



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور - الجلفة

Université Ziane Achour – Djelfa

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم العلوم الفلاحية و البيطرية

Département des Sciences Agronomiques et Vétérinaires

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Science Alimentaire

Option : Qualité Des Produits Et Sécurité Alimentaire

Thème

**Les résidus d'antibiotiques dans la viande de volaille
et leurs impacts sur la sante publique**

Présenté par: - Maldi Warda Amina

- Dahia Hind

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

Président : Lahrech MB, Pr UZA Djelfa

Promoteur : Khader M, MCA UZA Djelfa

Examineur : Bensid AEK, MCA UZA Djelfa

Examineur : Kacimi E, MAA, UZA Djelfa

Année : 2020/2021

Remerciement

Avant tout nous remercions dieu tout puissant de nous avoir accordé santé et courage pour mener ce travail jusqu'à son terme.

Nous tenons à remercier notre promoteur Mr KHADER M maitre de conférences classe A à l'université Ziane Achour Djelfa, d'avoir accepté de nous encadrer, ainsi que pour son aide, ces précieux conseils et l'orientation dont nous avons pu bénéficier.

Nous remercions particulièrement Mr LAHRECH MB professeur à université Ziane Achour Djelfa de nous avoir honorés en présidant le jury de ce mémoire.

Nos profondes gratitudee sont adressées à Mr BENSID AEK maitre de conférences classe A et Mr KACIMI E maitre-assistant de classe A à l'université Ziane Achour Djelfa pour avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous remercions également MR BOUMEHRES A responsable de spécialité pour son dévouement et sa disponibilité.

Hommage respectueux à tout le personnel du département des sciences agronomiques et vétérinaires, pédagogiques et administratifs.

Nous remercions chaleureusement nos familles et nos amis (es) pour leurs soutiens.

En fin Nous tenons à remercier également tous ceux qui ont participé de prêt ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace

En premier lieu, je dédie ce travail à l'esprit de mon grand-père qui m'a donné les souvenirs les plus précieux ma profonde gratitude pour son amour et motivation.

À mes chers parents qui sacrifient toujours pour mon bonheur. Leur amour, leur confiance et leur conseils ils rendent le succès valeureux dans ma vie que dieu les garde et les protège.

À l'offre de mon dieu MAMA KHEIRA et ma source d'énergie THELDJA qui m'accordent leur soutien inconditionnel dans les instants les plus difficiles, leur présence me fait reconnaissante.

À mes oncles BELKACEM et ABDERRAHMANE qui m'ont aidé et soutenu tout mon respect.

À mes frères et sœurs : MOHAMMED, ASSIA, KAMEL, WASSEN, HALIMA et HIBA je vous aime tellement et fort.

À mon W.W.H -RIAD et ma princesse SARRA qui procurent la joie et le bonheur pour toute la famille et sans oublier mon mochi qui je l'attends avec impatience.

À HOUSSAM EDDINE mes remerciements pour avoir rendu cette expérience possible.

À ma cousine KHAOULA qui m'a éclairé les chemins sombres par sa participation et sa patience.

À Dr. BENALI R pour sa compréhension et son encouragement tout au long de ce projet.

Enfin à ma binôme AMINA et mes copines MOUFIDA et FATIMA qui j'ai partagé avec elles une année inoubliable, leur connaissance m'était une belle chance.

DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail :

A ma famille que j'aime par-dessus tout

A mes parents, pour les sacrifices que vous vous êtes imposés, Pour tout ce que vous avez fait pour moi, tout ce que le mot « merci » ne pourra jamais exprimer, Vous m'avez préparé au monde et vous m'en avez ouvert les portes, et c'est avec émotion que je vous exprime toute mon affection et ma gratitude, Merci pour votre amour inconditionnel .

A mes sœurs, les mamans de ma fille et mes alliés dans la vie, merci pour tout.

A ma fille, la prunelle de mes yeux, ma force et ma douceur dans ce monde.

A la mémoire de ma grand-mère elle qui nous poussait à aller toujours de l'avant.

A mon neveu et mes nièces chéris, à la joie que vous m'apportez au quotidien, vous êtes la mélodie de mon cœur.

A mon gendre, toi le frère que je n'ai jamais eu, le papou de tous.

A mon ami adel, merci pour tout, sans toi ce travail n'aurait peut-être pas eu lieu.

A ma meilleure amie nada, tu es peut-être loin des yeux mais près du cœur .

A ma binome hind ce fut un plaisir de travailler avec toi.

Amina

Sommaire

Table des matières	I
Liste des figures	VI
Liste des tableaux	VII
Liste des abréviations	VIII
Introduction.....	1
Chapitre I: la viande blanche et les antibiotiques	2
I.1. Les viandes blanches.....	2
I.1.1. Généralités sur la viande blancheI.....	3
I.1.2.Importance de la viande blancheI.....	3
I.1.3.Composition chimique de la viande blanche.....	3
I.1.4.Valeur nutritive de la viande blanche.....	4
I.1.5.Principales espèces productives de viandes blanches.....	4
I.1.6.Facteurs susceptibles d'influencer la qualité de la viande blanche....	5
effet de l'âge.....	5
effet du génotype.....	5
effet du sexe.....	5
effet de l'alimentation.....	6
effet des conditions d'élevage.....	6
effet des conditions de transport et d'abatage.....	6
I.1.7.Caractéristiques organoleptiques d'une viande blanche de qualité....	6
I.1.8.Évolution mondiale de la filière des viandes blanches.....	7
production mondiale de la viande blanche.....	7
consommation mondiale de la viande blanche.....	7

I.1.9.Évolution de la filière des viandes blanches en Algérie.....	8
production de la viande blanche en Algérie.....	8
consommation de la viande blanche en Algérie.....	8
I.1.10.Différentes maladies des volailles	9
maladies virales.....	9
maladies parasitaires.....	9
maladies liées à la nutrition.....	9
maladies bactériennes.....	10
I.2. Les antibiotiques.....	11
I.2.1. Historiques.....	11
I.2.2.Définitions d'un antibiotique.....	11
I.2.3.Classifications des antibiotiques.....	12
I.2.4.Modes d'action des antibiotiques.....	14
I.2.5.Usages des antibiotiques en médecine vétérinaire.....	16
I.2.6.Principaux antibiotiques utilisés en médecine vétérinaire.....	18
à titre curatif.....	18
comme facteurs de croissance.....	19
Chapitre II: Les résidus d'antibiotiques et leurs impacts	20
II.1Les résidus d'antibiotiques	21
II.1.1. Généralité.....	21
II.1.2.Définition.....	21
II.1.3. Nature des résidus.....	22
II.1.3.1. Le résidu extractible	22
II.1.3.2. Le résidu non extractible.....	22

II.1.4. Propriétés des résidus.....	23
II.1.4.1. Notion de biodisponibilité.....	23
II.1.4.2. Notion de toxicodisponibilité.....	23
II.1.5. Facteurs et causes favorisant la présence de résidus d'antibiotiques.....	23
II.1.6. Facteurs de persistance des résidus.....	24
II.1.7. Les risques présentés par les résidus.....	24
II.7.1. Risques pour la santé humaine.....	25
II.1.7.1.1. Phénomène de dilution.....	25
II.1.7.1.3. Phénomène de fixation.....	25
II.1.7.1.4. Facteurs de variation de l'activité des résidus.....	25
II.1.7.2. Risques pour la santé animale.....	25
II.1.7.3. Risques pour l'environnement.....	26
II.1.7.4. Risques d'ordre technologique.....	27
II.1.8. Facteurs de sensibilisation aux risques liés aux résidus.....	27
II.1.9. Le débat sur les résidus antibiotiques.....	27
II.1.10. Les résidus d'antibiotiques chez les volailles.....	28
II.1.10.1. Facteurs d'apparition des résidus dans la viande volaille	28
II.1.10.2. Lieu de concentration des résidus antibiotiques chez la volaille	28
II.1.10.2.1. La Viande	29
II.1.10.2.2. Les Abats.....	30
II.1.10.2.3. Les Œufs	30
II.2. Impact de la présence des résidus d'antibiotiques dans la viande de volaille sur la santé publique.....	30
II.2.1. Impact direct.....	30

II.2.1.1. Réactions allergiques.....	30
II.2.1.2. La toxicité.....	31
II.2.1.3. Fœtotoxicité.....	32
II.2.1.4. Perturbation de la flore intestinale.....	32
II.2.1.5. Effet immunopathologique.....	32
II.2.2. Impacte indirecte : L'antibiorésistance (AMR).....	33
II.3.Solutions possibles pour réduire les résidus d'antibiotiques dans la viande de volaille	37
II.3.1. Pour les producteurs	37
II.3.1.1. Les probiotiques.....	37
II.3.1.2. La biosécurité.....	40
II.3.2. Pour les consommateurs	41
Chapitre III: Les limites maximales des résidus et les méthodes de détection	43
III.1. Généralité.....	44
III.2. La limite maximale de résidus (LMR)	44
III.2.1. La LMR toxicologique.....	45
III.2.2. La LMR bactériologique.....	45
III.3.Délai d'attente.....	45
III.4. Principes de fixation des LMR et du temps d'attente.....	46
III.5. Le contrôle des résidus	47
III.5.1. Les méthodes de dépistage	47
III.5.1.1. Méthodes conventionnelles	48
III.5.1.1.1. Méthodes microbiologiques.....	48
-Premi®Test.....	48
	49

-Méthode des Boites.....	
III.5.1.1.2. Méthodes immunologiques.....	50
-Méthode immunoenzymatique (ELISA)	51
-Radioimmuno essais (RIA)	51
III.5.1.2. Méthodes innovantes.....	51
Evidence Investigator.....	52
Surface PlasmonResonance (SPR)	52
III.5.2. Méthodes de confirmation et de quantification	53
III.5.2.1. Les méthodes physico-chimiques.....	53
-Méthodes chromatographiques.....	53
Méthodes spectrométriques.....	53
Conclusion.....	56
Résumé	
Références bibliographiques	

Liste des figures

Figure 1: Principaux sites d'action des antibiotiques.....	15
Figure 2 : Les principales causes qui conduisent à la présence des résidus d'antibiotiques dans la viande.....	24
Figure 3 : La propagation de l'antibiorésistance.....	34
Figure 4 : Les différents types de méthodes microbiologiques et l'interprétation des résultats.....	50

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition en lipides, cholestérol et la valeur énergétique du poulet..	03
Tableau 2: principales espèces à l'origine de viande blanche.....	04
Tableau 3: Les principaux producteurs de viande de volailles dans le monde.....	07
Tableau 4: Evolution de production de la viande blanche en Algérie.....	08
Tableau 5: Les grandes familles d'antibiotiques.....	13
Tableau 6: Types d'utilisation d'antimicrobiens chez les animaux destinés à l'alimentation humaine.....	17
Tableau 7: Liste de quelques antibiotiques utilisés en Algérie.....	18
Tableau 8: délai d'attente recommandé pour quelques antibiotiques utilisés dans l'industrie aviaire.....	46
Tableau 9: LMR autorisées pour divers antibiotiques dans les produits avicoles...	47

Liste des abréviations

ADN: acide désoxyribonucléique

AGP: antibiotiques promoteurs de croissance

AMM : Autorisation de mise sur le marché

AMR : Antibioticrosistance

ARF: antibiotiques régulateurs de flore

ATB: antibiotique

β -Lactamine : Béta-Lactamine

CAC : Codex alimentarius comite

CCE : Communauté économique européenne

CO₂: Dioxyde de carbone

CVM : Centre de médecine vétérinaire

DSE : Dose sans effet

DJA : Dose journalière admissible

ELISA: enzyme linkedimmunoassay

FAO: organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

FDA:Food and drug administration

FPT : Four plates test

Fs : Facteur de sécurité

GMQ :Gain Moyen Quotidien

IB: bronchite infectieuse

IBD: bursite infectieuse aviaire

IC : Indice de consommation

IgA: Immunoglobulin Alpha

IgG: Immunoglobulin gamma

IgM: Immunoglobulinmonomer

Kcal: kilocalorie

Kg: kilogramme

LC : Chromatographie liquide

LMR : Limites maximales de résidus

LMRMV : Limite maximale de résidus pour les médicaments

Max: maximum

Mg : Milligramme

Min: minimum

ML : Millilitre

MN: Maladie de *Newcastle*

NK : Natural killer

OMS: organisation mondiale de la santé

P: Poids

PH: potentiel hydrogène

PSPC : Plans de surveillance et plans de contrôle

RGR : Recommandation de gestion des risques

RIA : Radio Immunoessays

RRA : Radio receptrurassay

SC: *Saccharomyces cerevisiae*

SM : Spectomètre

SPR : Surface Plasmonresonance

TC: Tétracycline

TPT: Three plates test

UE: L'union européenne

UGCAA (Union générale des commerçants et artisans algériens).

