactérienne

Elle empêche la vancomycine d'agir efficacement. Observée chez les entérocoques résistants (Werner et al., 2013).

e. Altération des enzymes cibles

Des modifications enzymatiques comme celles de la dihydroptéroate synthétase ou dihydrofolate réductase rendent les sulfamides et le triméthoprime inefficaces (Sköld, 2001).

II.4.3. Pompes à efflux

Les pompes à efflux permettent aux bactéries d'expulser activement les antibiotiques, contribuant à la multirésistance. Elles sont fréquentes chez *E. coli*, *Shigella* et *S. aureus* (Li & Nikaido, 2021).

II.4.4. Formation de capsule

Chez certaines bactéries comme *Klebsiella pneumoniae*, la capsule empêche l'action des polymyxines. Ce mécanisme est aussi activé par des systèmes de régulation comme PhoPQ (Baron, S., 2017).

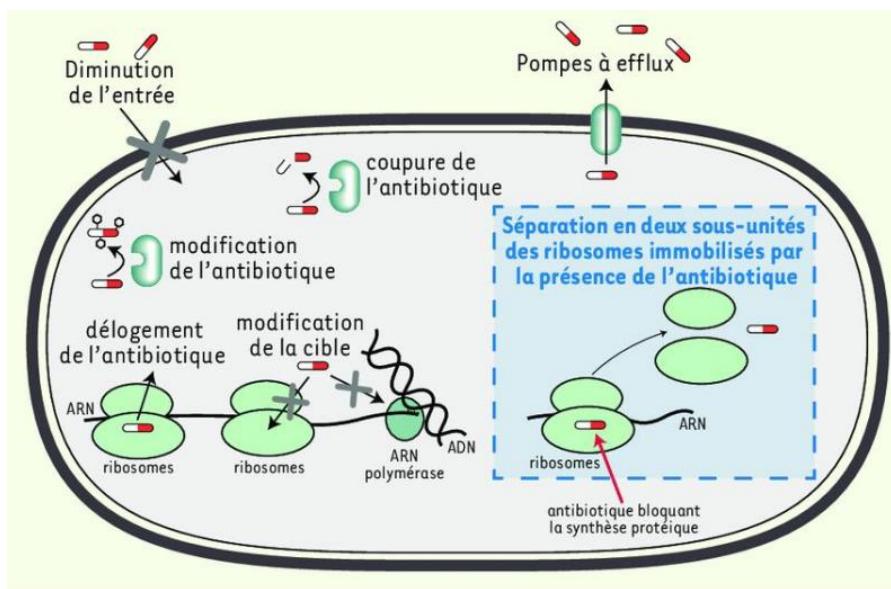


Figure N°02 : Différents types de résistance aux antibiotiques (Duval, M. et al., 2019)

II.5. Les facteurs d'émergence et de diffusion de la résistance aux antibiotiques

La montée de la résistance aux antibiotiques ces dernières années constitue un véritable défi de santé publique, avec des conséquences majeures à l'échelle mondiale, particulièrement dans les pays en développement (PED). Les nations du Sud doivent faire face à de nombreuses maladies infectieuses et parasitaires, notamment le paludisme, ainsi qu'aux infections respiratoires et aux maladies diarrhéiques, qui, à elles seules, sont responsables de plus de 80 % des décès d'enfants avant l'âge de cinq ans (Da, L. et al., 2023).

Les conditions socioéconomiques défavorables :

- ◆ Insuffisance du personnel.
- ◆ Insuffisance d'infrastructures de diagnostic étiologique et d'évaluation de la résistance aux antibiotiques.
- ◆ Insuffisance de réseaux nationaux et régionaux de surveillance de la résistance.
- ◆ Insuffisance de réglementation pour l'acquisition des antibiotiques.
- ◆ Qualité des antibiotiques.

II.6. Impact de la résistance aux antibiotiques sur la santé humaine

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), les infections provoquées par des bactéries multirésistantes sont responsables d'un nombre croissant d'échecs thérapeutiques,

prolongeant les durées d'hospitalisation et augmentant la mortalité liée aux infections nosocomiales et communautaires (WHO, 2021).

Des études récentes montrent que la résistance aux carbapénèmes, aux céphalosporines de troisième génération et aux fluoroquinolones a conduit à une augmentation significative des complications post-opératoires, des infections urinaires récidivantes et des septicémies graves (Cassini et al., 2019).

Par exemple, les infections dues aux CPE sont particulièrement préoccupantes sur le plan clinique, notamment en cas de retard dans l'administration d'un traitement adapté (Ma, J. et al., 2023).

La résistance aux antibiotiques complique considérablement la gestion des infections dans les établissements de santé, en particulier pour les patients soumis à des procédures médicales invasives ou immunosuppressives telles que les greffes d'organes, la chimiothérapie ou les interventions chirurgicales majeures (Kakooza, F. et al., 2023).

En absence de nouvelles molécules antibactériennes efficaces et d'une utilisation rationnelle des antibiotiques, la situation pourrait entraîner des millions de décès évitables chaque année d'ici 2050, selon les données épidémiologiques mondiales (Global Research on Antimicrobial Resistance [GRAM], 2022).

Partie 02

Partie expérimentale

Chapitre 3

Matériel et méthodes

L'étude a été réalisée au sein du laboratoire de microbiologie de la Faculté des Sciences de la Vie et de la Terre, situé à Biskra El Hadjeb. Ce travail expérimental c'est déroulé sur une durée de trois mois, s'étalant du 11 février 2025 jusqu'à (11 mai 2025), permettant ainsi de disposer de suffisamment de temps pour réaliser les analyses microbiologiques et les tests de confirmation nécessaires.

III.1.Échantillonnage

Le matériel biologique utilisé dans cette étude est la viande de poulet.

Les analyses microbiologiques commencent par la réalisation d'écouvillonnages au niveau des surfaces cutanées externes et internes des carcasses de poulet de chair (cou, pattes, poitrine, etc.).

Ces carcasses proviennent d'un abattoir de volailles situé à El Hadjeb, wilaya de Biskra.

Un écouvillonnage rigoureux a été réalisé sur une surface standardisée de 100 mm², en effectuant des mouvements croisés (zigzag horizontal puis vertical).

Comme illustré dans **la figure N°03**, cette technique permet une récupération optimale des bactéries présentes sur les carcasses.



FigureN°03: La methode d'écouvillonage (photo personnelle)

Selon **Amairi (2021)**, les écouvillonnages de la viande constituent d'excellents prélèvements pour l'isolement des différentes bactéries, Les échantillons ont été conservés à +4 °C en attente de l'analyse bactériologique.

La conservation des prélèvements à cette température ne pose pas de problème technique, car les bactéries peuvent continuer à survivre en condition de réfrigération.

Dans notre étude, l'analyse a débuté dans un délai n'excédant pas une heure après la collecte des échantillons.

III.2. Isolement

III.2.1. Culture sur les milieux sélectifs

Lors de la phase d'isolement bactérien, deux milieux de culture ont été sélectionnés :

- ✓ **Le MacConkey Agar (MILLIPORE, Germany)** pour l'isolement des bactéries à Gram négatif, notamment les **Entérobactéries**. (Steven Obenauf & Susan Finazzo 2022).
- ✓ **Le Chapman Agar (TM MEDIA India)** pour l'isolement des *Staphylococcus spp.*

L'ensemencement des milieux a été réalisé selon la **méthode des quatre cadrants**, afin d'obtenir des colonies bien isolées et facilement identifiables ,Les boîtes ont été incubées à 37°C pendant 24 heures ,Cette méthode est représentée dans **la figure N°04**.

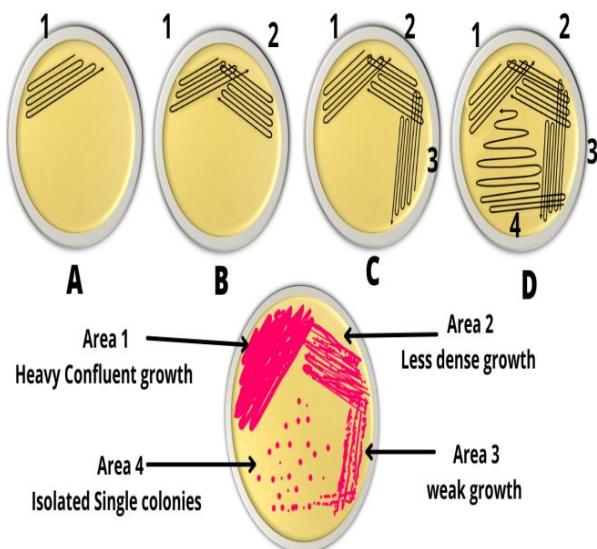


Figure N°04: la méthode des 4 cadrants (RBR Life Science, 2023)

- ✓ **Hektoen Enteric Agar et *Salmonella-Shigella* Agar**

Afin de détecter la présence potentielle de *Salmonella* spp. dans les échantillons prélevés, la recherche a été réalisée en quatre étapes successives :

- **Pré-enrichissement**

Les écouvillons ont été transférés dans un bouillon peptoné stérile (*eau peptonée*), dans le but de **réactiver les bactéries potentiellement affaiblies** par les conditions de prélèvement ou de conservation.

L'incubation a été effectuée à **37 °C** pendant une durée de **18 à 24 heures**.

Cette étape vise à favoriser la reprise de croissance des bactéries présentes **sans pression de sélection**, en assurant un environnement nutritif non inhibiteur.



FigureN°05 L'isollement de *Salmonella* (photo personnelle)

- **Enrichissement (Enrichissement sélectif)**

Après la phase de pré-enrichissement, un volume de **0,1 mL** de chaque culture a été transféré dans un milieu liquide sélectif, à savoir **10 mL de bouillon Rappaport-Vassiliadis (RVS)**. Ce milieu favorise la croissance sélective des **bactéries du genre *Salmonella***, tout en inhibant le développement des flores bactériennes concurrentes.

Les tubes ont été incubés à **42°C** pendant 24 heures.

- **Isolement sur milieux solides sélectifs**

Après l'étape d'enrichissement, une petite quantité de chaque suspension a été ensemencée sur les milieux solides suivants :

MilieuHEKTOEN Agar : (LIOFILCHEM srl Italy)

Ce milieu est utilisé pour isoler les bactéries entériques pathogènes.

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

Milieu **Salmonella-Shigella Agar** de la marque (LIOFILCHEM srl Italy)

Ce milieu est hautement sélectif pour l'isolement de Salmonella et Shigella .

Il contient des sels biliaires qui inhibent les bactéries Gram positives et certaines Gram négatives.

Les boîtes ont été incubées à 37°C pendant 24 heures. **La figure N°05** illustre cette étape.

Une colonie représentative de chaque type morphologique est repiquée sur un milieu identique pour obtenir une culture pure.(Wages et al., 2022).

III.2.2 Purification

Une colonie représentative de chaque type morphologique est repiquée sur un milieu identique pour obtenir une culture pure.

Une incubation secondaire est effectuée à 37 °C pendant 24 heures.

Les colonies obtenues sont à nouveau observées pour vérifier leur conformité avec les caractéristiques initiales.

III.3. Identification

III.3.1 Identification microscopique

III.3.1.1 Coloration de Gram

Des colonies caractéristiques sont choisies et colorées pour de confirmer leur nature : bacilles à Gram négatif pour MacConkey, coques à Gram positif pour Chapman ...

III.3.2 Identification biochimique des colonies suspectés

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

Les colonies présentant des caractères typiques ont été repiquées sur le milieu TSI (Triple Sugar Iron) de la marque (CONDA Espagne) pour confirmer leurs profils fermentatifs.

Technique:

- Prelever quelques gouttes de la suspension bactérienne avec une pipette Pasteur ou une anse en platine. Inoculer la surface inclinée en stries serrées et le culot par piqûre centrale.
- Mettre à l'etuve à 37°C pendant 24 heures.

- l'utilisation d'un sucre fait virer l'indicateur au jaune (rouge de phenol).

Lecture:

-La fermentation des glucides (glucose, saccharose, lactose) provoque une production d'acide qui est détectée par l'indicateur rouge de phenol, le milieu vire vers le jaune :

- Fermentation positive du lactose : virage au jaune de la pente.
- Fermentation positive du saccharose : virage au jaune de la région médiane.
- Fermentation positive du glucose : virage au jaune fond de tube.
- La présence de bulles et le déplacement du milieu vers le haut signifie qu'il y a production de gaz.

La production d'H₂S se traduit par un précipité noir.

III.3.2.2 Identification biochimique par API 20E

L'identification des isolats conservés a été effectuée à l'aide de la galerie API 20E, selon les instructions fournies par le fabricant (Biomérieux, France) dans la notice d'utilisation.

Préparation de la galerie :

Le fond et le couvercle d'une boîte d'incubation sont assemblés, puis 5 ml d'eau distillée sont ajoutés dans les alvéoles du fond afin de maintenir une atmosphère humide. La galerie est ensuite placée de manière stérile dans la boîte.