µg : Microgramme

Introduction

Introduction

En Algérie la production de viande blanche a connu une progression majeure durant les dernières années ce qui rend le prix de ce produit raisonnable et très attractif pour le consommateur et représente la principale source de protéines pour la population (ALLAOUI, 2011).

Actuellement, différents produits vétérinaires sont utilisés en élevage avicole, sous la responsabilité ou non des vétérinaires dans le but de lutter contre les pathologies et améliorer le rendement (ALAMBEDJI *et al.*, 2008). Parmi ces produits, les antibiotiques occupent une place de choix.

Dans l'élevage de volailles, les agriculteurs utilisent plusieurs variétés de produits tels que les stéroïdes anabolisants, les tranquillisants et en particulier des antibiotiques. Ils sont utilisés soit en tant que promoteurs de croissance pour augmenter les rendements de production ou en tant que remèdes thérapeutiques pour traiter et prévenir contre des maladies spécifiques (HAKEM *et al.*, 2013).

Les antibiotiques sont utilisés comme médicaments pour traiter les animaux malades. Leur utilisation est souvent inévitable pour redonner la santé aux animaux. Des résidus d'antibiotiques peuvent se retrouver dans les aliments d'origine animale tels que la viande, le lait ou les œufs suite à des pratiques défectueuses telles que le non-respect de la période d'attente légale ou l'abus de promoteurs de croissance (ANONYME1).

En raison des propriétés potentiellement cancérigènes et toxiques des résidus d'antibiotiques et de leur potentiel allergique, la consommation d'aliments contaminés présente un risque direct pour la santé publique. De plus, l'utilisation inappropriée d'antibiotiques dans l'élevage favorise la résistance multi-médicamenteuse des bactéries pathogènes par rapport aux antibiotiques utilisés en médecine humaine (*Ibid*).

Dans cette thématique nous avons entrepris la présente étude dont l'objectif général est la détection des résidus d'antibiotiques dans la viande de volaille et ainsi faire état de la qualité de cette dernière.

L'importance de ce problème de santé publique nous a amené à nous intéresser à ce thème.

Pour ce faire, ce manuscrit est organisé en trois chapitres :

Le premier présentant l'essentiel d'information sur la viande blanche, et donnant un concept sur les antibiotiques utilisés en élevages vétérinaires, vient ensuite le deuxième qui aborde les résidus d'antibiotiques ainsi que leurs impacts sur la santé publique, la limite maximale de résidus et les méthodes de détection feront l'objet du troisième chapitre. et pour finir la conclusion.

Chapitre I

La viande blanche et les

Antibiotiques

I.1. La viande blanche

I.1.1. Généralités sur la viande blanche

La viande blanche est une protéine animale présentant autant de qualités nutritives que la viande rouge (ovine, bovine, Etc.). Dans le passé cette protéine était qualifiée de viande de pauvres. Actuellement et compte tenu des avantages qu'elle présente en matière de lipides (moins de matières grasses), cette viande est conseillée aux patients au titre d'un régime alimentaire non gras pour la maîtrise du taux de cholestérol. Elle est recommandée également aux sportifs et aux personnes intéressées par une taille fine et une bonne forme (fitness), (BOUKHALFA, 2006).

I.1.2. Importance de la viande blanche

L'aviculture prend une place de choix dans les plans de développement de nombreuses nations tant pour des raisons nutritionnelles et économiques que de goût. Parmi les nutriments indispensables à la vie figure les matières azotées et surtout celles d'origine animale. L'azote peut être apporté par les viandes dont celles de volailles, (NDIAYE, 2002).

I.1.3. Composition chimique de la viande blanche

La composition globale de la viande est variable. Elle varie selon l'espèce d'un animal à un autre, et au sein d'un même animal d'un muscle à un autre (OUALI, 1991).

Les viandes de volailles sont peu caloriques, elles sont relativement pauvres en graisses, une partie importante se situe dans la peau et est donc facile à enlever (BRUNEL *et al.*, 2006).

Les muscles de volaille ne contiennent pas de glucides, ou très peu (environ 1 %) principalement sous forme de glycogène (FAVIER *et al.*, 1995). Ainsi, les protéines, l'eau et les cendres (minéraux) peuvent être considérés comme les seuls éléments faisant partis de la fraction non lipidique.

Le tableau 1 nous montre la composition du muscle de volaille.

Tab 1: Composition en lipides, cholestérol et la valeur énergétique du poulet.

Composition	Filet			cuisse		
	min	max	Moyenne	min	max	moyenne
Lipides (g)	1,25	1,44	1,33	2,75	4,5	3,9
Cholestérol (mg)	50			91		
Energie (KJ)	525			525		

(FAVIER *et al.*, 1995).

I.1.4.Valeur nutritive de la viande blanche.

La valeur nutritive de la viande peut être résumée dans les quatre points essentiels suivants :

- Tout d’abord, la viande est une source d’azote de grande valeur biologique. Cet azote est présent sous forme de protéines, sur 100g on compte 30g de protéines qui sont composées essentiellement de myosine, myoalbumine et de collagène (BELHADJ, 2008).
- Elle est également une source d’énergie, une portion de 100g ne représente que 175 calories, son potentiel calorique dépend énormément de sa teneur en matières grasses. La teneur en glucides est négligeable car il n’y a pratiquement plus de glycogène dans la viande au stade de sa commercialisation (ZEGHILET, 2009).
- Elle est aussi une bonne source de minéraux. Les viandes sont riches en phosphore et représentent la meilleure source alimentaire de fer héminique (BELHADJ, 2008), par ailleurs le poulet est une source de zinc et de sélénium qui joue un rôle d’antioxydant (MARIECLAIRE, 2013).
- Les viandes sont dépourvues de vitamines liposolubles. Elles sont plutôt riches en vitamines du groupe B, il est particulièrement riche vitamine B3 et B6 (ZEGHILET, 2009).

I.1.5.Principales espèces productrices de viande blanche

Le tableau 2 présente les différentes espèces productrices de viande blanche.

Tab 2 :principales espèces à l’origine de viande blanche.

Poussin		0,4 à 0,7 kg
Poulet	Mâle et femelle	0,8 à 1.3 kg
Poularde	Femelle bien engraisée, os fins et chair abondante. On caractérise la poularde par ses pattes bleues	1,3 à 1,8 kg
Chapon	Coq castré	2 à 3 kg
Poule	Femelle en fin de croissance, abattue après la 1 ^{ère} période de ponte	1,2 à 1,8 kg
Dindonneau		2 à 3 kg
Dinde		3 à 6 kg
Dindon		6 à 12 kg

(LEPETZ, 2007).

A ces principales catégories s’ajoute la viande blanche issue des veaux et des agneaux nourris exclusivement avec du lait.

I .1.6.Facteurs susceptibles d'influencer la qualité de la viande blanche

SAUVEUR (1997) et MARY (1998) ont repris les études analysant les principaux facteurs influençant la qualité du poulet. Au sens large, ils peuvent être classés en facteurs intrinsèques à l'animal (l'âge à l'abattage, le génotype et le sexe) et facteurs extrinsèques (l'alimentation, les conditions de transport et d'abattage).

- **Effet de l'âge**

L'âge d'abattage exerce une influence essentielle sur les caractéristiques organoleptiques de la chair, la texture de la viande devient plus ferme avec l'âge (TOURAILLE *et al.*, 1981), s'accompagnent de modifications de la composition chimique (collagène, lipides) et du métabolisme du muscle, l'intensité de la flaveur augmente également avec l'âge (DEBUT *et al.*, 2003).

Ce paramètre est à mettre en liaison avec la maturité sexuelle de l'animal. Un âge d'abattage de 81 jours semble un bon compromis car il est postérieur à la puberté mais évite que la viande ne devienne trop ferme, moins juteuse et de flaveur plus intense (SAUVEUR, 1997).

- **Effet du génotype**

Etant donné l'importance de l'âge pour la qualité du poulet, le choix de souches à croissance lente se justifie totalement dans le cas de production, Il est en effet impossible d'élever jusqu'à 12 semaines des poulets à croissance rapide, car leur poids et leur engraissement seraient excessifs et entraîneraient des troubles locomoteurs et physiologiques.

Des lignées ont été sélectionnées et croisées pour aboutir à des individus présentant une croissance ralentie. la vitesse de croissance n'étant plus le critère recherché, la sélection s'est orientée vers des critères plus qualitatifs, tels que la rusticité des animaux, le rendement en muscle, la répartition des graisses, l'aspect de la peau, la finesse du squelette, la densité des plumes, la facilité de plumaison (SAUVEUR, 1997 ; RABOT *et al.*, 1999).

- **Effet du sexe**

Selon BAEZA et BRILLARD (2005), l'effet du sexe sur la croissance musculaire est très important. La différence sur le poids du muscle entre le mâle et la femelle pourrait donc être due à un nombre et/ou une longueur plus importante des fibres musculaires chez le mâle que chez la femelle, donc la viande de mâles peut être plus dure que celle des femelles. Même la jutosité et la flaveur sont supérieures pour les viandes de mâles en accord avec leur état d'engraissement plus élevé (SALIFOU *et al.*, 2013).

- **Effet de l'alimentation**

L'aliment de démarrage destiné au poulet de chair de 0 à 3 semaines d'âge, doit contenir une concentration de 3.200 Kcal et un pourcentage protéique de 22 à 23%, avec un apport de 10% de lipides alimentaires (LARBIER et LECLERCQ, 1992).

La nature des apports alimentaires permet aussi de contrôler la croissance et la composition corporelle des volailles. Ainsi, l'augmentation des apports en lysine par rapport aux protéines totales constitue un levier particulièrement efficace pour améliorer les rendements en filet et diminuer l'adiposité des carcasses (TESSERAUD *et al.*, 2014).

- **Effet des conditions d'élevage**

Une température ambiante et un éclairage constant plutôt que fractionné pourrait également avoir une légère incidence notamment en influençant les quantités d'aliments ingérées (SAUVEUR, 1997).

- **Effet des conditions de transport et d'abattage**

Le transport constitue une phase difficile pour les animaux. Les modifications d'environnement qui interviennent (température, humidité, bruit, nouveaux congénères...) conduisent à un stress plus ou moins important, avec des conséquences sur la qualité de la viande (CHOUGUI, 2015).

I.1.7. Caractéristiques organoleptiques d'une viande blanche de qualité

Les caractéristiques organoleptiques d'une viande peuvent être appréciées par les critères que sont la tendreté, la jutosité, la couleur et la saveur. La tendreté est la facilité avec laquelle la viande se laisse trancher et mastiquer. La structure des fibres musculaires, la qualité et la quantité de collagène contenu dans la viande influencent directement la tendreté. Contrairement aux autres viandes, les consommateurs apprécient que la viande de volaille présente une certaine fermeté (LASSAUT *et al.*, 1984). La jutosité est l'impression d'humidité perçue lors de la mastication, elle dépend du pouvoir de rétention d'eau et de la teneur en lipides de la viande (GIRARD, 1988). La couleur est fonction de la répartition des différents types de fibres musculaires. La saveur correspond aux perceptions olfactives et gustatives perçues lors de la dégustation, elle dépend de la teneur et de la nature des lipides intramusculaires ainsi que des composés issus de l'oxydation des lipides lors de la maturation et de la cuisson (GANDEMER, 1997).

I.1.8.Évolution mondiale de la filière des viandes blanches

Le secteur de la volaille continue à se développer et à s'industrialiser dans de nombreuses régions du monde. Les volailles constituent une source de protéines animales appréciable et économique, notamment pour les pays en voie de développement, ce qui a justifié son développement très rapide sur l'ensemble du globe depuis une trentaine d'années (SANOFI, 1999).

- **Production mondiale de la viande blanche**

Les États-Unis d'Amérique sont le plus grand producteur de viande de volaille à l'échelle de la planète : ils produisent en effet 18% de la production mondiale suivi ensuite par la Chine, le Brésil et la Fédération de Russie. (FAO, 2019)

Ci-dessous dans le tableau 3 on retrouve les principaux producteurs de viande de volaille dans le monde.

Tab 3: Les principaux producteurs de viande de volailles dans le monde.

	Production 2015 en millions de tonnes	Evolution par apport à 2014
Etats-Unis	21.2	+2.9%
Chine	19.0	+2.8%
Union européenne	13.8	+3.8%
Brésil	13.8	+3.6%
Russie	4.1	+11.4%
Monde	114.8	+3.4%

(Perspective FAO, d'après DEMAN, 2016).

- **Consommation mondiale de la viande blanche**

La consommation de viande dans le monde entier diffère dans les pays occidentaux et les pays en voie de développement. Dans le monde industrialisé, la consommation de viande est passée de 62 kg/personne/an en 1964 à 88 kg/personne/an en 1997. A partir de 1990, la consommation est restée stable. Dans les pays en voie de développement, cette consommation aussi augmenté mais dans des proportions moindres. Elle est passée d'une moyenne de 10 kg/personne dont 70% de viande blanche, (MIALOT, 2008).

La consommation de viande blanche a connu une forte croissance. La production mondiale est en hausse de 3 à 4 % par an, (DUSSER, 2005). A l'échelle nationale, la consommation de viande blanche (poulet de chair) est de 10 kg/habitant/an.

Les plus grands consommateurs de viande de volailles se trouvent dans les pays développés, avec en tête les Etats-Unis, où la consommation annuelle par personne atteignait près de 53 kilogrammes en 2009. Le degré de transformation des produits de volailles est très élevé. Ainsi, les produits achetés crus et entiers ont laissé la place à des produits découpés et sur transformés (produits cuits, fumés ou marinés), ce qui favorise leur consommation. Toutefois, les Etats-Unis est le seul pays où la consommation apparente diminution depuis 2005 ; on note cependant, une légère augmentation en 2009, (Monographie de l'industrie de la volaille au Québec, février 2011).

I.1.9. Évolution de la filière des viandes blanches en Algérie

- **Production de la viande blanche en Algérie**

La production de viandes blanches a connu une progression appréciable passant de 24.000 tonnes en 1968 à 200.000 tonnes en 1999 soit une croissance moyenne annuelle de 7 %. Cette augmentation s'explique par les efforts accomplis dans le domaine avicole, notamment en direction des facteurs de production ce qui a permis de faire passer la consommation de viande blanche de 0,5 kg/an/habitant en 1968 à 9 kg/an/habitant en 1995 (FELIACHI, 2003).

L'évolution de la production nationale de la viande blanche est résumée dans le tableau 4.

Tab 4: Evolution de production de la viande blanche en Algérie.

Années et périodes	Viandes blanches (Tonnes)
1982	116.000
1984-1989	200.000
1990-1995	220.000
1996-1999	185.585
2000-2004	174.454
2005-2007	330.000

(FERRAH, 2005).

- **Consommation de la viande blanche en Algérie**

Selon les données statistiques officielles de 2014 qui se répètent, l'Algérie produit annuellement 350 000 tonnes de viandes rouges et 250 000 tonnes en viandes blanches. Soit un total de 600000 tonnes par an pour un besoin national de consommation d'environ 1 million de tonnes. Au cours de cette année, le ministère de l'Agriculture a indiqué que la production de la viande rouge a augmenté de 100 000 de l'UGCAA (Union générale des

commerçants et artisans algériens) qui a donné ces chiffres en marge d'une conférence de presse sur le marché des viandes (Le soir d'Algérie, dimanche 8 juin 2014).

Selon BOUNOUARLE(2014), les algériens consomment toujours en dessous de la norme mondiale en matière de viande. Alors que les recommandations de « l'OMS », et de la « FAO » sont de 25 kilos de viande par personne et par an, l'Algérien consomme entre 18 à 20 kilos seulement.

I.1.10. Différentes maladies des volailles

- **Maladies virales**

Les maladies monofactorielles sont dues à un agent étiologique (ou causal) essentiellement les virus, ces derniers après pénétration dans une cellule cible, ils ont la capacité de se multiplier et détourner la machinerie cellulaire à leur profit pour aboutir à la production de nouveaux virus. Ils peuvent entraîner des perturbations du fonctionnement voire la mort de la cellule infectée, ce qui, à l'échelle de l'organisme, pourra être à l'origine de maladies (GUERIN *et al.*, 2011).

Maladies virales les plus rencontrées chez les volailles :

- Maladie de *Newcastle* (MN);
- Maladies tumorales (maladie de Marek, *Rétroviroses* aviaires);
- *Coronavirose* de la poule : la bronchite infectieuse aviaire;
- Maladie de *Gumboro*.

- **Maladies parasitaires**

Les maladies dues aux parasites pèsent lourdement sur les productions avicoles, elles touchent particulièrement les jeunes animaux en provoquant des maladies occultes, parfois mortelles, surtout économiques.

Exemples de maladies parasitaires :

- Candidoses;
- Spirurose;
- Ascaridiose...etc (GUERIN *et al.*, 2011).

- **Maladies liées à la nutrition**

Il peut s'agir de produits directement toxiques contenus dans les aliments concernant essentiellement certains tourteaux : les produits toxiques concernés sont l'acide cyanhydrique et le gossypol, ou de produits rendus toxiques par leur altération ou celle de l'un de leurs composants (mycotoxicoses) (GUERIN *et al.*, 2011).

Exemples de ces maladies :

- Ergotisme;
- Aflatoxicose;
- Mycotoxicooses dues au genre *Fusarium*.

- **Maladies bactériennes**

Selon les mêmes auteurs, les maladies bactériennes sont liées au pouvoir pathogène des bactéries qui provoquent des perturbations de l'équilibre physiologique et donc de l'état de santé d'un organisme.

Parmi les principales maladies bactériennes on a :

- **Colibacillose**

La colibacillose, causée par la bactérie *Escherichia coli* pathogène, est une infection fréquente chez les troupeaux de poulets à griller, mais il arrive dans certains cas que des souches pathogènes les dominent et les envahissent, causant par conséquent un taux de mortalité élevé, des problèmes squelettiques, un faible rendement, un taux de condamnation élevé et des pertes économiques générales. Même si un traitement antimicrobien prescrit par votre vétérinaire est une intervention acceptable pour traiter une infection aiguë à *Escherichia coli*, la colibacillose peut être déclenchée par de nombreux facteurs prédisposants comme par exemple des maladies virales telles qu'une bursite infectieuse (IBD), une infection par un *réovirus*, une bronchite infectieuse (IB), une mauvaise santé intestinale et des mauvaises conditions environnementales, telles qu'une forte teneur en ammoniacque et des amas excessifs de poussière (BABAK, 2018).

- **Salmonelloses**

Les salmonelles d'origine animale causent une infection intestinale chez l'homme et les principaux symptômes sont : douleurs abdominales, nausées, vomissement et diarrhées. L'émergence des salmonelloses présentant un risque important, notamment dans les élevages avicoles avec *Salmonella entericasérotipeEnteritidis* et *Salmonella entericasérotipeTyphimurium*. Les cas aigus montrent un agrandissement de la rate, du foie et de temps en temps une entérite et une péritonite. Les poules de race, parfois aussi les dindes, les faisans ou les pigeons sont le plus souvent touchés. Les animaux reproducteurs transmettent les bactéries aux poussins par l'intermédiaire de l'œuf, ces poussins souffrent alors de diarrhées, quelquefois de dyspnées ou de troubles nerveux (HERHOLZ, 2006).

- **Campylobactérioses**

Les toxi-infections d'origine alimentaire dues à la bactérie *Campylobacter* constituent une des causes les plus fréquentes de maladies intestinales d'origine bactérienne chez l'homme, leur incidence dépassant désormais les cas de salmonelloses au sein des pays européens. Parmi les sources de contamination, on peut citer l'ingestion de viande crue ou insuffisamment cuite, dont la viande de volaille qui constitue un réservoir régulier de *Campylobacter* (PUTERFLAM *et al.*, 2007).

Campylobacter jejuni est considéré comme l'un des principaux agents bactériens causant l'entérite et la diarrhée chez l'homme, en particulier les pays développés où l'incidence est semblable à celle de l'entérite causée par salmonelles (ALLEYNE *et al.*, 2001).

Différentes sources de contamination sont citées comme étant responsables de cette infection, telles que l'eau de boisson, l'environnement ou les flux humains, animaux ou matériel pénétrant dans le bâtiment (PUTERFLAM *et al.*, 2007).

I.2. Les antibiotiques

I.2.1. Historiques

Fleming Alexander a découvert les ATB en 1929. Au cours d'examens de routine de cultures de staphylocoques en boîtes de pétri au Saint Mary's hospital de Londres, il a remarqué la croissance accidentelle de quelques moisissures de *penicillium notatum* autour desquelles les colonies bactériennes ne cultivaient pas. Il émit l'hypothèse que ce champignon devait sécréter une substance nuisible à la croissance des *staphylocoques*, et il a prouvé que le bouillon filtré de ce champignon permet de reproduire ce phénomène. Ils sont aussi préparés en 1935, les sulfamides et par la suite de nombreux antibiotiques ont été aussi préparés à partir de champignons inférieurs, aussi des bactéries telluriques les plus productrices d'ATB. Les tétracyclines sont découvertes dans les années 1950, (DUVAL et SOUSSY, 1990 ; PUYT et GUERIN-FAUBLEE, 2006).

I.2.2. Définition d'un antibiotique

C'est une substance antibactérienne d'origine biologique, (produite par des microorganismes), ou de synthèse chimique (capable d'inhiber la vitalité d'autres microorganismes par un mécanisme particulier jouant sur les mécanismes vitaux de germe), (GOGNY, PUYT *et al.*, 2001; MORIN *et al.*, 2005; GAUTHIER, 2006; LECHAT, 2006).

Leur importance est capitale dans la lutte contre les maladies infectieuses. Ces molécules sont employées dans de nombreux domaines comme principal moyen de lutte contre les

infections bactériennes. Elles sont utilisées en médecine humaine mais également en médecine vétérinaire, que ce soit dans les élevages d'animaux de production ou pour soigner les animaux de compagnie (BONNET, 2014).