Préparation de l'inoculum :

À l'aide d'une anse de platine, des colonies homogènes et bien isolées sont prélevées d'une culture jeune. Ces colonies sont ensuite suspendues dans 5 ml d'eau physiologique stérile pour obtenir une suspension bactérienne dense et homogène.

préparation Mc Farland

Un étalon de standard 0,5 McFarland. Le mélange des deux composés forme un précipité de sulfate de baryum, ce qui rend la solution trouble. (**Figure N°06**)

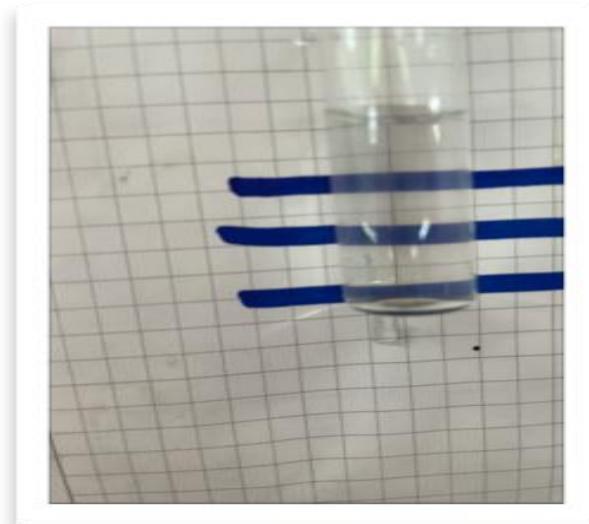


Figure N°06: l'étalon de turbidité McFarland 0,5 (photo personnelle)

Inoculation de la galerie :

Les microtubes de la galerie sont remplis avec la suspension bactérienne à l'aide d'une pipette Pasteur stérile.

- Pour éviter la formation de bulles, la pipette est placée contre la paroi de la cupule et la boîte légèrement inclinée.
- Pour les tests CIT, VP et GEL : le tube et la cupule sont tous deux remplis.
- Pour les tests ADH, LDC, ODC, H₂S et URE : de l'huile de vaseline stérile est ajoutée dans la cupule pour créer un environnement anaérobiose.
- Pour les autres tests : seul le tube est rempli.
- La boîte d'incubation est ensuite refermée et placée à 37°C pendant 24 heures.

Ajout des réactifs :

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

VP: Ajouter une goutte de chaque réactif VP1 et VP2. Attendre 10 minutes. Une coloration rose ou rouge est considérée comme positive. Une faible teinte rosée après 10 minutes est considérée comme négative.

IND: Ajouter une goutte de réactif de Kovacs. Après 2 minutes, une coloration rose diffuse indique un résultat positif.



Figure N°07: Les réactifs de l'API 20E(photo personnelle)

Interprétation finale :

L'identification des souches est réalisée à l'aide d'un logiciel d'interprétation basé sur une feuille Excel dédiée à l'identification microbienne. (**Cowan, M. K., Smith, H., & Lusk, J. 2022**) <https://lab.upbm.org>

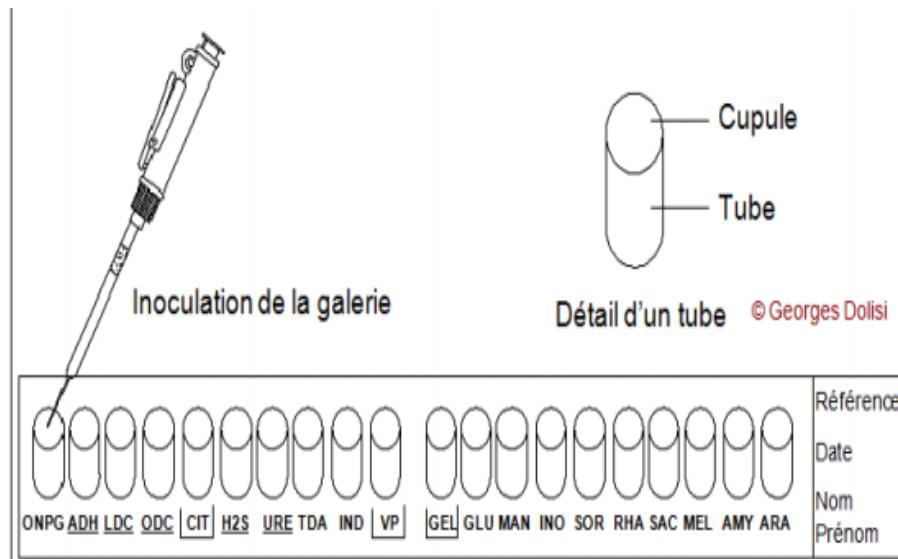


Figure N°08 : Inoculation de la galerie API 20E (e-monsite, 2016)

III.3.2.3 Test Catalase

Technique:

- Sur une lame de verre propre et seche, ajouter quelques gouttes d'eau oxygénée 10 volumes (DULCILED néerlandaise).
- Ajouter l'inoculum bactérien à l'aide d'une anse de Platine ou d'une pipette Pasteur - Observer immédiatement à l'œil nu.

Lecture:

Liberation de gaz : Indique la production de dioxygène (O_2) lors de la décomposition de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) : caractérise une souche comme étant catalase positive.

- Absence de dégagement de gaz : Indique l'absence de production de dioxygène (O) lors de la décomposition de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) : caractérise une souche comme étant catalase négative.

III.4 Antibiogramme

Ce test repose sur la capacité des antibiotiques à inhiber ou à éliminer les bactéries.

Dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé la méthode de diffusion en milieu gélosé (appelée aussi méthode des disques).

Technique :

Nous avons sélectionné un ensemble de 5 antibiotiques, choisis à partir des listes standard et complémentaire conformément aux recommandations du CA-SFM (2024).

Préparation de l'inoculum :

La préparation de l'inoculum consiste à réaliser une suspension bactérienne à partir d'une culture jeune.

Pour cela, on prélève au moins trois colonies que l'on émulsionne dans 5 ml d'eau physiologique stérile, en veillant à bien homogénéiser la solution.

L'opacité de la suspension est ensuite ajustée en la comparant à l'échalon de turbidité 0,5 McFarland.

Cette suspension standardisée correspond à une densité optique (DO) comprise entre 0,08 et 0,1, soit environ 0,5 McFarland, équivalente à une culture pure légèrement confluent de 10^6 à 10^8 UFC/ml.

Ensemencement de la gélose :

Ensemencer les boîtes de gélose Mueller-Hinton (HIMEDIA India)en réalisant des stries rapprochées à l'aide de l'écouvillon, en le passant uniformément sur toute la surface du milieu. Tourner la boîte trois fois à 60° entre chaque passage afin d'assurer une répartition homogène de l'inoculum **La figure N°09** illustre le principe de l'antibiogramme.

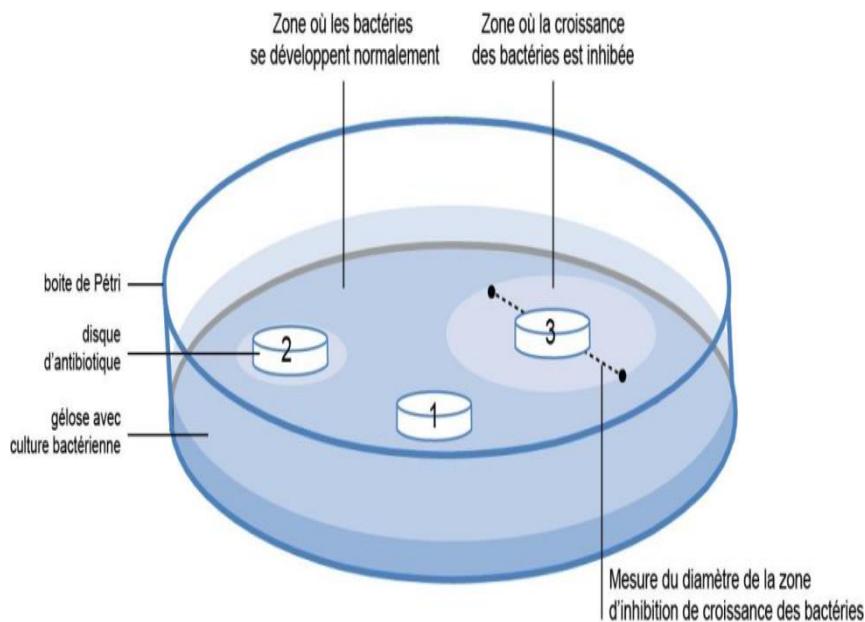


Figure N°09 : Schéma du principe de l'antibiogramme (Réseau Canopé, 2015)

Dépôt des disques et incubation :

À l'aide d'une pince stérile, les disques d'antibiotiques sont déposés avec précaution, à plat, sur la surface de la gélose MH préalablement séchée, sans les faire glisser, car la diffusion des antibiotiques débute immédiatement. On place généralement 5 disques par boîte , en les pressant légèrement pour assurer un bon contact avec le milieu.

Il est essentiel de respecter une distance minimale de 15 mm entre le bord de la boîte et les disques périphériques, ainsi qu'un espacement d'au moins 30 mm entre les disques eux-mêmes.

Les boîtes sont ensuite incubées à 37 °C, pendant 18 à 24 heures, en position couvercle vers le haut.

L'interprétation des résultats se fait en se référant au Tableau des diamètres critiques (CA-SFM, 2024)(Annex) Après comparaison des diamètres observés avec les seuils standards, le phénotype de la souche est déterminé comme suit :

Sensible (S) : si le diamètre de la zone d'inhibition est supérieur ou égal à D.

Résistante (R) : si le diamètre est inférieur à d.

Intermédiaire (I) : si le diamètre se situe entre d et D (soit $d \leq \text{diamètre} < D$).

Chapitre 04

Résultats et Discussion

IV. Résultats et Discussion

Après l'isolement des bactéries à partir des échantillons de viande des volailles collectés dans différents points de vente de la région d'étude, une identification préliminaire a été effectuée par des méthodes microbiologiques classiques. Ensuite, un test d'antibiogramme a été réalisé pour évaluer la sensibilité ou la résistance des souches isolées aux antibiotiques couramment utilisés en médecine humaine et vétérinaire, Ce chapitre présente les résultats obtenus concernant :

- l'identification des bactéries.
- La distribution relative des différentes espèces bactériennes.
- Les profils de résistance aux antibiotiques.
- La présence éventuelle de souches multirésistantes (MDR).

IV.1. Résultats de l'isolement bactérien

Après l'ensemencement sur les milieux de culture sélectifs et différentiels, une étude morphologique préliminaire a été entreprise pour examiner les caractéristiques macroscopiques des colonies ainsi que leur apparence microscopique après une coloration de Gram.

a) Sur milieu MacConkey (Figure n°9)

Sur le milieu MacConkey, les colonies apparaissent de taille moyenne à grande, de couleur rose, à surface lisse ou légèrement muqueuse, avec une consistance visqueuse. Les bords sont généralement réguliers et les colonies sont translucides à semi-transparentes.

L'examen microscopique après la coloration de Gram révèle des bacilles courts, mobiles, Gram-négatifs.

b) Sur milieu Chapman (Figure n°10)

Les colonies de *Staphylococcus spp.* sont circulaires, bien délimitées, de couleur jaune doré à jaune pâle, selon la souche. Un halo clair ou trouble entoure parfois les colonies, en lien avec l'hydrolyse des sels biliaires via les enzymes lipases.

Dans le cas particulier de *Staphylococcus epidermidis*, les colonies sont de petite à moyenne taille, de couleur blanchâtre à jaune pâle. Aucune modification marquée de la couleur du milieu n'a été observée.

Au microscope, les cellules apparaissent comme des coques en amas caractéristiques des **Gram-positifs**.

c) Sur milieu *Salmonella-Shigella* (SS) (Figure n°11)

Les colonies de **Salmonella spp.** se présentent sous forme de formations circulaires, lisses, transparentes à légèrement grisâtres, avec un centre noir caractéristique dû à la production de **H₂S** (hydrogène sulfuré). Ce phénomène résulte de l'interaction avec le thiosulfate de sodium et le citrate ferrique présents dans le milieu.

Au microscope, les cellules sont des bacilles Gram-négatifs, mobiles, non encapsulés et non sporulés. Elles conservent une forme allongée, avec des extrémités régulières, et sont observées isolées ou en courtes chaînes.

d) Autres colonies observées sur milieu SS(Figure n°11)

Un autre type de colonies, également isolé sur le milieu SS, présente des caractéristiques distinctes : taille moyenne à grande (2 à 4 mm), forme ronde, bords réguliers et lisses, couleur orangée à brun-orangé. L'aspect est homogène, sans signes de pigmentation anormale ni dégradation.

Au microscope, ces cellules sont des bacilles droits ou légèrement incurvés, mobiles, généralement isolés ou en petits groupes. Elles sont également **Gram-négatives**, colorées en rouge pâle après la coloration de Gram, avec des contours bien nets. Aucune capsule ni spore n'est observée.