Actuellement, il existe plus de 10.000 molécules d'antibiotiques, mais seulement une centaine (dont un quart sont des pénicillines) sont efficaces et utilisables pour des applications thérapeutiques. Les autres sont trop toxiques, trop instables (DINH, 2012).

Les antibiotiques sont la seconde classe de médicaments utilisés en médecine vétérinaire. Ils représentent environ 20 % du volume des produits pharmaceutiques vétérinaires utilisés (TOUTAIN, 2007).

I.2.3. Classifications des antibiotiques

Il y a plusieurs façons de classer les antibiotiques (tableau 5). Il est possible de distinguer les différentes molécules en fonction :

- *Des familles : Tétracyclines, Nitrofuranes, Aminocyclitolides, Macrolides, Sulfamides, Bêta-Lactamines, ... etc.*
- Des origines : naturelles et semi synthétiques (Bêta-Lactamines, Macrolides, Tétracyclines, Aminocyclitolides), synthétiques (Nitrofuranes, Sulfamides).
- De leurs activités antibactériennes : les bactériostatiques (Tétracyclines, Macrolides, Sulfamides), les bactéricides (Bêta-Lactamines, Aminocyclitolides)

Dans le tableau n 5 on retrouve les principales familles d'antibiotiques utilisés en médecine vétérinaire.

Tab 5: Les grandes familles d'antibiotiques.

Bêtalactamines	Pénicillines (Pénames)	Activité : bactéricide Mécanisme d'action : inhibition de la synthèse de la paroi des bactéries en phase de croissance
	Carbapénèmes (pénèmes)	
	Céphalosporines (céphèmes)	
	Monobactames	
	Inhibiteurs irréversibles des bêtalactamases (en association)	
	Acide clavulanique – Sulbactame- Tazobactam	
Aminosides	Néomycine	Activité : bactéricide Mécanisme d'action : inhibition de la synthèse protéique.
	Streptomycine	
Phénicoles	Chloramphenicol	Activité : bactériostatique. Mécanisme d'action : inhibition de la synthèse protéique
	Thiamphenicol	
Cyclines	Tétracyclines	Activité : bactériostatique. Mécanisme d'action : inhibition de la synthèse protéique.
	Glycylcyclines	
Macrolides	Macrolides	Activité : bactériostatique. Mécanisme d'action : inhibition de la synthèse protéique
	Macrolides apparentés	
	Macrolides associés	
Polypeptides	Bacitracine	Activité bactéricide : Mécanisme d'action : inhibition de la synthèse de la membrane cytoplasmique.
	Colistine	
	Polymyxine B	

Sulfamides	Sulfonamides	Mécanisme d'action : inhibition de la synthèse de l'acide folique.
Quinolones	Quinolones urinaires- Fluoroquinolones systémiques	Activité : bactéricide Mécanisme d'action : inhibition de la Quinolones dites antipneumococques synthèse de l'ADN bactérien.
	Quinolones dites antipneumococques	
Antibiotiques divers	Rifamycines – Glycopeptides – Oxazolidines- lipopeptides cycliques- Acide fusidique.	Activité bactéricide. Mécanisme d'action : inhibition de la synthèse protéique ; inhibition enzymatique du métabolisme bactérien ; inhibition de la synthèse de la paroi bactérienne.
	Acide fusidique- Fosfomycine	

(TALBERT *et al.*, 2009).

I.2.4. Modes d'action des antibiotiques

A la différence des antiseptiques et des désinfectants, les antibiotiques agissent en général de façon très spécifique sur certaines structures de la cellule bactérienne. Cette grande spécificité d'action explique pourquoi les antibiotiques sont actifs à de très faible concentration.

Cette action s'exerce selon les molécules sur des sites variés (figure 1) (OXOBY, 2002; CUQ, 2008) :

-Sur la paroi bactérienne : en inhibant la dernière étape de la biosynthèse du peptidoglycane (muréine composant essentiel de la paroi bactérienne, qui confère à la bactérie sa forme et sa rigidité ce qui lui permet de résister à la forte pression osmotique intra cytoplasmique) au cours de la multiplication cellulaire.

- Sur la membrane cellulaire : en désorganisant sa structure et son fonctionnement, ce qui produit des graves troubles d'échanges électrolytiques avec le milieu extérieur.

- Sur les ribosomes : ce qui entraîne l'arrêt de la biosynthèse des protéines ou la formation de protéines anormales.
- Sur l'ADN : en empêchant sa réplication et en inhibant la biosynthèse protéique.
- Autres : en agissant tant qu'anti métabolites bactériens (c'est à dire au niveau des étapes du métabolisme intermédiaire des bactéries)

Dans le schéma qui suit (figure 1) on retrouve les principaux sites d'action des antibiotiques.

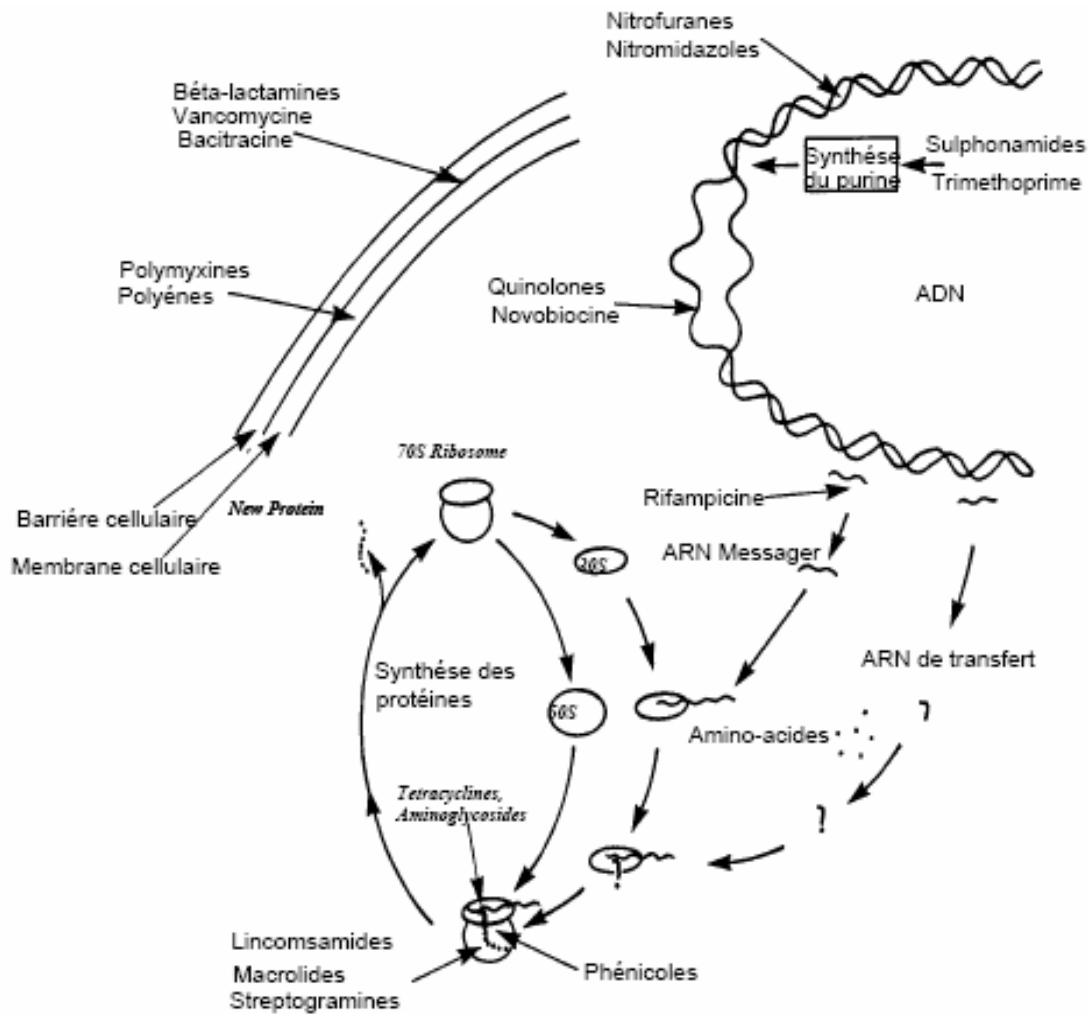


Fig 1 - Principaux sites d'action des antibiotiques(MEVIUS *et al.*, 1999 ; OXOBY, 2002 ; PUYT et GUERIN-FAUBLEE, 2006 ; ERRECALDE, 2007 et CUQ, 2008).

I.2.5. Usages des antibiotiques en médecine vétérinaire

Selon BEZOEN *et al* (1999) ; GUILLEMOT (2006) ; JACQUEMIN (2006) les antibiotiques peuvent être utilisés de quatre façons différentes, avec des objectifs variables :

- les antibiotiques sont tout d'abord utilisés à titre thérapeutique curatif. L'objectif majeur est d'obtenir la guérison des animaux cliniquement malades et d'éviter la mortalité. Le traitement a aussi pour effet de réduire la souffrance et de restaurer la production (lait, viande). Il réduit l'excrétion bactérienne, permettant dans certains cas d'obtenir une guérison bactériologique et, lors d'infection zoonotique, il peut éviter la contamination humaine.

- lorsqu'une infection collective et très contagieuse se déclare dans un élevage avec de grands effectifs et évolue sur un mode aigu, avec suffisamment d'éléments concordants pour incriminer une (des) bactérie(s), l'ensemble du groupe d'animaux est traité. Les sujets qui sont exposés mais ne présentent pas encore de signes cliniques (sains ou en incubation) font donc l'objet d'un traitement en même temps que ceux qui sont déjà malades. Cette pratique est qualifiée de métaphylaxie. Elle permet de traiter les animaux soumis à la pression infectieuse alors qu'ils sont encore en incubation ou lorsque les manifestations cliniques sont très discrètes.

- les antibiotiques peuvent, parfois, être administrés à des périodes critiques de leur vie, sur des animaux soumis à une pression de contamination régulière et bien connue, après contrôle de la nature de l'infection par des examens de laboratoire. Dans ces conditions, on parle d'antibioprévention car le traitement permet d'éviter totalement l'expression clinique. Cette modalité d'utilisation des antibiotiques est adaptée à une situation sanitaire donnée et doit être provisoire. L'antibioprophylaxie est également utilisée lors d'opérations chirurgicales pour prévenir les infections bactériennes.

- l'usage des antibiotiques dans l'aliment à titre d'additifs en vue d'améliorer la croissance a fait l'objet de nombreuses critiques. Il est très limité actuellement et été totalement abandonné fin 2005 en Europe. Ces antibiotiques régulateurs de flore (ARF) ou antibiotiques promoteurs de croissance (AGP pour antibiotic growth promoters) sont utilisés à des doses très faibles, non curatives et sont tous des agents chimiothérapeutiques non utilisés en médecine humaine pour limiter les risques de sélection de résistance vis-à-vis de molécules d'intérêt médical majeur.

Le tableau 6 résume les principaux types d'utilisation d'antimicrobiens chez les animaux destinés à la consommation humaine.

Tab 6: Types d'utilisation d'antimicrobiens chez les animaux destinés à l'alimentation humaine.