FigureN°10 : Aspect des colonies bactériennes sur gélose Macconkey

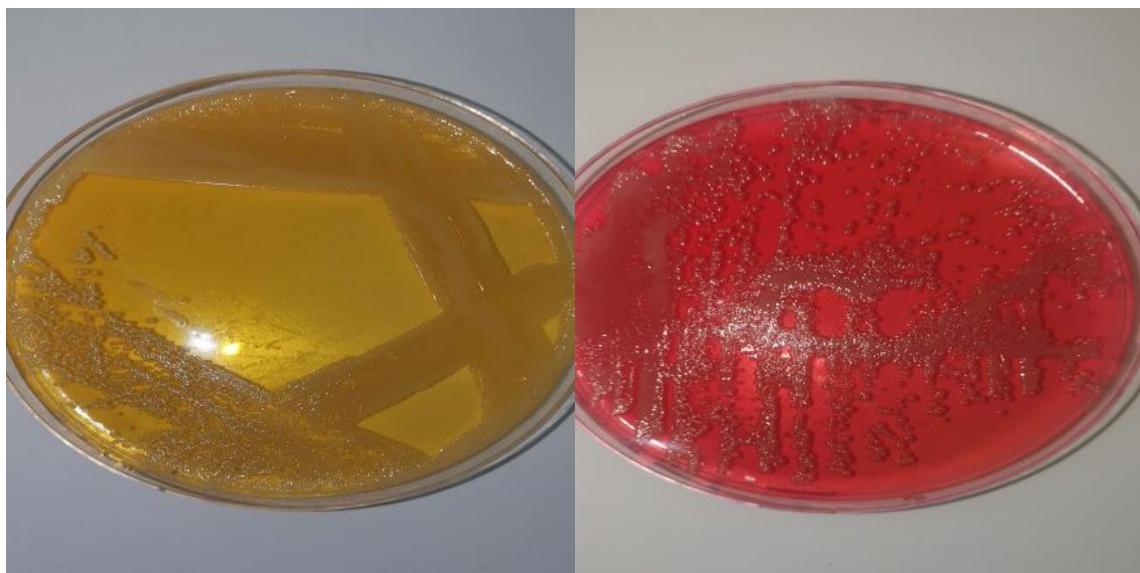


Figure N°11 : Aspect des colonies bactériennes sur gélose Chapman



Figure N°12 : Aspect des colonies bactériennes sur gélose SS

IV. 2. Profil biochimique des isolats bactériens selon la réaction sur milieu TSI

Tableau N°01: Résultats et interprétation du test TSI

Espece bactérienne	Interaction TSI	Interprétation
<i>E.Coli</i>	A/A + gaz	Fermente les trois sucres, produit du gaz.
<i>E.Fergusoni</i>		
<i>E.Cloacae</i>	A/A	Fermente les trois sucres, peut produire du gaz.
<i>Salmonella choleraesuis</i> <i>spp.arizonaee</i>	K/A + H ₂ S	Fermente le glucose uniquement, produit H ₂ S.
<i>C.Freundii</i>	K/A +H ₂ S	Fermente le glucose uniquement, produit H ₂ S.

A (Acide) = couleur jaune = réaction acide (fermentation des sucres)

K (Alcalin) = couleur rouge = réaction basique (pas de fermentation)

Les résultats du test TSI (Triple Sugar Iron), présentés dans le **Tableau n°1**, montrent une correspondance complète avec les critères d'identification bactériologique reconnus au niveau international. Ce test a permis d'évaluer la capacité de plusieurs espèces bactériennes à fermenter les sucres (glucose, lactose, saccharose), ainsi que leur aptitude à produire du gaz ou du sulfure d'hydrogène (**H₂S**).

L'analyse a porté sur quatre espèces : *Escherichia coli*, *Enterobacter cloacae*, *Salmonella choleraesuis subsp. arizonaee* et *Citrobacter freundii*.

Escherichia coli a présenté un profil **A/A + gaz**, indiquant la fermentation des trois sucres avec production d'acide à la fois dans la partie inclinée (aérobie) et dans la partie butté (anaérobique) du milieu, ainsi qu'une production notable de gaz. Ce profil est typique des entérobactéries à forte activité fermentative.

Enterobacter cloacae a montré un profil similaire (**A/A**), mais sans dégagement de gaz apparent, suggérant une activité fermentative comparable, mais avec une production gazeuse absente ou très limitée, possiblement liée à des différences enzymatiques spécifiques.

Les espèces *Salmonella choleraesuis subsp. arizonaee* et *Citrobacter freundii* ont toutes deux affiché un profil **K/A + H₂S**, typique des bactéries ne fermentant que le glucose. L'acidité n'est observée que dans la partie butté, tandis que la surface du milieu reste

alcaline. La production de H_2S , visible sous forme de précipité noir, témoigne de la réduction du thiosulfate en sulfure d'hydrogène.

L'ensemble des résultats obtenus est conforme aux profils biochimiques de référence pour ces espèces (cf. **Annexe 01**), ce qui atteste de la rigueur méthodologique appliquée lors des tests et de la fiabilité des données générées. Ces profils peuvent ainsi être utilisés avec confiance dans des contextes de recherche microbiologique ou de diagnostic clinique.

IV. 3. Résultats de l'identification biochimique (API 20E)

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

Tbleau N°02: Code API final des espèces bactériennes

Isolats	Code API	Espèces bactériennes
B1	7044572	<i>E.Coli</i>
B3	5144113	<i>E.Fergusoni</i>
B2	3105573	<i>E.Cloacae</i>
B3	77045112	<i>Salmonella choleraesuis spp arizonae</i>
B4	2604172	<i>C.Freundii</i>

L'isolat B1 a présenté un profil API correspondant à *E.Coli* , tandis que l'isolat B3 s'est révélé appartenir à l'espèce *Salmonella* , ce qui est conforme aux attentes liées à l'environnement avicole.

Les résultats montrent que toutes les espèces bactériennes identifiées dans le (**Tableau N°02**) sont conformes aux normes nationales établies. Chaque isolat bactérien (B1, B2, B3, B4) a été identifié à l'aide du code API final, puis comparé aux références standards. Les espèces déterminées incluent *Escherichia coli* , *Enterobacter fergusoni* , *Enterobacter cloacae* , *Salmonella choleraesuis spp. arizonae* et *Citrobacter freundii* .

Cette concordance témoigne de la précision des méthodes utilisées pour l'identification bactérienne et valide l'utilisation du système API comme outil fiable dans le diagnostic microbiologique, tant sur le plan recherche qu'appliqué.



Figure N°13:Identification bactérienne par API20E

IV. 4. Résultats du test de la catalase chez les *S.aureus* isolées

L'analyse du test de la catalase a révélé une réaction positive pour la souche *S.aureus*. En effet, l'ajout de solution d'eau oxygénée (H_2O_2 à 3 %) sur la colonie a entraîné une libération immédiate de bulles d'oxygène, témoignant de la production de l'enzyme catalase par cette bactérie. Ce résultat constitue un critère important dans la différenciation des genres cocci Gram-positifs, notamment entre les genres *Staphylococcus* (catalase +) et *Streptococcus* (catalase -) (Annex 03).

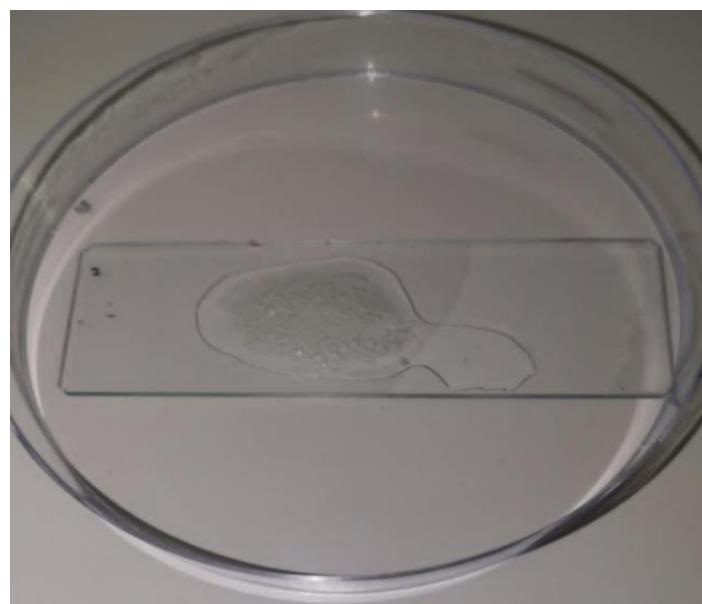
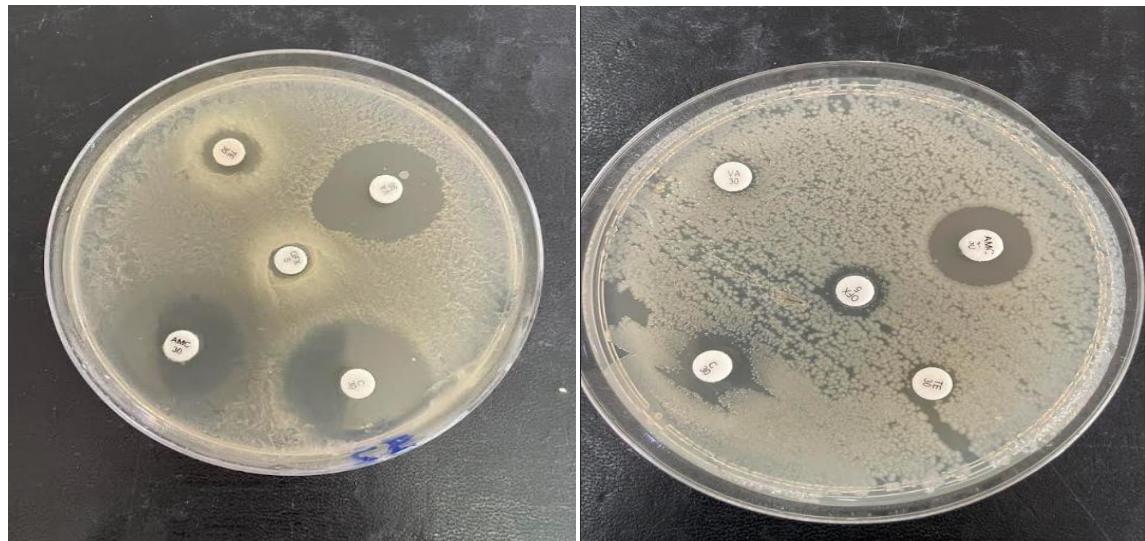


Figure N 14 ; Réaction de la catalase pour l'identification de *Staphylococcus aureus*

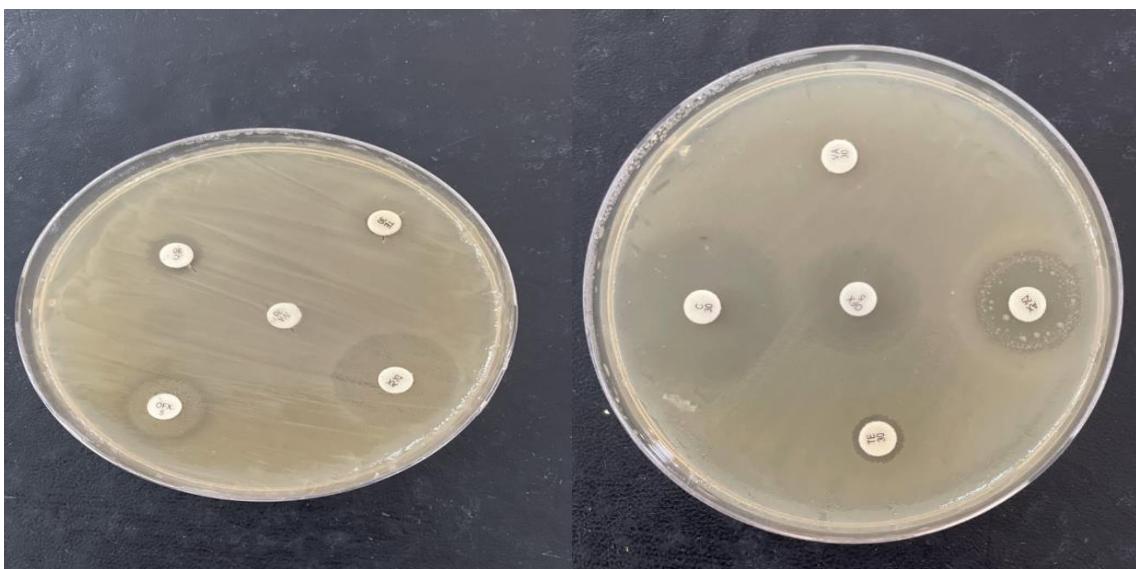
IV. 5. Analyse des résultats d'antibiorésistance selon la méthode de diffusion en gélose (disques)

Ce chapitre vise à présenter une analyse détaillée des résultats de l'antibiogramme réalisé sur la souche bactérienne étudiée. Cette analyse est effectuée en mesurant les diamètres des zones d'inhibition autour des disques antibiotiques, et en comparant ces résultats aux critères de référence internationalement reconnus, (CA-SFM Annex). Cette approche permet d'identifier les profils de résistance de la souche.



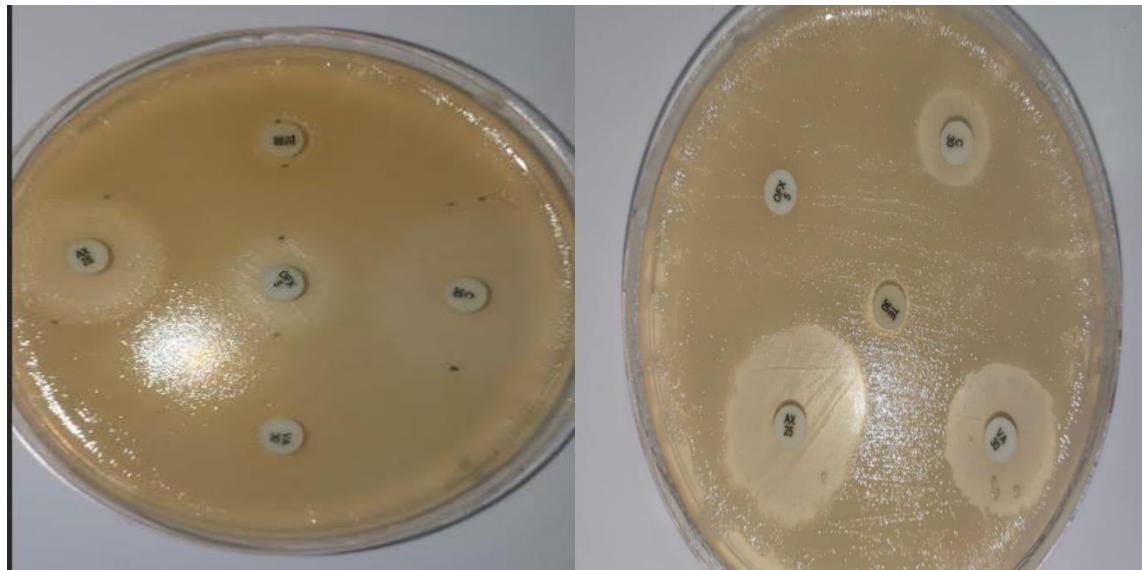
S.epidermidis

E.Coli



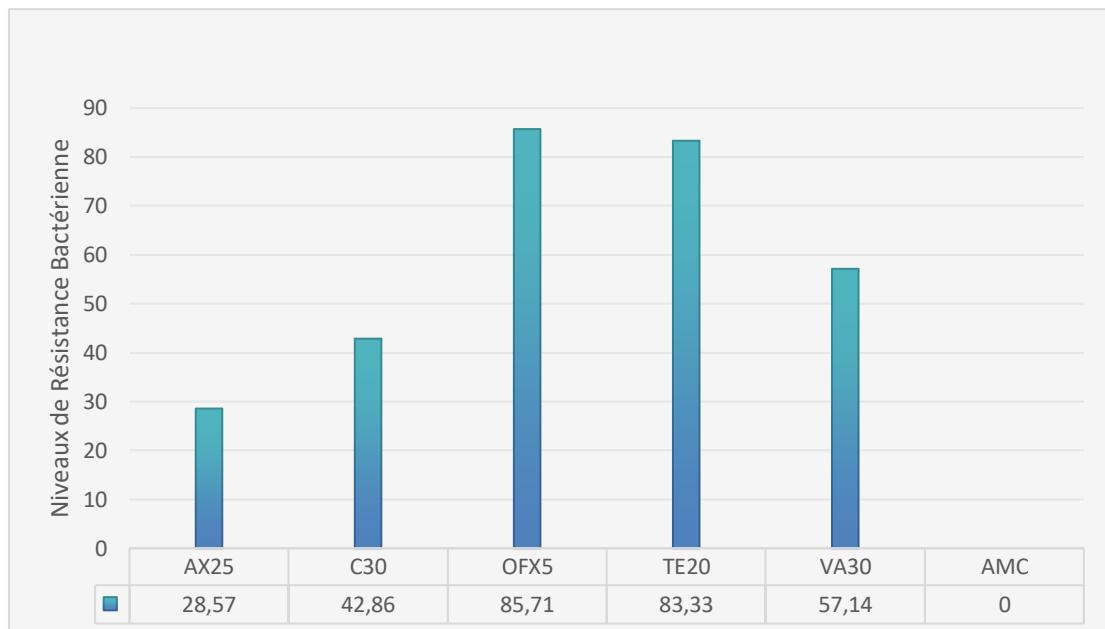
C. Freundii

E.Cloacae

*Salmonella choleraesuis spp. arizona**S. aureus**E. Fergusonii***FigureN° 15:**profil de sensibilité aux antibiotiques**Tableau N°03:** Réaction des bactéries aux différents antibiotiques (Résistance / Sensibilité)

	<i>E.Coli</i>	<i>E.Fergusonii</i>	<i>E.Cloacae</i>	<i>C.Freundii</i>	<i>S.Choleraesuis spp</i>	<i>S.aureus</i>	<i>S.epidermidis</i>
AX25	-	S	R	R	S	S	-
C30	R	S	S	R	S	R	S
OFX5	R	R	I	R	R	R	R
TE20	R	-	R	R	R	R	S
VA30	R	S	R	R	R	S	S
AMC	S	S	-	-	-	-	S

Ce graphique à barres présente une comparaison visuelle des valeurs associées à cinq catégories distinctes : AX25, C30, OFX5, TE20 et VA30, AMC. Chaque barre représente la valeur numérique de sa catégorie respective, permettant d'identifier rapidement les différences et les tendances entre elles.



FigureN° 16 Analyse graphique des réponses bactériennes à différents antibiotiques

IV.5. Résistance aux antibiotiques

L'analyse des résultats met en évidence un niveau élevé de résistance vis-à-vis de plusieurs antibiotiques utilisés en médecine humaine et vétérinaire. Les données obtenues révèlent une forte convergence avec les statistiques mondiales publiées par l'EUCAST, en particulier pour les molécules suivantes : amoxicilline, chloramphénicol, ofloxacine, tétracycline et vancomycine. Cette situation constitue un signal d'alerte concernant l'expansion de souches multirésistantes (MDR) dans la chaîne alimentaire, avec des conséquences potentielles graves sur l'efficacité des traitements antimicrobiens chez l'homme.

Ce phénomène peut s'expliquer principalement par l'usage excessif et incontrôlé des antibiotiques dans les élevages avicoles, ainsi que par l'absence de mesures sanitaires strictes tout au long des filières de production et de distribution.

IV.5.1. Comparaison avec les données internationales

Les résultats de cette étude sont en accord avec ceux rapportés dans une étude réalisée au Tchad, publiée dans l'International Journal of Biological and Chemical Sciences, où 51,22 % des souches de *Salmonella* spp. isolées de viande de volaille ont montré une résistance à la tétracycline. Cela confirme le caractère global du problème, en particulier dans les régions où les antibiotiques sont mal encadrés dans le secteur de l'élevage.

De même, l'étude de Al-Talib et al. (2019) a montré une sensibilité persistante de *Staphylococcus aureus* à la vancomycine, ce qui corrobore nos résultats. Toutefois, Ghahremani et al. (2018) ont rapporté l'émergence de souches VRSA (Vancomycin Resistant *S. aureus*) dans 11 cas, soulignant la nécessité d'une surveillance continue.

IV.5.2. Profils de résistance spécifiques

Les profils de résistance varient selon l'espèce :

Enterobacter cloacae présente un profil multirésistant (MDR), avec une résistance totale à l'amoxicilline, au chloramphénicol, à la tétracycline et à la vancomycine, mais reste sensible à la combinaison ampicilline/acide clavulanique (AMC). Cette sensibilité conservée à une association avec inhibiteur enzymatique suggère une option thérapeutique potentielle.

Escherichia fergusonii se distingue par une sensibilité complète à l'amoxicilline, au chloramphénicol et à la vancomycine, tout en exprimant une résistance intermédiaire à l'ofloxacine, ce qui montre un profil moins préoccupant.

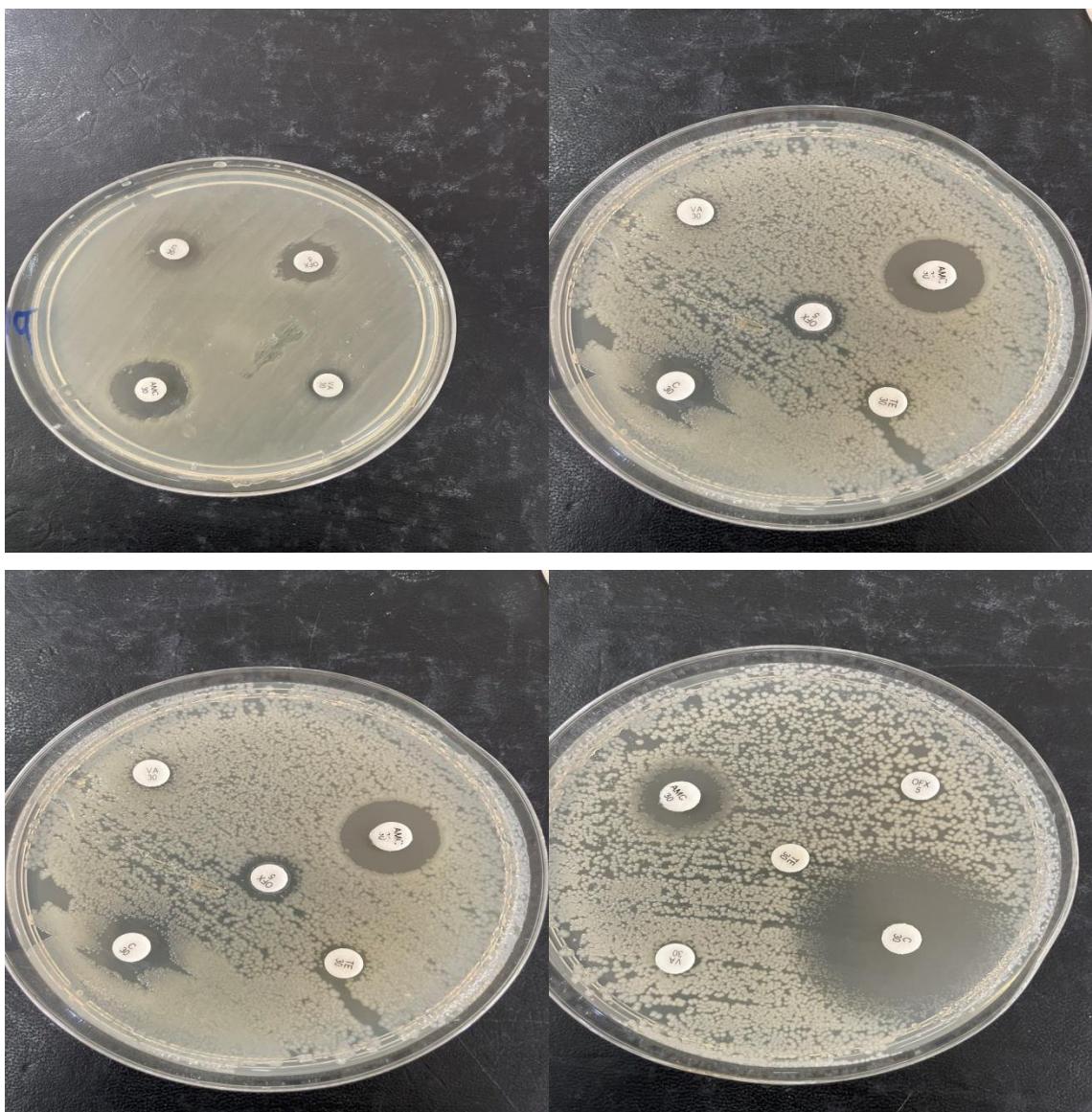
La détection de *Citrobacter freundii*, bien que moins fréquente dans les études locales, révèle une diversité bactérienne croissante sur les marchés, possiblement liée à l'amélioration des méthodes d'isolement ou à des mutations locales favorisant son émergence.

IV.5.3. Résistance multirésistante (MDR)

La majorité des souches isolées ont présenté une résistance totale ou partielle aux antibiotiques conventionnels tels que l'amoxicilline, la tétracycline, l'ofloxacine et le chloramphénicol. La présence de ces souches multirésistantes soulève une inquiétude majeure quant à la possibilité de transfert horizontal de gènes de résistance vers des bactéries pathogènes humaines, exacerbant ainsi les risques pour la santé publique.

IV.5.4. Variabilité intra-espèce (cas d'*E. coli*)

Après confirmation de l'identité des isolats comme appartenant à *Escherichia coli*, une variabilité importante a été observée dans les profils de sensibilité, bien que les souches proviennent du même échantillon. Cette hétérogénéité phénotypique peut refléter une diversité génétique au sein de la population microbienne locale, rendant nécessaire une analyse approfondie pour évaluer la présence et la dissémination de gènes de résistance spécifiques dans l'environnement avicole.



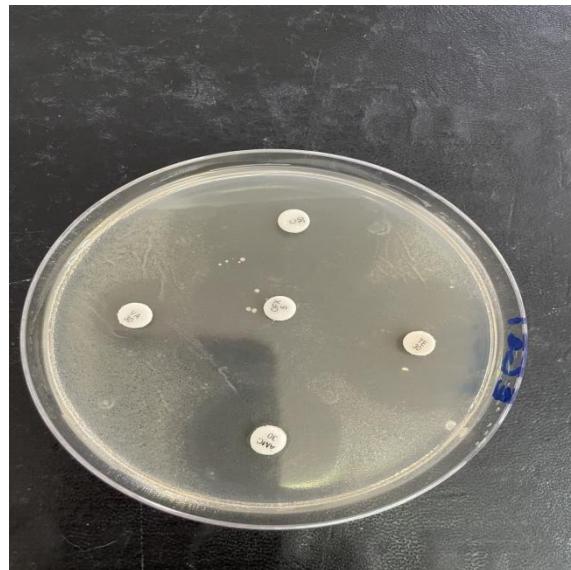


Figure N°17: Profils de sensibilité et de résistance aux antibiotiques des isolats d'*E.Coli*

IV.6. Variabilité des profils de sensibilité malgré une origine identique

Bien que les échantillons analysés proviennent tous d'une même souche isolée à partir de viande de volaille, des différences notables ont été observées dans les profils de sensibilité et de résistance aux antibiotiques entre les différentes boîtes de Petri. Ces variations phénotypiques peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs biologiques, techniques et environnementaux.