Type d'utilisation d'antimicrobiens	But	Voie ou mode d'administration	Administration individuelle ou par groupe	Animaux malades
Thérapeutique	Thérapie	Injection, aliments, eau	Individuelle ou par groupe	Animaux malades ou certains animaux dans des groupes
Métaphylactique	Prophylaxie de la maladie, thérapie	Injection (veaux en parc d'engraissement) , aliments, eau	Groupe	Certains
Prophylaxie	Prévention de la maladie	Aliments	Groupe	Rien d'évident, bien que certaines infections puissent être subcliniques
Stimulateur de croissance	Stimulation de la croissance	Aliments	Groupe	Aucun
	Indice de consommation	Aliments	Groupe	Aucun

(KIRKPATRICK, 2002).

I.2.6. Principaux antibiotiques utilisés en médecine vétérinaire en Algérie

En théorie, les éleveurs et les vétérinaires sont tenus de remplir une fiche sanitaire d'élevage pendant toute la durée de vie du troupeau. Sur cette fiche doivent être signalés les différents traitements administrés aux volailles (MARIE, 2008).

- **À titre curatif**

La nomenclature algérienne est établie en 2004, les molécules suivantes sont les plus utilisées sur le terrain tableau 7.

Tab 7: Liste de quelques antibiotiques utilisés en Algérie.

Antibiotiques		Espèce Animale	Observations particulières
B-lactamine	Ampicilline	Aviaire, bovine, caprine, Équine, ovins, piscicole	Sont utilisés pour traiter le cas de septicémie, d'infection respiratoire et urinaire chez de nombreux animaux.
	Pénicilline	Aviaire, bovine, caprine, Équine, ovins, cunicole, cameline	
	Céfriofur	Aviaire, bovine, caprine, Équine, ovins, cunicole	
Aminoside	Streptomycine	Apicole, aviaire, bovine, caprine, Equine, ovins, cunicole, piscicole	Sont utilisés dans le traitement des septicémies, des affections Digestives, respiratoires et urinaires.
	Néomycine	Apicole, aviaire, bovine, caprine, Equine, ovins, cunicole	
Cycline	Doxycycline	Avaire, bovine, caprine, cameline, Equine, ovins, cunicole, et piscicole	Antibiotiques très utilisées dans le traitement de nombreuses maladies bactériennes chez beaucoup d'espèces anomales
	Tétracycline	Apicole, aviaire, bovine, cameline, Caprine, équine, ovins, cunicole	
s	Sulfonamides		Les sulfamides seuls ou

	Sulfadimérazine	Aviaire, bovine, caprine, cameline, Equine, ovins, cunicole	en combinaison avec les diaminopyrimidines sont très utilisés pour le traitement de nombreuses espèces animales
	Sufondamide + Diaminopyrimidine		
	Triméthoprime+sulfamide	Aviaire, bovine, caprine, équine, Ovins,cunicole,et piscicole	
Quinolones	Quinolones de 1ere génération		Les Quinolones sont utilisées dans le cas des colibacilloses et de septicémie, et dans le traitement des maladies respiratoires chroniques chez les volailles
	Acide oxolinique	Aviaire, bovine, cunicole, piscicole	
	Quinolones de 2ème génération (fluoroquinolones)		
	Danoflaxacine	Aviaire, bovine, cunicole, piscicole	
Macrolide	Erythromycine	Aviaire, bovine, apicole, Equine, ovins, cunicole, piscicole	Utilisés pour traiter les infections à mycoplasmes, les maladies digestives hémorragiques et les infections.
	Spiramycine	Aviaire, bovine, caprine, equine Ovins, cunicole, piscicole	

(KECHIH-BOUNAR, 2011).

- **Comme facteurs de croissance**

L'usage des antibiotiques à titre de facteur de croissance, ou promoteurs de croissance, est proposé à compter des années 1950 et 1960.

Les antibiotiques utilisés à des doses sub-thérapeutiques quotidiennement (ration alimentaire) durant habituellement toute la phase de croissance active des animaux destinés à la production de viande. (PIERRE, 2011).

Tous les antibiotiques utilisés comme facteurs de croissance ne sont plus incorporés dans l'alimentation animale car ils sont interdits depuis avril 2007. Seules les spécialités relatives aux coccidiostatiques bénéficiant d'une autorisation de mise sur le marché algérien, sont autorisées à être utilisés comme additifs.

Chapitre II

Les résidus d'antibiotiques et leurs impacts sur la santé publique

II.1. Les résidus d'antibiotiques

II.1.1. Généralités

Au cours des dernières décennies, la volaille a connu une croissance énorme ; cependant, avec l'augmentation de la production, l'utilisation de certains médicaments et additifs alimentaires est devenue cruciale pour prévenir les maladies, leur traitement et la promotion de la croissance (MUND *et al.*, 2017).

Toutefois, l'avantage d'une amélioration de la productivité découlant de l'utilisation des médicaments vétérinaires chez les animaux producteurs d'aliment n'est pas obtenu sans risque (BEYENE, 2016), l'un des inconvénients de l'utilisation excessive de médicaments antimicrobiens est leur accumulation dans les tissus et les organes des animaux traités sous forme de résidus et finissent par faire partie de la pyramide alimentaire (MUND *et al.*, 2017).

De ce fait une grande attention, du point de vue de la santé publique, a été accordée à la sécurité des résidus de tissus en raison de l'utilisation accrue de médicaments vétérinaires et de l'augmentation générale des produits chimiques dans l'approvisionnement alimentaire (LEE *et al.*, 2001).

La situation devient plus pertinente dans une perspective d'avenir parce que l'utilisation mondiale d'antimicrobiens pour la production d'animaux destinés à l'alimentation devrait augmenter de 67 % en 2030 (VISHNURAJ *et al.*, 2016).

II.1.2. Définition

Les résidus, tels que définis par l'Union européenne (UE) et le Centre de médecine vétérinaire, une agence sous the Food and Drug Administration (FDA/CVM) aux États-Unis, il s'agit de "substances pharmacologiquement actives (qu'il s'agisse de principes actifs, de receveurs ou de produits de dégradation) et de leurs métabolites qui restent dans les denrées alimentaires obtenues à partir d'animaux auxquels les médicaments vétérinaires en question ont été administrés"

Dans les conditions physiologiques normales, après l'administration d'un médicament à un animal, la plupart des médicaments sont métabolisés afin de faciliter l'élimination, et la désintoxication. En général, la plupart du produit parent et de ses métabolites sont excrétés dans l'urine et, dans une moindre mesure, dans les fèces. Cependant, ces substances peuvent également être trouvées dans le lait et les œufs, et dans la viande (BEYENE, 2016).

Le règlement UE n°470/2009 définit les résidus de médicaments vétérinaires comme étant «toutes substances pharmacologiquement actives, exprimées en mg/kg ou µg/kg sur la base du poids frais, qu'il s'agisse de substances actives, d'excipients ou de produits de dégradation, ainsi que leurs métabolites restant dans les aliments produits à partir d'animaux auxquels le médicament vétérinaire en question a été administré » (PE et CE, 2009).

Les résidus sont donc des traces indésirables de médicaments ou métabolites qui restent dans le produit final (denrée alimentaire) suite au traitement de l'animal par des médicaments vétérinaires (DOGNON *et al.*, 2018).

Une fois les antibiotiques administrés au corps de l'animal, les résidus d'antibiotiques sont présents en concentrations élevées ou faibles dans leurs produits. Ces résidus ont été reconnus comme un aspect important de la sécurité alimentaire, car ils peuvent persister plus longtemps après le retrait du traitement médicamenteux (SINGH *et al.*, 2014).

II.1.3. Nature des résidus

Selon STOLTZ, (2008) in ZAMOUM, (2019) la nature chimique des résidus conditionne fortement leur transformation *in vivo* et par conséquent les méthodes de leur identification et de leur dosage. Cette propriété a permis, sur la base des possibilités de passage de ces composés dans les solvants d'extraction, de distinguer deux grands types de résidus: les résidus extractibles et les résidus non-extractibles.

II.1.3.1. Le résidu extractible

Il est défini comme le résidu extrait des tissus ou des liquides biologiques en milieu aqueux acide ou basique, au moyen de solvants organiques et/ou par hydrolyse enzymatique des conjugués. Le procédé d'extraction ne doit pas détruire les substances recherchées (ZAMOUM., 2019).

II.1.3.2. Le résidu non extractible

D'après ANADON, (1990) Il est obtenu en soustrayant le résidu extractible du résidu total et comprend :

- Les résidus des médicaments incorporés par les voies métaboliques normales dans des composés endogènes (ces résidus ne posent aucun problème toxicologique);

- les résidus liés chimiquement, issus de l'interaction des résidus de la substance-mère ou de ses métabolites avec des macromolécules (ces résidus peuvent poser un problème toxicologique).

II.1.4. Propriétés des résidus

II.1.4.1. Notion de biodisponibilité

Elle est définie par la FDA (Food and Drug Administration) par : « les résidus biodisponibles correspondent aux composés, molécules initiales ou métabolites, absorbés au niveau du tractus digestif et qui peuvent être retrouvés dans les cellules gastro-intestinales, les liquides biologiques ou le CO₂ expiré de l'espèce qui ingère ces résidus. » (GOUASMIA et HECHACHNIA, 2015).

Selon la nature des résidus, libres ou liés, la biodisponibilité ne sera pas la même : celle de la fraction résiduelle extractible est supérieure à celle des résidus liés. La biodisponibilité des résidus peut être évaluée par la biodisponibilité globale des résidus totaux. Il s'agit alors d'une «biodisponibilité de relais » qui nécessite un animal relais. L'étude de la biodisponibilité de relais permet d'apprécier le risque encouru par le consommateur et permet d'aborder les notions de « toxicodisponibilité » et de « toxicité de relais » (*ibid*).

II.1.4.2. Notion de toxicodisponibilité

Selon les mêmes auteurs les métabolites reconnus toxiques sont en général extractibles et donc relativement biodisponibles. Leur toxicodisponibilité est donc toujours à craindre. Les résidus liés sont généralement peu biodisponibles et donc leur toxicodisponibilité est faible. De plus, les résidus liés sont également peu accessibles à la réponse immune de l'organisme pouvant entraîner une réaction allergique .

II.1.5. Facteurs et causes favorisant la présence de résidus d'antibiotiques

La présence de résidus d'antibiotiques dans les aliments d'origine animale est favorisée par des multi facteurs, entre autres :

- Le non-respect des délais d'attente après l'administration des antibiotiques ;
- La non-consultation des vétérinaires avant l'utilisation d'antibiotiques ;
- L'absence de formation préalable en production animale et le type d'élevage pratiqué par l'exploitation (MENSAH et *al.*, 2014).

Les principales causes qui conduisent à la présence des résidus d'antibiotiques dans la viande sont représentées dans le diagramme d'ISHIKAWA ci-dessous dans figure n 2.