1. Hétérogénéité génétique intra-souche

Certaines espèces comme *Escherichia coli* présentent une **hétérogénéité génétique importante**, même au sein d'une même culture. Cette variabilité peut résulter de la présence de **sous-populations bactériennes** portant différentes mutations ou éléments génétiques mobiles (plasmides, transposons) conférant des niveaux variés de résistance.

Lors du repiquage sur le milieu MacConkey, la sélection aléatoire de colonies visuellement similaires peut en réalité conduire à l'isolement de souches distinctes présentant des profils de sensibilité différents.

2. Variations environnementales lors du semis

Des écarts légers dans les conditions expérimentales peuvent influencer les résultats :

Concentration bactérienne inégale entre les plaques.

Température et humidité variables pendant l'incubation.

Moment du semis, influant sur le stade de croissance des bactéries.

Ces facteurs, bien que subtils, peuvent modifier la diffusion des antibiotiques dans le milieu et la réponse des bactéries.

3. Influence des disques antibiotiques

La qualité et le placement des disques antibiotiques peuvent aussi impacter les résultats. Des erreurs mineures dans le positionnement ou des variations de concentration peuvent affecter la **zone d'inhibition**, surtout dans des cas de sensibilité intermédiaire.

4. Présence potentielle de souches multiples

Il est possible que la culture contienne plusieurs souches **d'E. coli**, coexistant dans le même échantillon. Chacune de ces souches peut avoir un profil de résistance distinct, expliquant l'hétérogénéité des résultats entre les plaques.

5. Interactions chimiques avec le milieu de culture

Des interactions physico-chimiques entre certains antibiotiques et le milieu MacConkey peuvent altérer l'efficacité du composé, affectant ainsi la taille de la zone d'inhibition. Ces interactions peuvent varier d'une plaque à l'autre en fonction des conditions précises de préparation.

IV.6.1. Analyse des résultats observés

Amoxicilline (AMC) : Une sensibilité modérée à élevée a été notée sur les deux plaques Petri, suggérant la présence de souches sensibles au sein de la culture.

Tétracycline (TE), Céfotaxime (C), Vancomycine (VA) : Ces antibiotiques ont montré une résistance élevée dans la majorité des cas, indiquant une pression de sélection importante au sein du microbiote étudié.

Ofloxacine (OFX) : Une sensibilité faible à variable a été observée. Ce comportement pourrait résulter de mutations spécifiques affectant les cibles de l'antibiotique ou ses mécanismes d'efflux.

IV.6.2. Classification des espèces isolées

Le tableau ci-après présente une classification des espèces bactériennes identifiées à partir des échantillons de viande de volaille, selon leur caractère pathogène ou commensal. Cette catégorisation permet de mieux évaluer leur impact sanitaire potentiel, notamment dans le cadre de la contamination alimentaire et de la transmission de gènes de résistance.

Tbleau N°04:Classification des bactéries isolées selon leur caractère commensal ou pathogène

Espece Bactérienne	Type de bactérie	Classification
<i>E.Coli</i>	à Gram négatif	Commensale / Pathogène (souches virulentes)
<i>E.Fergusoni</i>	à Gram négatif	Pathogène opportuniste
<i>E.Cloacae</i>	à Gram négatif	Pathogène opportuniste
<i>Salmonella choleraesuis</i> <i>spp.arizona</i>	à Gram négatif	Pathogène
<i>S. aureus</i>	à Gram positif	Pathogène
<i>C.Freundii</i>	à Gram négatif	Pathogène opportuniste

IV.7. Signification pathogène des bactéries isolées

L'étude a permis d'identifier plusieurs espèces bactériennes dans les échantillons de viande de volaille, dont certaines sont habituellement présentes dans la flore intestinale humaine, mais peuvent devenir **pathogènes dans certaines conditions**. Parmi les principales espèces isolées figurent *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *Enterobacter cloacae* et *Citrobacter freundii*.

Ces bactéries sont reconnues pour leur **potentiel pathogène direct ou opportuniste**, et ont été impliquées dans diverses infections, notamment au niveau du **système digestif, des voies urinaires et des plaies** (Jnani, D. et al., 2023).

Par ailleurs, ces espèces sont bien connues pour leur **capacité à développer des résistances aux antibiotiques**, ce qui représente une **menace croissante pour la santé publique mondiale**, en particulier dans le contexte de la chaîne alimentaire.

Ces résultats sont représentés dans le graphe suivant:

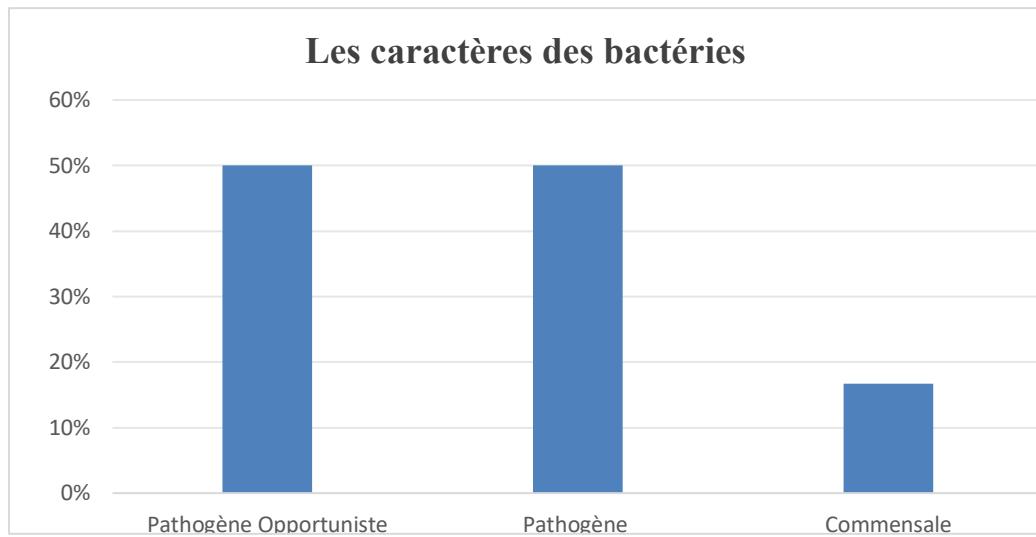


Figure N°18: Signification pathogène des bactéries isolées

Conclusion

Conclusion

À la lumière de ce qui précède, la propagation de la résistance aux antibiotiques, notamment chez les souches bactériennes isolées de la viande de volaille, représente une problématique préoccupante qui dépasse le cadre vétérinaire pour devenir un enjeu de santé, d'environnement et d'économie à l'échelle mondiale. L'absence de contrôles rigoureux dans l'utilisation des antibiotiques, ainsi que le manque de sensibilisation chez certains acteurs des chaînes de production alimentaire, contribuent directement à l'aggravation de ce phénomène et compliquent davantage les efforts visant à le contenir. La possibilité de transmission des bactéries résistantes de l'animal à l'homme, que ce soit par la chaîne alimentaire ou par l'environnement, confère à cette situation une urgence nécessitant une action coordonnée entre les différents secteurs concernés.

Dans cette optique, la présente étude revêt une importance particulière, car elle vise à observer et analyser les manifestations de la résistance aux antibiotiques dans la viande de volaille, en s'appuyant sur une méthodologie scientifique combinant à la fois les aspects théoriques et les analyses de laboratoire. Elle ambitionne également d'identifier les facteurs locaux favorisant cette résistance et de formuler des recommandations fondées sur des résultats fiables, susceptibles de contribuer à l'élaboration de politiques de prévention et à la promotion de pratiques d'usage raisonnable des antibiotiques.

Cette approche s'inscrit dans le cadre des orientations mondiales prônant l'application du concept « Une seule santé » (One Health), qui relie la santé humaine, animale et environnementale, en reconnaissant que la lutte contre la résistance antimicrobienne ne peut être efficace que par une vision globale et intégrée. Ainsi, nous espérons que ce travail, bien que modeste, puisse enrichir le débat scientifique autour de cette problématique cruciale, et constituer un point de départ vers des recherches futures plus approfondies et plus complètes, aptes à renforcer les efforts de surveillance, de recherche et de mise en œuvre des politiques de santé publique.

De plus un certain nombre de recommandations sont conseillées à savoir :

- Minimiser les risques de contamination par des procédures de transformation sûres.
- Maintenir une chaîne du froid stricte pendant le transport et le stockage.
- Étiquetage et traçabilité complètes pour identifier rapidement les sources de contamination.

Conclusion

- Cuisson adéquate : Poulet cuit à au moins 75°C pour éliminer les microorganismes
- Hygiène de la cuisine : Nettoyage régulier des surfaces, ustensiles et mains.
- Stockage approprié : Réfrigération du poulet cru à 4°C ou moins.
- Améliorer la sensibilisation et la compréhension du phénomène de résistance aux antimicrobiens .
- Ne pas utiliser les antibiotiques comme facteurs de croissance ou pour prévenir.
- les maladies chez les animaux .
- Renforcer la surveillance et la recherche .
- Ne donner des antibiotiques aux animaux que sous contrôle vétérinaire .
- Réduire l'incidence des infections .
- Optimiser l'usage des agents antimicrobiens .

Références bibliographiques

A

Abdoulaye, O., & Al, Et. (2023). Résistance des bactéries aux antibiotiques : états des lieux au Niger en 2022. *Revue Malienne d'Infectiologie et de Microbiologie*, 18(2), 70–81.

<https://doi.org/10.53597/REMIM.V18I2.2742>

Awad, A., Younis, G., & El-Oraby, S. (2011). Characterization of Vancomycin Resistant Enterococci Isolated from Retail Poultry Meat.

<https://www.researchgate.net/publication/375889235>

Alloui, N., & Ammar, A. (2013). RELATION ENTRE LES PRATIQUES D'HYGIÈNE D'ABATTAGE ET LA CONTAMINATION BACTÉRIENNE DES CARCASSES DE POULETS

DANS LA RÉGION DE BISKRA (ALGÉRIE).

<https://www.researchgate.net/publication/237010462>

Ali, S. F., Teh, S. H., Yang, H. H., Tsai, Y. C., Chao, H. J., Peng, S. S., Chen, S. C., Lin, L. C., & Lin, N. T. (2024). Therapeutic Potential of a Novel Lytic Phage, vB_EclM_ECLFM1, against Carbapenem-Resistant Enterobacter cloacae.

International Journal of Molecular Sciences, 25(2).

Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (2024, juin). Rapport d'activité 2023 – Résapath, réseau de surveillance de l'antibiorésistance chez les animaux malades [PDF]. ANSES.

<https://www.anses.fr/fr/system/files/LABO-Ra-Resapath2023.pdf>

Amairi, A. (2021). Étude microbiologique de la viande de volaille abattue dans des conditions d'hygiène inadéquates. Mémoire de Master, Université de Batna 1. [Consulté via base universitaire ou dépôt institutionnel]

<https://doi.org/10.3390/ijms25020854>

B

Baron, S. (2017). Mécanismes de la résistance à la colistine chez les bactéries à gram négatif.

C

Choi, U., & Lee, C. R. (2019). Distinct Roles of Outer Membrane Porins in Antibiotic Resistance and Membrane Integrity in *Escherichia coli*. *Frontiers in Microbiology*, 10(APR).

<https://doi.org/10.3389/FMICB.2019.00953/FULL>

Cowan, M. K., Smith, H., & Lusk, J. (2022). Microbiology Fundamentals: A Clinical Approach (4th ed.). McGraw-Hill Education.

<https://www.mheducation.com/highered/product/Microbiology-Fundamentals-A-Clinical-Approach-Cowan.html?utm.com>

Cassini, A., Höglberg, L. D., Plachouras, D., Quattrocchi, A., Hoxha, A., Simonsen, G. S., Colomb-Cotinat, M., Kretzschmar, M. E., Devleesschauwer, B., Cecchini, M., Ouakrim, D. A., Oliveira, T. C., Struelens, M. J., Suetens, C., Monnet, D. L., Strauss, R., Mertens, K., Struyf, T., Catry, B., ... Hopkins, S. (2019). Attributable deaths and disability-adjusted life-years caused by infections with antibiotic-resistant bacteria in the EU and the European Economic Area in 2015: a population-level modelling analysis. *The Lancet Infectious Diseases*, 19(1), 56–66.

[https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(18\)30605-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(18)30605-4)

Cheung, G. Y. C., Bae, J. S., & Otto, M. (2021). Pathogenicity and virulence of *Staphylococcus aureus*. *Virulence*, 12(1), 547–569.

[https://doi.org/10.1080/21505594.2021.1878688,](https://doi.org/10.1080/21505594.2021.1878688)

Comité de l'antibiogramme de la Société Française de Microbiologie (CA-SFM). (2024, juin). CA-SFM / EUCAST : Recommandations V1.0 – Juin 2024. Société Française de Microbiologie. <https://www.sfm-microbiologie.org>

D

Duval, M., & Cossart, P. (2019). A new mechanism of antibiotic resistance: Ribosome recycling. *Medecine/Sciences*, 35(8–9), 613–615.

<https://doi.org/10.1051/MEDSCI/2019117>

E

Enterobacteriaceae- Definition, Characteristics, Identification. (n.d.). Retrieved May 10, 2025, from

<https://microbenotes.com/enterobacteriaceae/?utm.com>

European Food Safety Authority & European Centre for Disease Prevention and Control. (2022, December 13). The European Union One Health 2021 Zoonoses Report. *EFSA Journal*, 20(12), e07666.

<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7666>

F

Feeney, C. C., Ajagbe, O. A., & Suryadevara, M. (2021). *Yersinia enterocolitica*

Infection Presenting as Incomplete Kawasaki Disease: 2 Cases and a Review of the Literature. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*, 10(2), 217–219.

<https://doi.org/10.1093/JPIDS/PIAA016>.

G

Ghahremani, M., Jazani, N. H., & Sharifi, Y. (2018). Emergence of vancomycin-intermediate and -resistant *Staphylococcus aureus* among methicillin-resistant *S. aureus* isolated from clinical specimens in the northwest of Iran. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 14, 4–9.

<https://doi.org/10.1016/j.jgar.2018.01.017>

H

Hof, H. (2023). Listeriose. *Therapie-Handbuch - Infektionskrankheiten Und Schutzimpfungen*, 67–69.

<https://doi.org/10.1016/B978-3-437-23817-8.00011-2>

K

Kakooza, F., Kiggundu, R., Mboowa, G., Kateete, P. D., Nsangi, O. T., Kabahita, J. M., Ssentalo Bagaya, B., Golparian, D., & Unemo, M. (2023). Antimicrobial susceptibility surveillance and antimicrobial resistance in *Neisseria gonorrhoeae* in Africa from 2001 to 2020: A mini-review. *Frontiers in Microbiology*, 14.

<https://doi.org/10.3389/FMICB.2023.1148817>.

Kartikasari, L. R., Hertanto, B. S., & Nuhriawangsa, A. M. P. (2023). Omega-3 profiles and chemical substances of chicken meat fed diets containing purslane (*Portulaca oleraceae*) meal rich in omega-3 fats. *Food Research*, 7, 35–41.

[https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(S1\).15](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(S1).15)

L

Lemaoui, C. E., Layaida, H., Badi, A., & Foudi, N. (2017). Stratégies actuelles de lutte contre la résistance aux antibiotiques. In *Journal des Anti-Infectieux* (Vol. 19, Issue 1, pp. 12–19). Elsevier Masson SAS. <https://doi.org/10.1016/j.antinf.2017.01.003>

Kartikasari, L. R., Hertanto, B. S., & Nuhriawangsa, A. M. P. (2023). Omega-3 profiles and chemical substances of chicken meat fed diets containing purslane (*Portulaca oleraceae*) meal rich in omega-3 fats. *Food Research*, 7, 35–41.

[https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(S1\).15](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(S1).15)

Lyu, C., Li, D., Wang, B., Rao, W., Han, M., Deng, S., Xu, X. L., & Wang, H. (2024). Risk investigation and diversity of microbial contamination during slaughter processing of yellow-feathered broiler. *LWT – Food Science and Technology*, 210, 116801.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116801>

M

Ma, J., Song, X., Li, M., Yu, Z., Cheng, W., Yu, Z., Zhang, W., Zhang, Y., Shen, A., Sun, H., & Li, L. (2023). Global spread of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae: Epidemiological features, resistance mechanisms, detection and therapy. *Microbiological Research*, 266.
<https://doi.org/10.1016/j.micres.2022.127249>

Murray, C. J., Ikuta, K. S., Sharara, F., Swetschinski, L., Robles Aguilar, G., Gray, A., Han, C., Bisignano, C., Rao, P., Wool, E., Johnson, S. C., Browne, A. J., Chipeta, M. G., Fell, F., Hackett, S., Haines-Woodhouse, G., Kashef Hamadani, B. H., Kumaran, E. A. P., McManigal, B., ... Naghavi, M. (2022). Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *The Lancet*, 399(10325), 629–655.

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02724-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0),

Madec, J.-Y., & Haenni, M. (2018). Antimicrobial resistance plasmid reservoir in food and food-producing animals. *Plasmid*, 99, 72–81.

<https://doi.org/10.1016/j.plasmid.2018.07.005>

O

Obenauf, S., & Finazzo, S. (2022). *Laboratory Manual for Microbiology Fundamentals: A Clinical Approach* (4th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.

<https://www.scribd.com/document/834882756/Laboratory-Manual-for-Microbiology-Fundamentals-A-Clinical-Approach-4th-Edition-Susan-Finazzo-The-ebook-is-now-available-just-one-click-to-start-r?utm.com>

P

Prévalence et susceptibilité aux antibiotiques des souches de *Salmonella* spp . non typhiques isolées de la viande de poulets au Tchad | Semantic Scholar. (n.d.). Retrieved May 28, 2025, from

<https://www.semanticscholar.org/paper/Pr%C3%A9valence-et-susceptibilit%C3%A9-aux-antibiotiques-des-Abba-Somda/561a11d45c8faf65d2044dd016a0398c225835c4>

R

Reissier, S., & Cattoir, V. (2023). L'antibiorésistance en 2023. Revue de Biologie Médicale, N° 373(4), 49–56. <https://doi.org/10.3917/RBM.373.0049>

Rathnayake, S. S., Erramilli, S. K., Kossiakoff, A. A., & Vecchio, A. J. (2024). Cryo-EM Structures of Clostridium perfringens Enterotoxin Bound to its Human Receptor, Claudin-4. BioRxiv : The Preprint Server for Biology. <https://doi.org/10.1101/2024.07.11.603128>

Riley, L. W. (2020). Distinguishing Pathovars from Nonpathovars: Escherichia coli. Microbiology Spectrum, 8(4).

RBR Life Science. (2023, January 8). Streak Plate Method: Principle and Types. <https://rbrlifescience.com/streak-plate-method-principal-and-types/BIOLSPEC.AME-0014-2020>,

Réseau Canopé. (2015). <https://www.reseau-canope.fr>

U

URBAN, D., CHEVANCE, A., BOUCHARD, D., CHAUVIN, C., ORAND, J.-P., & MOULIN,

G. (2023). Réduction de l'utilisation des antibiotiques en filières animales : Quelles mesures, quels résultats, quelles perspectives ? INRAE Productions Animales.

<https://doi.org/10.20870/productions-animales.2022.35.4.7189>

V

Vandenhende, M. A., Blanc, P., Bessedé, E., Meriglier, E., Leleux, O., Cazanave, C., Lazaro, E., Neau, D., & Bonnet, F. (2021). Infections bactériennes chez les patients infectés par le VIH : Profil de résistance aux antibiotiques et évolution au cours du temps. La Revue de Médecine Interne, 42, A34.

<https://doi.org/10.1016/J.REVMED.2021.03.231>

W

Woyda, R., Oladeinde, A., Endale, D., Strickland, T., Lawrence, J. P., & Abdo, Z. (2023). Broiler house environment and litter management practices impose selective pressures on antimicrobial resistance genes and virulence factors of *Campylobacter*. BioRxiv : The Preprint Server for Biology.

<https://doi.org/10.1101/2023.02.02.526821>

Wages, J. A., Dittoe, D. K., Feye, K. M., & Ricke, S. C. (2022). Consequences of implementing neutralizing buffered peptone water in commercial poultry processing on the

microbiota of whole bird carcass rinses and the subsequent microbiological analyses. *Frontiers in Microbiology*, 13, 813461.

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.813461>

Z

Zhu, H., Sydor, A. M., Boddy, K. C., Coyaud, E., Laurent, E. M. N., Au, A., Tan, J. M. J., Yan, B. R., Moffat, J., Muise, A. M., Yip, C. M., Grinstein, S., Raught, B., & Brumell, J. H. (2024). *Salmonella* exploits membrane reservoirs for invasion of host cells. *Nature Communications*, 15(1).

<https://doi.org/10.1038/s41467-024-47183-x>

Annexes

Annex 01 :Composition de milieu de culture

1. Hektoen

Milieu sélectif permettant l'isolement et la différenciation des entérobactéries pathogènes à partir des prélèvements biologiques d'origine animale, des eaux, des produits laitiers et des produits alimentaires. Composition (g) pouvant être modifiée pour 1 litre de milieu :

Composition Grammes

- Proteose peptone 12g
- extrait de levure 3g
- chlorure de sodium 5g
- Sels biliaires 9g
- Thiosulfite de sodium 5g
- Citrate de fer ammoniacal 1,5g
- lactose 12g - salicine 2g - saccharose 12g
- Fuschine acide 0,1g
- Bleu de bromothymol 0,065g Agar 14g
- Ph 7,5

Milieu sélectif : les sels biliaires inhibent la croissance des bactéries Gram positif et de nombreuses bactéries Gram négatif non entériques.

Milieu différentiel : il contient trois glucides (lactose, saccharose, salicine) et deux indicateurs de pH (bleu de bromothymol et rouge de phénol) :

- Les bactéries fermentant les sucres (ex. *E. coli*) → production d'acides → colonies jaunes à orange.

Shigella → colonies vertes (ne fermente pas les sucres).

- *Salmonella* → colonies vertes à centre noir (production de H₂S à partir du thiosulfate, précipité avec le fer).

2. Gélose Mac Conkey

Milieu sélectif et différentiel utilisé pour l'isolement et la différenciation des entérobactéries Gram négatif, notamment à partir d'échantillons cliniques et alimentaires.

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 biliaires : 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

Les sels biliaires et le cristal violet inhibent la croissance des bactéries Gram positif, rendant le milieu sélectif pour les entérobactéries Gram négatif.

Le lactose permet de différencier les bactéries capables de le fermenter :

- Fermentation du lactose → production d'acide → virage de couleur du rouge neutre → colonies roses à rouges (*ex. E. coli*).
- Non-fermentation → pas de changement de pH → colonies incolores ou transparente (*ex. Salmonella, Shigella*).

3. 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

4. Mueller Hinton :

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

Composition Grammes/ Millilitres

- Extrait de viande 3g
- Hydrlysat acide de caseine 17,5g

- Amidon 1,5g
- Agar 16g
- Eau distillée 11 ml
- Ph 7,3.

5. SS Agar (*Salmonella-Shigella* Agar) :

Milieu sélectif utilisé pour l'isolement des bactéries du genre *Salmonella* et *Shigella* à partir d'échantillons cliniques ou alimentaires.

Composition Grammes

Extrait de viande : 5,0 g

Extrait de levure : 5,0 g

Caséine hydrolysée enzymatiquement : 2,0 g

Peptone : 5,0 g

Citrate de sodium : 8,5 g

Thiosulfate de sodium : 8,5 g

Citrate ferrique : 1,0 g

Lactose : 10,0 g

Rouge neutre : 0,025 g

Vert brillant : 0,00033 g

Agar : 13,5 g

Eau distillée : 1000 ml (1 L)

pH : 7,0 ± 0,2 (ajusté à 25°C)

Ce milieu est sélectif grâce à la présence de sels biliaires et de colorants qui inhibent les bactéries Gram positives et de nombreuses entérobactéries non ciblées.

Le lactose sert à détecter la fermentation :

- Les bactéries fermentant le lactose (ex. *E. coli*) donnent des colonies roses à rouges.
- *Salmonella* et *Shigella*, qui ne fermentent pas le lactose, forment des colonies incolores ou transparentes.
- Les colonies de *Salmonella* peuvent présenter un centre noir dû à la production de H₂S (réaction avec le citrate ferrique et le thiosulfate de sodium).

5. Chapman Agar (Milieu Mannitol Salt Agar - MSA) :

Milieu sélectif et différentiel utilisé principalement pour l'isolement des staphylocoques, notamment *Staphylococcus aureus*.

Composition Grammes

Peptone : 10,0 g

Extrait de viande : 1,0 g

Chlorure de sodium (NaCl) : 75,0 g

Mannitol : 10,0 g

Rouge de phénol : 0,025 g

Agar : 15,0 g

Eau distillée : 1000 ml (1 L)

pH : $7,4 \pm 0,2$ (ajusté à 25°C)

La forte concentration en sel (7,5 % NaCl) rend ce milieu sélectif pour *les staphylocoques*, en inhibant la majorité des autres bactéries.

Le mannitol permet la différenciation entre les staphylocoques :

- *Staphylococcus aureus* fermente le mannitol acidification du milieu → changement de couleur de l'indicateur (rouge de phénol → jaune).
- Les autres *staphylocoques*, comme *Staphylococcus epidermidis*, ne fermentent pas le mannitol → le milieu reste rouge.

Annex 2 :Coloration de Gram

• Technique

Utiliser une lame propre et inonder le frottis bactérien avec la solution de violet de gentiane, laisser agir 1 min, rincer doucement la lame inclinée avec l'eau pendant quelques secondes, puis ajouter à la lame la solution de lugol, laisser agir durant 1 min, rincer doucement la lame inclinée avec l'eau pendant quelques secondes. Faire couler doucement l'éthanol sur la lame inclinée pendant 30 sec à 1 min jusqu'à cessation de l'émission de couleur violette. Rincer pour éliminer l'alcool. Recouvrir la lame avec la fuchsine pendant 1 à 30 sec, et rincer la avec l'eau. Sécher la lame avec papier buvard. Finalement mettre des gouttes de l'huile à émersion et observer par microscope.



Figure N°18: Coloration de Gramme (photo personnelle)

• Lecture

- Les bactéries à Gram positif apparaissent en violet .
- Les bactéries à Gram négatif comme les entérobactéries, apparaissent sous forme de bacilles roses.

Annex 03: Test de la catalase

Il s'agit d'un test de base pour identifier les bactéries aGram positif.