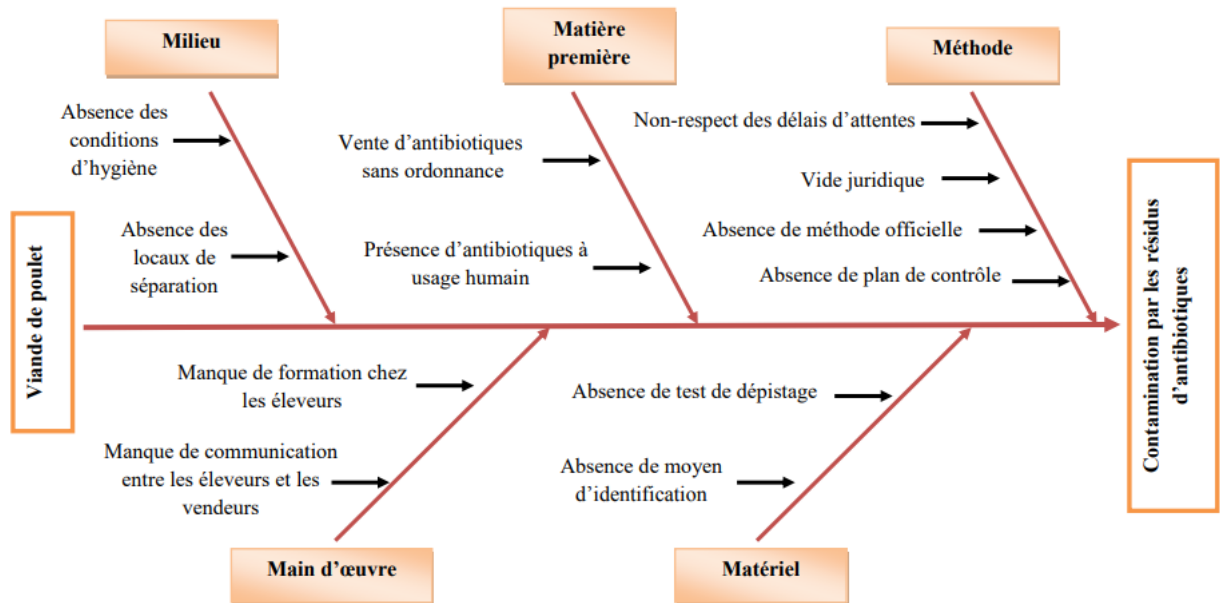


Fig 2 : Les principales causes qui conduisent à la présence des résidus d'antibiotiques dans la viande (AHMED et BENHAMIDA, 2019).

II.1.6. Facteurs de persistance des résidus

Selon CHATAIGNER et STEVENS, (2005) in ZEGHILET, (2009) la persistance de résidus varie selon plusieurs facteurs :

- L'antibiotique lui-même ;
- La forme pharmaceutique ;
- Les modalités d'injection ;
- Le site d'injection ;
- La dose injectée ;
- La sévérité de l'irritation locale ;
- Facteurs liés à l'animal.

II.1.7. Les risques présentés par les résidus

Selon SCIPPO, (2008) in ZEGHILET, (2009) les risques présentés par les résidus suite à leur utilisation chez les animaux sont de quatre ordres :

- Risques pour la santé publique ;
- Risques pour la santé animale ;
- Risques pour l'environnement ;
- Risques d'ordre technologique.

II.1.7.1. Risques pour la santé humaine

Les résidus présents dans les aliments subissent, au cours du transit intestinal du consommateur de ceux-ci, des phénomènes de dilution en fonction du volume intestinal, des phénomènes d'absorption ou encore diverses biotransformations (STOLTZ , 2008).

II.1.7.1.1. Phénomène de dilution

Dans la première partie du tube digestif (estomac, intestin grêle), les résidus d'antibiotiques sont dilués par les autres aliments, l'eau de boisson, les sécrétions gastriques, salivaires et intestinales, cela représente environ 8 litres par jour. Le facteur de dilution peut être estimé entre 10 et 20 (FISCUS-MOUGEL, 1993).

II.1.7.1.2. Phénomène d'absorption

L'absorption a aussi un rôle important : certains résidus d'antibiotiques fortement résorbés n'auront qu'une faible action sur la flore digestive. Par ailleurs, on assiste à une forte concentration des éléments non absorbés dans la partie distale du tube digestif. Le facteur de concentration des résidus est alors d'environ 3 à 5, compte tenu du poids moyen de la matière fécale journalière chez l'homme qui est de 150 g. Ce paramètre est important pour les antibiotiques très peu résorbés comme les aminosides, les antibiotiques polypeptidiques ou certains sulfamides (*ibid*).

II.1.7.1.3. Phénomène de fixation

D'après STOLTZ, (2008) La liaison des résidus aux protéines fécales est peu connue. Par analogie avec ce qui se passe dans le sérum, on peut penser que certains résidus d'antibiotiques se fixent en partie sur les protéines du contenu intestinal.

II.1.7.1.4. Facteurs de variation de l'activité des résidus

Selon FISCUS-MOUGEL, (1993) in STOLTZ, (2008) Les facteurs de variation de l'activité des résidus au cours du transit intestinal dépendent de la nature de la flore intestinale et des conditions locales propres à chaque partie de l'intestin. Les principaux facteurs qui interviennent sont :

- Un facteur de dégradation de la molécule du résidu, par exemple par des enzymes produites par des bactéries intestinales ;
- Le facteur de l'anaérobiose : pour la plupart des antibiotiques, l'activité antibactérienne est nettement plus faible en anaérobiose qu'en aérobiose ;
- Le pH qui modifie l'activité des antibiotiques. Certains antibiotiques sont détruits au niveau de l'estomac à cause du pH acide, comme la pénicilline G. Les β -lactamines, les tétracyclines et le triméthoprim ont une meilleure activité antibiotique à un pH légèrement acide, les aminosides sont au contraire plus actifs à pH alcalin.

L'usage généralisé, voire abusif de certains antibiotiques, en traitement curatif, préventif ou en supplément dans l'alimentation animale a conduit au développement de populations de microbes antibiorésistants, à des possibilités de développement des réactions allergiques de type III, et à une augmentation du risque nosocomial et même à une possible augmentation significative du risque de contracter certains cancers (OKOMBE *et al.*, 2016).

II.1.7.2. Risques pour la santé animale

En général, il est inhabituel de constater des cas de maladie animale directement liés à des résidus. Normalement, de tels cas peuvent provenir d'erreurs accidentelles de formulation dans les aliments, de surdosage accidentel, ou d'épandage dans une zone donnée qui peut être une cause d'intoxication de sujets isolés ou de petits troupeaux (CRAWFORD, 1985).

II.1.7.3. Risques pour l'environnement

Selon CHATELLET, (2007) in ZEGHILET, (2009) Il été admis qu'après un traitement antibiotique, les animaux excrètent dans leur environnement une fraction de la dose administrée. Ce qui implique une persistance longue de certains antibiotiques dans l'environnement, qui pouvant alors être présents dans les eaux de surface ou les rivières et ceci conduit donc à une pollution chimique de l'environnement. L'utilisation des antibiotiques en élevage représente un risque de sélection de résistance chez les bactéries environnementales.

II.1.7.4. Risques d'ordre technologique

La présence d'antibiotiques dans la viande entraîne des accidents de fabrication du salami et autres produits de fermentation de la viande et sa présence dans le lait entraîne des accidents de fabrication du fromage, du yaourt et autres produits de fermentation du lait (SCIPPO, 2008).

II.1.8. Facteurs de sensibilisation aux risques liés aux résidus

Selon CRAWFORD, (1985) deux facteurs principaux ont contribué à rendre plus perceptible le risque pour la santé humaine résultant de la présence de résidus chez les animaux ou dans les produits carnés :

- Le progrès technologiques qui permet de déceler des quantités de plus en plus faibles de résidus, par exemple au niveau d'une partie par milliard et d'une partie par trillion;
- Les activités des médias et des groupements de consommateurs qui ont porté à la connaissance de la masse des consommateurs les informations relatives à ces risques perçus. D'où la nécessité accrue de définir systématiquement le risque associé aux résidus aux niveaux actuels de détection.

II.1.9. Le débat sur les résidus antibiotiques

Les effets négatifs potentiels de l'usage des agents antimicrobiens vétérinaires sur la santé humaine ne font pas l'objet d'un consensus. Les proposant de restrictions importantes ou de bannissements estiment que le risque est suffisant pour appliquer le principe de précaution, alors que les opposants mentionnent que réduire les usages peut notamment entraîner une dégradation de la santé animale et une augmentation potentielle de transmission de maladies infectieuses aux humains (CHEVALIER et PH, 2012).

De plus, l'utilisation d'antibiotiques comme stimulateurs de croissance, en particulier dans la volaille, contribue à une production efficace et, en fin de compte, aide les consommateurs à avoir de la viande et des œufs de haute qualité à un prix raisonnable (DONOGHUE, 2003).

Les études et les constats scientifiques doivent être pris en compte, mais dans le contexte d'une absence de consensus et d'une vision dualiste du problème, d'autres aspects influent sur la prise de décision. Dans ce contexte, les décisions tiennent tout autant à des considérations sociales et politiques qu'à des constats scientifiques (CHEVALIER et PH, 2012).

II.1.10. Les résidus d'antibiotiques chez les volailles

D'après SARKER et *al.* (2018) au cours des dernières années, de nombreuses études ont montré que les antibiotiques administrés aux volailles et au bétail étaient accumulés dans le foie, les reins, les muscles et les os au-delà des limites maximales de résidus (LMR).

II.1.10.1. Facteurs d'apparition des résidus dans la viande volaille

- Les conditions d'élevage intensif avec des densités de stocks élevées dans les poulaillers ont fourni des conditions idéales pour la manifestation et la transmission de maladies parasitaires et virales (PIATKOWSKA et *al.*, 2012). En plus les charges élevées de maladies exigent un usage intensif de médicaments vétérinaires, antiparasitaires ou antibiotiques afin de prévenir et de traiter l'infestation microbienne (CHAPMAN et JEFFERS, 2014) et (MARSHALL et LEVY, 2011).
- La mauvaise gestion de l'état, les incidences de la maladie sont non seulement de plus en plus fréquentes, prononcées et ingérables, mais aussi difficiles à contrôler à long terme (PIATKOWSKA et *al.*, 2012).
- Les agriculteurs dans de nombreux pays en développement ont facilement accès aux médicaments vétérinaires et à l'utilisation de médicaments, l'utilisation de doses plus élevées et inappropriées de médicaments antimicrobiens est courante, ce qui finit par accumuler des résidus nocifs dans les tissus comestibles de la volaille (MUND et *al.*, 2017).
- L'emploi des antibiotiques en thérapeutique vétérinaire, voire dans la conservation des viandes (traitement avant abattage ou aspersion de la carcasse) peuvent parfois entraîner une accumulation de leurs résidus dans les tissus destinés à la consommation humaine (FRERES et *al.*, 1971).

II.1.10.2. Lieu de concentration des résidus antibiotiques chez la volaille

KABIR et *al.* (2004). HIND et *al.* (2014) ont démontré le dépôt de concentrations significativement plus élevées de divers résidus d'antibiotiques dans les tissus comestibles de poulets recevant des traitements thérapeutiques ou prophylactiques sans respecter les délais de retrait recommandés (MUND et *al.*, 2017).

II.1.10.2.1. Viande

MUND *et al.* (2017) indique que SATTAR *et coll.*, (2014) ont signalé des dépôts de résidus de ciprofloxacine (34 %), d'enorfloxacine (22 %) et de tétracycline (20 %) dans la viande, ainsi que d'amoxicilline (26 %) dans les muscles des cuisses des poulets de chair.

BEN MOHAND, (2007) a mené une recherche sur le muscle du bréchet d'une trentaine d'échantillon dans le but de détecter les résidus appartenant à deux groupes de produits utilisés en thérapeutique vétérinaire la totalité des échantillons étudiés été positifs à la pénicilline G.

Les informations publiées sur les dépôts de résidus entre les tissus musculaires chez la volaille sont limitées. PARKS et DOERR (1986) ont signalé des différences dans le pourcentage de récupération du zoalène entre le muscle de la poitrine et celui de la cuisse. Cependant, cette étude n'a évalué les différences que chez trois poulets. DE VOS et ses collègues (2003) ont évalué les résidus de biphényles polychlorés chez la volaille et ont signalé des concentrations plus élevées dans les tissus de la cuisse par rapport aux tissus de la poitrine. Ces auteurs suggèrent que les concentrations plus élevées détectées dans le tissu de la cuisse sont dues à la nature lipophile des polychlorobiphényles et à la plus grande teneur en graisse intramusculaire des cuisses déterminée au cours de cette étude (la teneur en graisse du tissu de la cuisse variait de 3,1 à 11,9 % et celle de la poitrine de 0,8 à 1,5 %).