Principe:

La catalase est une enzyme produite en abondance par des bactéries dont le métabolisme respiratoire est capable de détruire le peroxyde H_2O_2 , mortel pour les bactéries. Ce test est basé sur la décomposition du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) en eau et oxygène selon la réaction suivante : $H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$



Figure N19: Teste Catalase (photo personnelle)

Annex 04: Recherche de l'utilisation du glucose, lactose, production de gaz et H₂S sur le milieu TSI

Principe :

La gelose TSI est utilisée pour orienter l'identification des enterobactéries. C'est un milieu différentiel qui peut être utilisé pour mettre en évidence la fermentation du glucose, du lactose et/ou du saccharose et la production de gaz et de H₂S.

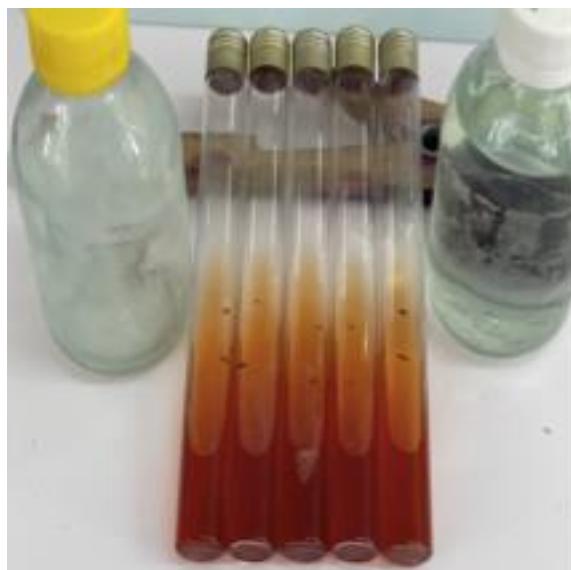


Figure N°20: Teste TSI (photo personnelle)

Annex 05 : Identification biochimique par API 20E

Principe :

La galerie API 20E est une méthode standardisée et miniaturisée composée de 20 tests biochimiques, spécifiquement conçue pour l'identification des entérobactéries. Elle se présente sous forme d'une bande contenant des cupules avec des substrats déshydratés,

chacun réagissant de manière différente selon l'activité métabolique des micro-organismes. Les réactions biochimiques produites lors de l'incubation entraînent des changements de couleur, visibles spontanément ou après ajout de réactifs.

Annex 06 : Guide de lecture de la galerie miniaturisée API 20 E.

Microtube	Substrat	Caractère recherché	Lecture directe ou indirecte (Test si nécessaire)	Résultat +	Résultat -
ONPG	Ortho-Nitro-Phényl-Galactoside	β -galactosidase	Lecture directe		
ADH LDC ODH	Arginine Lysine Ornithine	Arginine dihydrolase Lysine décarboxylase Ornithine décarboxylase	Lecture directe		
CIT	Citrate	Utilisation du citrate	Lecture directe		
H ₂ S	Thiosulfate de sodium	Production d'H ₂ S	Lecture directe		
URE	Urée	Uréase	Lecture directe		
TDA	Tryptophane	Tryptophane désaminase	Lecture indirecte Test : ajouter 1 goutte de Perchlorure de Fer		
IND	Tryptophane	Production d'indole	Lecture indirecte Test : ajouter 1 goutte de réactif de Kovacs		
VP	Pyruvate de sodium	Production d'acétoïne	Lecture indirecte (Attendre 10 minutes) Test : ajouter 1 goutte de KOH et d'a-naphthol		
GEL	Gélatine emprisonnant des particules de charbon	Gélatinase	Lecture directe		
GLU à ARA	Substrat carboné	Utilisation de substrat carboné	Lecture directe		
NO ₂ ⁻ / N ₂	Nitrates (NO ₃)	Nitrate réductase	Lecture indirecte dans la cupule GLU Test : ajouter 1 goutte de réactif de Griess Ajouter de la poudre zinc en cas de résultat négatif		

Annexe 07 : Préparation de l'étaillon de turbidité McFarland 0,5 (CA-SFM, 2024)

- 1) Ajouter 0,5 ml d'une solution à 0,048 mol/L de BaCl₂ (1,175 % p/v BaCl₂ 2H₂O) à 99,5 ml d'une solution à 0,18 mol/L (0,36 N) de H₂SO₄ (1 % v/v) et agiter vigoureusement.
- 2) Vérifier la densité de la suspension à l'aide d'un spectrophotomètre. L'absorbance à 625 nm doit être comprise entre 0,08 et 0,13.
- 3) Distribuer la suspension dans des tubes de même taille que ceux utilisés pour ajuster l'inoculum. Sceller les tubes.
- 4) Une fois scellés, conserver ces tubes à température ambiante et à l'abri de la lumière.
- 5) Avant usage, mélanger vigoureusement le tube à l'aide d'un vortex.
- 6) Renouveler l'étaillon ou vérifier son absorbance après 6 mois de conservation.
- 7) Il convient de vérifier les étaillons achetés dans le commerce en s'assurant que l'absorbance se situe dans les limites fixées.



Figure N°20: Préparation de l'étalon de turbidité McFarland 0,5 (photo personnelle)

Staphylococcus spp.

Autres	Concentrations critiques (mg/L)			Charge du disque (µg)	Diamètres critiques (mm)			Notes
	S ≤	R >	ZIT		S ≥	R <	ZIT	
Acide fusidique	1	1		10	24	24		
Chloramphénicol (dépistage)	Note ¹	Note ¹		30	Note ^a	Note ^a		
Daptomycine ²	1 ^b	1 ^b			Note ^b	Note ^b		
Fosfomycine iv ^c	32	32			Note ^b	Note ^b		
Linézolide	4	4		10	21 ^c	21 ^c		
Mupirocine	1 ^d	1 ^d		200	30 ^d	30 ^d		
Nitrofurantoïne (cystites)	64	64		100	13	13		
Rifampicine, <i>S. aureus</i>	0,06	0,06		5	26	26		
Rifampicine, <i>S. non-aureus</i>	0,06	0,06		5	30	30		
Tézidolide	0,5 ^e	0,5 ^e		2	20 ^f	20 ^f	19	
Triméthoprime (cystites)	4	4		5	14	14		
Triméthoprime-sulfaméthoxazole ^g	2	4		1,25-23,75	17	14		

Notes :

Chiffres : commentaires généraux ou portant sur les concentrations critiques

Lettres : commentaires portant sur les diamètres critiques

1/A. Le chloramphénicol peut être utilisé comme marqueur pour le dépistage des résistances plasmidiques aux oxazolidinones (résistances de bas niveau). Si le test de dépistage est négatif (chloramphénicol : diamètre ≥ 18 mm ou CMI ≤ 8 mg/L), le résultat du linézolide peut être rendu après une incubation standard de 20 ± 4 h. Si le test de dépistage est positif (chloramphénicol : diamètre < 18 mm ou CMI > 8 mg/L) et que la souche apparaît sensible au linézolide après 20 ± 4 h d'incubation, prolonger l'incubation du linézolide à 44 ± 4 h peut permettre de détecter des résistances de bas niveau.

2. Les souches résistantes à la daptomycine sont exceptionnelles. Vérifier le résultat ainsi que l'identification, et envoyer la souche à un laboratoire référent pour expertise si les résultats sont confirmés. Ne pas rendre la daptomycine pour les souches d'infections respiratoires.

3. Pour déterminer la CMI de la daptomycine par la méthode de microdilution en milieu liquide, le milieu doit être supplémenté en Ca²⁺ (50 mg/L). Pour les autres méthodes, suivre les instructions du fabricant (les bandeslettes à gradient de concentration intègrent les quantités nécessaires de Ca²⁺).

4. La méthode de référence pour déterminer la CMI de la fosfomycine est la méthode de dilution en milieu gélosé, qui nécessite la présence de glucose-6-phosphate, à raison de 25 mg/L dans le milieu. Pour les autres méthodes, suivre les instructions du fabricant (les bandeslettes à gradient de concentration intègrent les quantités nécessaires de glucose-6-phosphate).

5/D. Concentrations critiques et diamètres correspondant à la décolonisation nasale de *S. aureus*. Avec les souches résistantes à la mupirocine, la décolonisation à long terme est peu probable.

6/E. Les souches sensibles au linézolide sont aussi sensibles au tézidolide. Pour les souches résistantes au linézolide, la sensibilité au tézidolide doit être déterminée.

7. Le ratio triméthoprime-sulfaméthoxazole est de 1:19. Les concentrations critiques sont exprimées en concentrations de triméthoprime.

B. Pour la daptomycine et la fosfomycine, déterminer la CMI.

C. Pour le linézolide, examiner la bordure de la zone d'inhibition en lumière transmise (boîte tournée vers la lumière). La plupart des résistances chromosomiques (résistances de haut niveau généralement) sont aisément détectées après une incubation standard de 20 ± 4 h, mais la détection des résistances plasmidiques (résistances de bas niveau, principalement due aux gènes transférables *cfr*-like, *optA* et *poxA*) peut nécessiter une incubation prolongée à 44 ± 4 h, notamment en cas de résistance au chloramphénicol (voir note 1/A).

Macrolides, lincosamides, streptogramines et pleuromutilines	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	
Erythromycine	1 ¹	1 ¹		15	21 ^A	21 ^A		1/A. L'érythromycine peut être utilisée pour le dépistage des résistances aux macrolides. Si l'érythromycine est sensible (diamètre ≥ 21 mm ou CMI ≤ 1 mg/L), les souches peuvent être catégorisées « sensibles » à l'azithromycine, à la clarithromycine et à la roxithromycine. Si le test de dépistage est positif (diamètre < 21 mm ou CMI > 1 mg/L), les autres macrolides doivent être testés individuellement.
Roxithromycine	1 ¹	1 ¹			Note ^A	Note ^A		1/B. Pour les souches « sensibles » à la clindamycine, une résistance inductible peut être mise en évidence par une image d'antagonisme (D-test) entre la clindamycine et l'érythromycine (antibiogramme par diffusion), ou en comparant les CMI de la clindamycine en présence et en l'absence d'érythromycine (microdilution en milieu liquide). Même si une résistance inductible est détectée, les souches peuvent être rendues « sensibles » à la clindamycine (et à la spiramycine), mais le compte rendu doit faire l'objet d'un commentaire indiquant le risque de sélection de mutants résistants et d'échec clinique.
Clarithromycine	1 ¹	1 ¹			Note ^A	Note ^A		1/C. La catégorisation de la pristinamycine peut être déduite de celle de la quinupristine-dalfopristine. Ne pas rendre la quinupristine-dalfopristine sur le compte rendu, rendre à la place la catégorisation de la pristinamycine. La sensibilité des souches détectées « résistantes » par diffusion doit être confirmée par la détermination de la CMI.
Azithromycine	2 ¹	2 ¹			Note ^A	Note ^A		
Clindamycine ²	0,25	0,25		2	22	22		
Pristinamycine	1 ³	1 ³			EP ^B	EP ^B		
Quinupristine-dalfopristine (dépistage)	1 ³	1 ³		15	21 ^B	21 ^B		
Léfamuline, <i>S. aureus</i>	0,25	0,25		5	23	23		

77

Tétracyclines	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	
Doxycycline	1 ¹	1 ¹			Note ^A	Note ^A		1/A. La tétracycline peut être utilisée pour le dépistage des résistances aux autres cyclines. Si le test de dépistage est négatif (diamètre ≥ 22 mm ou CMI ≤ 1 mg/L), les souches peuvent être catégorisées « sensibles » à la doxycycline et à la minocycline. Si le test de dépistage est positif (diamètre < 22 mm ou CMI > 1 mg/L), les autres cyclines doivent être testées individuellement.
Éravacycline, <i>S. aureus</i>	0,25	0,25		20	20 ^B	20 ^B		1/B. Pour déterminer la CMI de la tétracycline par la méthode de microdilution, le milieu doit être préparé le jour de l'utilisation.
Minocycline	0,5 ¹	0,5 ¹		30	23 ^A	23 ^A		2. Les souches résistantes à la ligécycline sont rares. Vérifier le résultat ainsi que l'identification, et envoyer la souche à un laboratoire référent pour expertise si les résultats sont confirmés.
Tétracycline (dépistage)	1 ¹	1 ¹		30	22 ^A	22 ^A		3. Pour déterminer la CMI de la ligécycline par la méthode de microdilution, le milieu doit être préparé le jour de l'utilisation.
Tigécycline ²	0,5 ³	0,5 ³		15	19	19		4. Pour les SARM, si la souche est sensible à l'éravacycline avec la méthode par diffusion, confirmer le résultat en déterminant la CMI.