Même si une étude a révélé qu'une concentration plus élevée de fluoroquinolone dans les tissus de poitrine par rapport aux tissus musculaires de la cuisse, il est possible que d'autres tissus musculaires comestibles (p. ex., les jambes ou les ailes) aient des niveaux encore plus élevés. En outre, le site de dépôt préférentiel peut varier entre différents antibiotiques, un autre antibiotique peut produire des concentrations plus élevées dans le muscle de la cuisse. Par conséquent, il peut être intéressant de déterminer quels tissus comestibles contiennent la plus forte teneur en résidus pour chaque antibiotique lorsque le muscle est le tissu cible. Ces renseignements pourraient ensuite être utiles pour sélectionner les tissus appropriés aux fins de la surveillance après l'approbation afin de cerner tout problème potentiel de résidus, de sorte que des mesures réglementaires puissent être prises pour protéger la salubrité de l'approvisionnement alimentaire (REYES-HERRERA *et al.*, 2005).

II.1.10.2.2. Abats

HASSAN et *al.* (2014). Quatre-vingt-dix échantillons aléatoires d'abats de poulet représentés par le cœur, le gésier et le foie (30 de chacun) ont été prélevés, les résultats actuels de la présente étude permettent de conclure que les échantillons examinés d'abats de poulet constituent parfois un danger pour la santé publique en raison de leur contamination par des résidus antibactériens (Amoxicilline et Sulphaquinoxaline). De plus, les concentrations les plus élevées de ces résidus ont été trouvées dans des échantillons de foie, suivies par le gésier et les concentrations les plus faibles ont été détectées dans des échantillons de cœur.

II.1.10.2.3. Œufs

Dans leur évaluation des résidus d'antibiotiques dans les œufs de volaille provenant des systèmes de production de l'arrière-cour au Chili, JAVIERA et *al.* (2020) ont montré que la plupart des œufs collectés (73 % des 83 ménages sondés) ont présenté une activité antimicrobienne pour au moins un des quatre antimicrobiens testés.

II.2. Impact de la présence des résidus antibiotiques dans la viande de volaille sur la santé publique

Selon BEYENE, (2016) la santé humaine peut être affectée par les résidus de médicaments dans les aliments d'origine animale soit directement par des effets secondaires, soit indirectement par la sélection de déterminants de la résistance aux antibiotiques qui peuvent propager l'agent pathogène humain.

II.2.1. Impact direct

2.1.1. Réactions allergiques

Selon EPAULARD, (2015) en médecine humaine, l'allergie est une réaction immunologique délétère/exagérée contre un antigène.

Les médicaments vétérinaires sont incriminés en allergologie humaine et deux cas peuvent se présenter (BIAGUI, 2002) :

- Un sujet peut être déjà sensibilisé par l'administration d'un médicament. Il peut alors développer une réaction allergique lors de l'administration du même médicament dans un but thérapeutique : on dit que le médicament est déclenchant ;

- Un sujet peut se sensibiliser en ingérant régulièrement des résidus d'un médicament. Il va alors présenter une réaction allergique lors de l'administration du même médicament dans un but thérapeutique : on dit que le médicament est sensibilisant.

En effet, ils réunissent plusieurs conditions pouvant donner lieu à des manifestations de type allergique : faibles concentrations, administration par voie orale et exposition occasionnelle et discontinue (KHATTAB *et al.*, 2010).

DAYAN, (1993) a affirmé que les estimations de la population humaine d'environ 4 à 11 % sont soupçonnées d'être allergiques à la pénicilline. Cette catégorie d'humains qui consomme des produits à base de viande contenant des résidus de pénicilline, risque de développer une allergie qui peut se manifester sous forme d'éruption cutanée ou même d'anaphylaxie grave.

Les familles d'antibiotiques qui sont souvent mises en cause sont : les β -lactamines, les tétracyclines, les quinolones, les macrolides et les sulfamides (BOUTRID, 2019).

II.2.1.2. La toxicité

La toxicité directe des antibiotiques est dans l'ensemble extrêmement limitée. Le cas de toxicité potentielle fréquemment cité est celui du Chloramphénicol (GYSI, 2006).

Le chloramphénicol diffuse très largement dans tout l'organisme, ce qui favorise son activité, mais entraîne la présence de résidus dans tous les tissus (viande, abats, lait et œufs) (MILHAUD, 1985).

La toxicité du chloramphénicol est dominée par les troubles hématologiques que cet antibiotique est susceptible de produire. Il se manifeste par deux types d'accidents bien individualisés par Yunis : une dépression réversible de l'érythropoïèse et une pancytopenie provoquée par une aplasie médullaire irréversible (*ibid*).

- **Dépression réversible de l'érythropoïèse**

Ce syndrome se traduit par une diminution du nombre des hématies, une vacuolisation des érythroblastes et une élévation du fer sérique, avec ensuite baisse de la teneur en hémoglobine et parfois leucopénie et thrombopénie. Selon LERY *et al.* (1978) in MILHAUD, (1985), cette anémie ne se produit pas chez l'homme lorsque le taux plasmatique en chloramphénicol est inférieur à 20 $\mu\text{g/ml}$, par contre elle survient systématiquement lorsque le taux est supérieur à 35 $\mu\text{g/ml}$. Elle est réversible ; tout rentre dans l'ordre lors de l'arrêt du traitement.

- **Aplasia médullaire**

MILHAUD, (1985) Ce syndrome se traduit par une pancytopenie sévère en relation avec une hypoplasie ou une aplasie de la moelle osseuse sans transformation fibreuse ou cancéreuse. Cette anémie aplasique est tardive (semaines ou mois suivant le traitement), rare, mais très sévère, elle atteint les trois lignées de cellules sanguines : hématies, leucocytes et thrombocytes. La thrombocytopénie et la leucopénie précèdent généralement l'anémie ; la guérison lorsqu'elle survient est très lente, elle nécessite des mois, voire des années. Elle ne surviendrait que dans 20 à 40 % des cas.

II.2.1.3. Fœtotoxicité

Certains antibiotiques possèdent un pouvoir fœtotoxique comme les tétracyclines par leur pouvoir de complexations avec les métaux bi – et tri valent elles modifient le métabolisme du calcium ceci ayant des répercussions osseuses et dentaires néfastes. Aussi certains sulfamides sont fœtotoxiques à forte dose (HADEF, 2009).

II.2.1.4. Perturbation de la flore intestinale

L'ingestion de traces d'antimicrobiens dans les aliments doit tenir compte des effets potentiellement nocifs sur la flore intestinale humaine (CERNIGLIA et KOTARSKI, 1999). La microflore intestinale joue un rôle important dans la physiologie humaine. Elle permet de contrôler et de prévenir la colonisation de bactéries pathogènes dans le tractus gastro-intestinal. Cependant, des études ont montré que les antimicrobiens administrés à des fins thérapeutiques peuvent potentiellement modifier la composition écologique de la flore intestinale. Le degré de changement dépend toutefois de la posologie du médicament antimicrobien, de la voie d'administration, de sa biodisponibilité, de son métabolisme, de la durée d'exposition au médicament et de la distribution dans l'organisme, y compris la voie d'excrétion. Des perturbations de la flore intestinale ont été signalées en raison de l'utilisation d'antibiotiques à large spectre. Les médicaments couramment utilisés comme la streptomycine, la tylosine, le métronidazole, le nitroimidazole et la vancomycine sont couramment impliqués dans le diagnostic humain des troubles gastro-intestinaux (FALOWO et AKIMOLADUN, 2020).

II.2.1.5. Effet immunopathologique

Les résidus d'antibiotiques peuvent avoir un effet carcinogène sur le long terme, suite à une consommation régulière d'aliments contenant ces résidus. Ceci semble être associé aux résidus

issus de deux familles d'antibiotiques : les nitrofuranes et les nitroimidazoles (ELKHAOUI, 2009).

AMIRI et *al.* (2014) in MUND et *al.* (2017) L'ingestion de métabolites de nitrofurane sous forme de résidus par l'intermédiaire de produits de volaille peut produire des effets secondaires toxiques, mutagènes ou cancérigènes et peut transmettre une résistance aux antibiotiques chez la microflore humaine, d'où l'application de nitrofurane dans la volaille a été interdite.

De même, la persistance de résidus de sulfaméthazine, d'oxytétracycline chez l'homme a des effets immuno-pathologiques tels que l'autoimmunité et la cancérogénicité (NISHA, 2008).

II.2.2. Impacte indirecte : L'antibiorésistance (AMR)

La résistance aux antibiotiques peut être définie selon différents points de vue selon (ZEGHILET, 2009) :

- Pour le clinicien, une souche bactérienne est résistante à un antibiotique si le traitement n'est pas efficace (on ne peut plus l'éradiquer par l'antibiothérapie) ;
- Pour le pharmacologue, une souche bactérienne est résistante à un antibiotique si les concentrations atteintes au site d'action, sont inférieures à la concentration minimale inhibitrice ;
- Pour le microbiologiste, une souche bactérienne est résistante à un antibiotique si elle dispose d'un mécanisme de résistance augmentant la valeur de la concentration minimale inhibitrice ;
- Pour l'épidémiologiste, une souche bactérienne est résistante à un antibiotique si elle a une concentration minimale inhibitrice significativement différente de celles de la population normale.

La flore intestinale des animaux peut constituer un réservoir de bactéries antibiorésistantes capables d'infecter ou de coloniser les hommes par la chaîne alimentaire. Ces souches sont fréquemment présentes chez les animaux destinés à la consommation humaine, y compris chez les volailles (VUUREN, 2001).

La question de la résistance aux antibiotiques devient plus importante et plus préoccupante en raison du fait que la plupart des antibiotiques couramment utilisés chez les animaux sont les mêmes que ceux utilisés pour le traitement des êtres humains (BISWAS et *al.*, 2019) Des études ont montré qu'il existe un lien entre les applications d'antimicrobiens chez la volaille

et la transmission subséquente de gènes résistants chez les agents pathogènes humains (MUND et al., 2017).

Les bactéries résistantes émergées peuvent ne pas être nocives pour l'animal, mais peuvent être pathogènes pour les humains et peuvent compliquer le traitement (SAH et al., 2021).

Cela a soulevé des préoccupations quant à la réduction de l'efficacité de ces antibiotiques lorsqu'ils sont utilisés pour traiter des infections humaines (BISWAS et al., 2019).

Ci-dessous la figure n 3 nous montre la manière dont l'antibiorésistance se propage aux humaines par les aliments.