78

Glycopeptides et lipoglycopeptides	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	
Dalbavancine ¹	0,25 ²	0,25 ²			Note ^A	Note ^A		1. [...] Des souches sensibles aux glycopeptides (vancomycine, téicoplanine) peuvent être résistantes à la dalbavancine ; la dalbavancine (et par extension les autres lipoglycopeptides – oritavancine et télavancine) doivent être testés séparément, même si les glycopeptides apparaissent sensibles.
Oritavancine ¹ , <i>S. aureus</i>	0,125 ¹	0,125 ²			Note ^A	Note ^A		2. Les CMI de la dalbavancine, de l'oritavancine ou de la télavancine doivent être déterminées par microdilution en milieu liquide, et le milieu doit être supplémenté avec du polysorbate-80 à la concentration finale de 0,002 %. Suivre les recommandations du fabricant pour les méthodes commercialisées. Les autres méthodes de détermination de la CMI (bandelettes à gradient de concentration) ne doivent pas être utilisées.
Téicoplanine, <i>S. aureus</i>	2	2			Note ^A	Note ^A		3. Pour <i>S. aureus</i> et la vancomycine, des échecs thérapeutiques ont été rapportés avec des souches de CMI > 1 mg/L. Le compte rendu peut faire l'objet d'un commentaire précisant ce risque.
Téicoplanine, SCN	4	4			Note ^A	Note ^A		A. Pour les glycopeptides et les lipoglycopeptides, déterminer la CMI (microdilution en milieu liquide uniquement). La méthode des disques ne doit pas être utilisée, car elle ne permet pas de différencier les souches sensibles des souches de sensibilité diminuée.
Télavancine ¹ , SARM	0,125 ²	0,125 ²			Note ^A	Note ^A		
Vancomycine ³ , <i>S. aureus</i>	2	2			Note ^A	Note ^A		
Vancomycine, SCN	2	2			Note ^A	Note ^A		

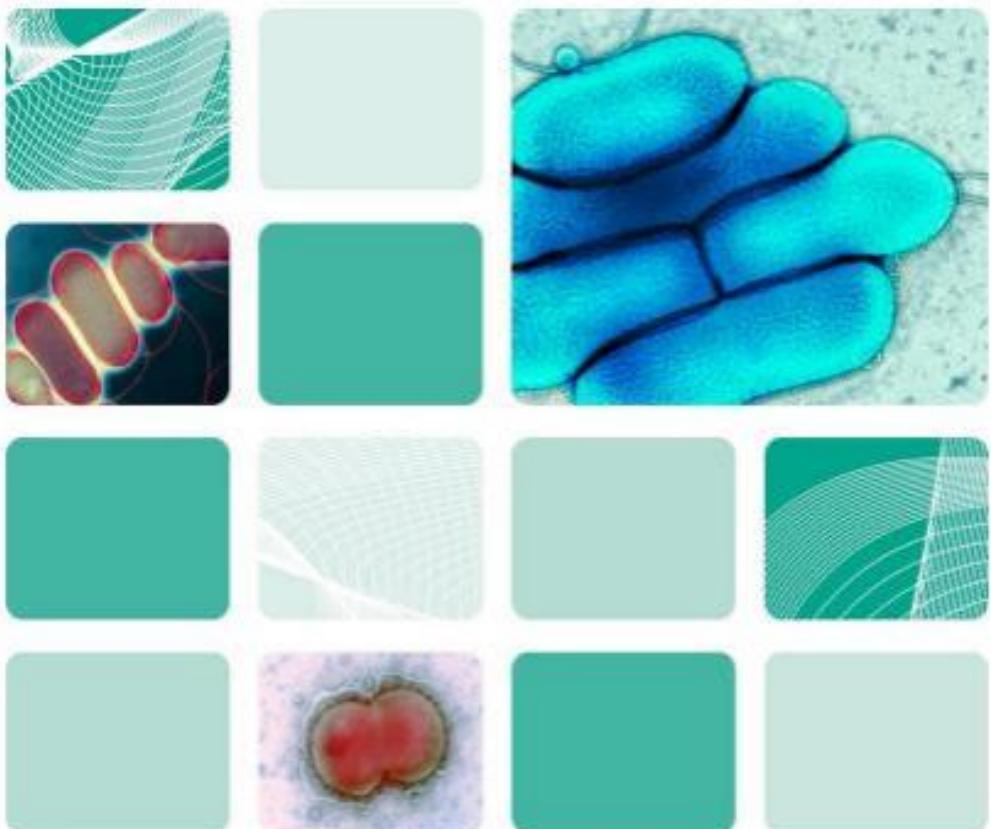
Autres antibiotiques	Concentrations critiques (mg/L)			Charge du disque (µg)	Diamètres critiques (mm)			Notes Chiffres : commentaires généraux ou portant sur les concentrations critiques Lettres : commentaires portant sur les diamètres critiques
	S ≤	R >	ZIT		S ≥	R <	ZIT	
Chloramphénicol	Note ¹	Note ¹		30	Note ^A	Note ^A		
Colistine²	2	2			Note ^B	Note ^B		
Fosfomycine iv	32 ³	32 ³		200^C	21 ^D	21 ^D		
Fosfomycine per os (cystites), <i>E. coli</i>	8 ³	8 ³		200^C	24 ^D	24 ^D		
Nitrofurantoïne (cystites)	64	64		100	11	11		
Triméthoprime (cystites)	4	4		5	15	15		
Triméthoprime-sulfaméthoxazole^{4,5}	2	4		1,25-23,75	14	11		<p>1/A. L'efficacité clinique du chloramphénicol est incertaine. Une CMI ≤ 16 mg/L (ECOFF) [ou un diamètre ≥ 17 mm] permet de distinguer les souches sauvages de celles ayant acquis un mécanisme de résistance.</p> <p>2/B. Pour la colistine, déterminer la CMI (microdilution en milieu liquide uniquement). Les autres méthodes de détermination de la CMI (bandelettes à gradient de concentration) ou la méthode des disques ne doivent pas être utilisées pour cet antibiotique.</p> <p>Pour les souches sensibles, l'utilisation de la colistine est préconisée en association avec d'autres molécules actives (voir Annexe 3 pour les propositions de formulation des résultats) [...].</p> <p>3. La méthode de référence pour déterminer la CMI de la fosfomycine est la méthode de dilution en milieu gélosé, qui nécessite la présence de glucose-6-phosphate, à raison de 25 mg/L dans le milieu. Pour les autres méthodes, suivre les instructions du fabricant (les bandelettes à gradient de concentration intègrent les quantités nécessaires de glucose-6-phosphate).</p> <p>4. Le ratio triméthoprime-sulfaméthoxazole est de 1:19. Les concentrations critiques sont exprimées en concentrations de triméthoprime.</p> <p>5. Les souches isolées d'infections urinaires et catégorisées « sensibles » au triméthoprime peuvent être catégorisées « sensibles » à l'association triméthoprime-sulfaméthoxazole.</p> <p>C. Le disque de fosfomycine à 200 µg doit contenir 50 µg de glucose-6-phosphate.</p> <p>D. La résistance acquise à la fosfomycine est homogène : ignorer la présence de colonies dans la zone d'inhibition (voir photos ci-dessous).</p>



UK Health
Security
Agency

UK Standards for Microbiology Investigations

Catalase test



Issued by the Standards Unit, UK Standards for Microbiology Investigations, UKHSA

Test Procedures | TP 8 | Issue number: 4.1 | Issue date: 18.02.25 | Page: 1 of 12

© Crown copyright 2025

<https://www.rcpath.org/static/1f2cd9b4-c48b-4795-be6f51f95240e7ed/uk-smi-tp-8i41-catalase-test-february-2025-pdf.pdf>

ملخص:

أدى الاستخدام غير المناسب للمضادات الحيوية خلال السنوات الأخيرة، سواء في الطب البشري أو البيطري، إلى تطور سريع لمشكلة مقاومة المضادات الحيوية، التي أصبحت اليوم قضية رئيسية في مجال الصحة العامة.

تهدف هذه الدراسة إلى عزل وتحديد أنواع البكتيريا من لحوم الدجاج، وكذلك تقييم مدى مقاومتها للمضادات الحيوية.

تم جمع ما مجموعه 60 عينة من لحوم الدجاج من منطقة الحاجب. وقد تم عزل البكتيريا باستخدام أوساط زراعة انتقائية مثل آغار ماكونكي، آغار تشامبان، ووسط Salmonella-Shigella. وتم تحديد أنواع البكتيريا باستخدام اختبار API 20 E ، بينما تم تقييم أنماط مقاومة باستخدام طريقة الانتشار على الأفراص (التحسس بالمضادات الحيوية).

تم تحديد سبعة عزلات بكتيرية تنتهي إلى الأنواع التالية *Citrobacter freundii* ، *Salmonella spp.* ، *Escherichia coli* ، *Enterobacter cloacae* و *Staphylococcus aureus* ، *Staphylococcus epidermidis*.

أظهرت نتائج التحليل مقاومةً لعدة عائلات من المضادات الحيوية، من بينها الأمبيسيلين (40٪)، الكلورامفينيكول (57٪)، الفانکوميسين (57٪)، النيتراسيكلين (83٪) والأوفلوكساسين (86٪).

تشير هذه النتائج إلى أن لحوم الدجاج قد تشكل مصدرًا محتملاً للبكتيريا مقاومة للمضادات الحيوية، والتي يمكن أن تنتقل إلى الإنسان عبر السلسلة الغذائية، مما يشكل خطراً كبيراً على الصحة العامة وسلامة الغذاء.

الكلمات المفتاحية: لحم الدجاج، البكتيريا المعوية، مقاومة المضادات الحيوية، مقاومة المضادات، تربية الدواجن.

Résumé

L'usage inapproprié des antibiotiques au cours des dernières années, tant en médecine humaine que vétérinaire, a entraîné une progression rapide de l'antibiorésistance, devenue aujourd'hui un enjeu majeur de santé publique.

La présente étude vise à isoler et identifier des bactéries à partir de viande de poulet, ainsi qu'à évaluer leur profil de résistance aux antibiotiques.

Un total de 60 échantillons de viande de poulet a été prélevé dans la région d'El Hadjeb. Les bactéries ont été isolées à l'aide de milieux sélectifs tels que la gélose MacConkey, la gélose Chapman, et le milieu Salmonella-Shigella. L'identification bactérienne a été réalisée à l'aide de la galerie API 20 E, tandis que les profils de résistance ont été évalués par la méthode de diffusion sur disque (antibiogramme).

Sept isolats ont été identifiés, appartenant aux espèces suivantes : *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter cloacae*, *Staphylococcus aureus* et *Staphylococcus epidermidis*.

Les résultats de l'antibiogramme ont révélé des résistances à plusieurs familles d'antibiotiques, notamment à l'ampicilline (40 %), au chloramphénicol (57 %), à la vancomycine (57 %), à la tétracycline (83 %) et à l'ofloxacine (86.%).

Ces résultats montrent que la viande de poulet peut constituer une source potentielle de bactéries résistantes aux antibiotiques. Ces bactéries peuvent être transmises à l'homme via la chaîne alimentaire, posant ainsi un risque considérable pour la santé publique et la sécurité alimentaire.

Abstract

The inappropriate use of antibiotics in recent years, both in human and veterinary medicine, has led to a rapid rise in antibiotic resistance, which has now become a major public health concern.

This study aims to isolate and identify bacteria from chicken meat and to assess their antibiotic resistance profiles.

A total of 60 chicken meat samples were collected from the El Hadjeb region. Bacteria were isolated using selective media such as MacConkey agar, Chapman agar, and Salmonella-Shigella agar. Bacterial identification was performed using the API 20 E system, while resistance profiles were evaluated using the disk diffusion method (antibiogram).

Seven isolates were identified, belonging to the following species: *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter cloacae*, *Staphylococcus aureus*, and *Staphylococcus epidermidis*.

The results of the antibiogram revealed resistance to several families of antibiotics, notably ampicillin (40%), chloramphenicol (57%), vancomycin (57%), tetracycline (83%), and ofloxacin (86%).

These results indicate that chicken meat may serve as a potential source of antibiotic-resistant bacteria. These bacteria can be transmitted to humans through the food chain, posing a significant threat to public health and food safety.

Keywords: chicken meat, Enterobacteriaceae, antibiotic resistance, multidrug resistance, poultry farming.



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) : Nouari Djihen	لقب و إسم الطالب(ة) : نواري جيحان
--	--------------------------------------

La mention التقدير	Note(./20) العلامة	عنوان المذكرة L'intitulé de mémoire
<i>Resistance aux antibiotiques des Prokaryotes isolés de la viande de volaille</i>		

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

Déclaration : Je soussigne (e), <u>AMMIK Toufik</u> , (grade) <u>MCB</u> à l'université de <u>BISKRA</u> , avoir examiné intégralement ce mémoire après les modifications apportées par l'étudiant. J'atteste que : * le document a été corrigé et il est conforme au modèle de la forme du département SNV * toutes les corrections ont été faites strictement aux recommandations du jury. * d'autres anomalies ont été corrigées	تصريح : أنا المم押し (ة) أسفله <u>نواري جيحان</u> (الرتبة) <u>MCB</u> جامعة أصرح بأنني راجعت محتوى هذه المذكرة كلياً مراجعة دقيقة و هذا بعد التصحيحات التي أجرتها الطالب بعد المناقشة، و عليه أشهد بأن : * المذكرة تتوافق بشكلها الحالي مع النموذج المعتمد لقسم علوم الطبيعة والحياة * المذكرة صحيحة وفقاً لكل توصيات لجنة المناقشة * تم تدارك الكثير من الاختلالات المكتشفة بعد المناقشة
---	--

Décision :							قرار :	
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							اعتماداً على درجة مطابقتها للنموذج ، على نسبة الأخطاء اللغوية وعلى المحتوى العلمي أقرر أن تصنف هذه المذكرة في الدرجة	
acceptable مقبول	ordinaire عادي	bien حسن	très bien جيد جداً	excellent ممتاز	Mمتاز	exceptionnel متميز		
E	D	C	B	A		A+		

مسؤول المكتبة

الأستاذ المشرف

التاريخ

2025 / 07 / 03



NB : Cette fiche doit être collée d'une façon permanente derrière la page de garde sur les copies de mémoire déposées au niveau de la bibliothèque universitaire