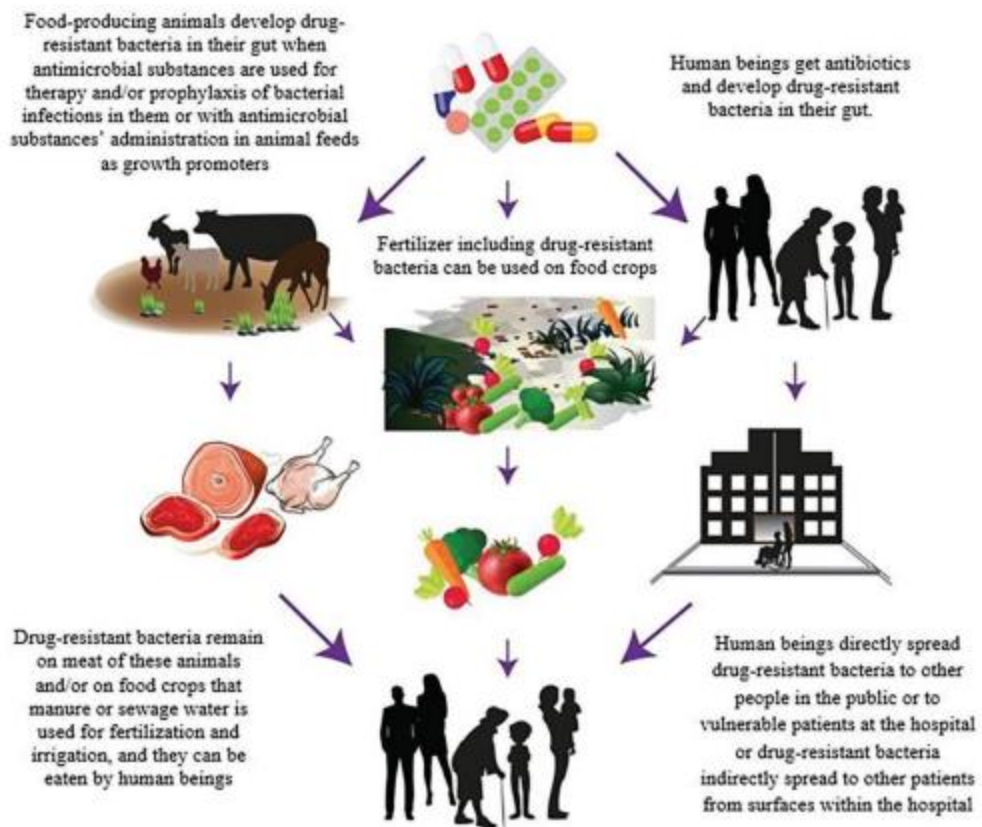


Fig 3 : la propagation de l'antibiorésistance (PEREZ-RODRIGUEZ et MERCANOGLU TABAN,2019)

Les premières descriptions d'infections humaines dues à des bactéries d'origine animale remontent au milieu des années 60 et proviennent du Royaume-Uni. Les résistances peuvent

passer de l'animal à l'homme par transmission de bactéries zoonotiques ou commensales antibiorésistantes, ou par transfert de gènes de résistance dans le tube digestif humain après ingestion de produits d'origine animale contaminés. Une publication a décrit entre autres les modes de transmission de l'animal à l'homme de *Campylobacter jejuni* et d'autres *Campylobacter thermophiles* apparentés (WHO, 1984).

VUUREN, (2001) Le 26 octobre 2000, le Centre de médecine vétérinaire (CVM) rattaché à la FDA, aux États-Unis, a publié un appel à audition concernant sa proposition de retrait de l'autorisation d'utiliser chez les volailles l'enrofloxacin (antibiotique de la famille des fluoroquinolones). Cette mesure a été prise sur la base des considérations suivantes, avancées par le CVM :

- L'administration de fluoroquinolones chez les volailles provoque le développement, chez celles-ci, de souches de *Campylobacter* résistantes aux fluoroquinolones, c'est-à-dire d'un agent pathogène pour l'homme ;
- Ces bactéries sont transmises à l'homme et contribuent considérablement au développement d'infections humaines dues à des souches de *Campylobacter* résistantes aux fluoroquinolones ;
- Les infections à *Campylobacter* résistantes aux fluoroquinolones constituent un risque pour la santé humaine.

L'Organisation Mondiale de la Santé a mis en garde que la société humaine est susceptible de faire face à une catastrophe d'ici 2050 où le facteur de résistance aux antibiotiques serait un tueur géant de vies humaines, pas moins qu'aucune maladie mortelle, y compris le cancer (BISWAS *et al.*, 2019).

Les Centres de contrôle et de prévention des maladies des États-Unis ont décrit la résistance comme l'un des problèmes de santé les plus urgents au monde, car le nombre de bactéries résistantes aux antibiotiques a augmenté au cours de la dernière décennie et de nombreuses infections bactériennes deviennent résistantes au traitement le plus couramment prescrit. L'OMS a identifié la résistance aux antibiotiques comme l'une des trois plus grandes menaces pour la santé humaine (SINGH *et al.*, 2014).

MUNGROO et NEETHIRAJAN, (2014) Un exemple important des dangers de la résistance antibactérienne est illustré par l'écllosion de *Salmonella* dans la ville de Montevideo, aux États-Unis, causant les infections de 245 personnes entre juillet 2009 et mars 2010. Certains patients

nécessitent une hospitalisation et l'un d'eux décède. Les autorités déclenchent une étude épidémiologique approfondie qui met en évidence plusieurs points communs troublants :

- La majorité de ces malades étaient concomitamment atteints d'une pathologie respiratoire banale (type pharyngite, bronchite) pour laquelle ils étaient traités avec de l'amoxicilline (prise de l'antibiotique dans les 24h ou 48h avant le début de la salmonellose) ;
- Tous les malades avaient consommé des hamburgers provenant de deux supermarchés. Ces supermarchés étaient notamment approvisionnés par un élevage où *Salmonella* Newport avait été isolée sur les bovins et les membres de la famille de l'éleveur. D'ailleurs, cet élevage avait livré un lot d'animaux peu de temps avant la maladie. La viande des bovins avait servi à la fabrication de 18 tonnes d'hamburgers livrées dans les deux supermarchés ;
- Les salmonelles incriminées dans cet élevage et celles des malades étaient résistantes à l'amoxicilline et la tétracycline. Ces résistances étaient dues à la présence d'un même plasmide ;
- Les bovins de l'élevage recevaient de la chlortétracycline comme additif depuis 1982. Cet additif aurait sélectionné la souche résistante.

Les bactéries résistantes peuvent être transmises par la consommation de produits animaux. Ce type de transmission est très important étant donné qu'il cible une plus grande population, y compris les nourrissons, les enfants et les personnes âgées (MUNGROO et NEETHIRAJAN,2014).

CHATAIGNER et STEVENS, (2004) in KADJA et BADAOU, (2020) Il est impossible de faire la différence entre une antibiorésistance induite par les médicaments (ou résidus) vétérinaires d'une autre due à la médication chez l'homme. De plus, il faut noter la place de l'antibiosupplémentation (Utilisation d'antibiotiques à très faible dose dans l'alimentation animale). Ces antibactériens promoteurs de croissance sont analogues à ceux utilisés en médecine humaine et comportent des résistances croisées avec eux.

La résistance aux agents antimicrobiens (antibiorésistance) est un problème reconnu à l'échelle internationale. Pour y faire face, toute réduction de leur usage est salutaire.

II .3. Solutions possibles pour réduire les résidus d'antibiotiques dans la viande de volaille

II.3.1. Pour les producteurs

Pour réduire la présence des résidus d'antibiotiques dans la viande, le producteur peut soit recourir à une alternative aux antibiotiques comme les probiotiques dans l'engraissement et le traitement de son troupeau, soit réduire la charge bactérienne dans le troupeau grâce à l'application effective de la biosécurité pour diminuer l'incidence des maladies et éviter la nécessité d'utiliser des médicaments tels que les antibiotiques.

II.3.1.1. Les probiotiques

En raison des préoccupations de santé publique, l'utilisation des probiotiques comme substituts aux antibiotiques dans la production de volaille est devenue un domaine d'intérêt majeur (DHAMA et *al.*,2011).

Selon la définition actuellement adoptée par FAO/OMS, les probiotiques sont : "les micro-organismes vivants qui, lorsqu'ils sont administrés en quantités suffisantes, procurent un avantage sanitaire à l'hôte ». Plus précisément, les probiotiques sont des microorganismes vivants de nature non pathogène et non toxique qui, lorsqu'ils sont administrés par voie digestive, sont favorables à la santé de l'hôte (KABIR,2009).

Ces dernières années, les probiotiques sont devenus plus populaires dans le monde des suppléments et additifs alimentaires dans l'industrie de la volaille. Ils ont gagné en popularité à la suite de l'interdiction des stimulateurs de croissance antibiotiques (AGP) (KRYSIK et *al.*,2021).

Les probiotiques sont avérés utiles dans la lutte contre les maladies d'origine bactérienne et contre les zoonoses. Une caractéristique particulière est : qu'ils ne laissent pas de résidus dans les produits animaux, contrairement aux antibiotiques (BIRMANI et *al.*,2019).

- **Effets des probiotiques sur les performances zootechniques des volailles**

Les facteurs de stress ou les microbes pathogènes présents dans toute unité d'élevage d'animaux ou de volailles ont tendance à créer un déséquilibre dans la microflore intestinale en diminuant les mécanismes de défense du corps. Il en résulte une prolifération d'agents pathogènes qui entraîne des troubles physiologiques comme la diarrhée, la perte d'appétit, une mauvaise digestion et une mauvaise absorption des nutriments chez l'hôte (DHAMA et *al.*,2011).

Les perturbations de l'équilibre de la microflore naturelle entraîneront la prolifération de bactéries nuisibles, ce qui réduit les performances de production et l'immunocompétence, causant de lourdes pertes économiques aux producteurs de volaille (*ibid*).

Chez l'animal, l'efficacité zootechnique revendiquée des probiotiques est souvent par l'amélioration de la croissance (GMQ), de l'indice de consommation (IC), et de l'état sanitaire voire du bien être des animaux établis par la réduction de la fréquence des diarrhées ou de la mortalité durant certaines phases critiques d'élevage : stress alimentaires (changement de régime alimentaire, rations riches en concentré), stress sanitaires (densité des animaux...) (GUELLATI et SALHI,2017).

Des études sur les effets bénéfiques sur la performance de la volaille ont montré que la supplémentation en probiotiques peut avoir des effets positifs. Il ressort clairement des résultats de (KABIR et *al.*,2004) que les gains du poids vif étaient significativement ($P<0,01$) plus élevés chez les oiseaux expérimentaux que chez les oiseaux témoins à tous les niveaux pendant les 2e, 4e, 5e et 6e semaines, tant chez les oiseaux vaccinés que chez les oiseaux non vaccinés(KABIR,2009).

HIDAYAT, (2016) in KRYSIAK et *al.* (2021) Les probiotiques ont un effet positif sur le poids global de la carcasse de volaille et sa qualité, en réduisant la graisse abdominale. Une augmentation du rendement en carcasse a été observée chez les poulets, sans égard au sexe.

- **Effets des probiotiques sur la santé des volailles**

L'utilisation régulière et judicieuse des probiotiques à un effet saisissant sur le système immunitaire : stimulation de l'immunité à médiation humorale et cellulaire par une production accrue d'interférons naturels /cytokines, augmentation de l'activité des cellules des macrophages, des lymphocytes et des tueurs naturels (NK), augmentation de l'éclatement oxydatif régulé chez les hétérophilles et augmentation de l'immunoglobuline (IgG, IgM et IgA) (DHAMA et *al.*, 2011).

La stimulation de l'immunité à médiation cellulaire aiderait à lutter constamment contre les infections virales et pourrait ainsi réduire la mortalité des troupeaux due aux maladies immunosuppressives, l'anémie infectieuse des poulets, les infections réovirales, la maladie de Marek, les mycotoxines, etc. Leurs métabolites agissent comme agents immunomodulateurs en activant des réponses immunitaires spécifiques et non spécifiques des poussins qui leur

permettent à leur tour de prévenir diverses maladies infectieuses (KOENEN et *al.*, 2004 ; DHAMA et SINGH, 2010).

L'affirmation "l'immunité provient des intestins" est devenue plus significative dans l'industrie avicole avec l'émergence des probiotiques. L'utilisation des probiotiques contre les maladies d'origine bactérienne est plus fréquente après l'interdiction de l'AGP. Cela est dû en grande partie à des connaissances antérieures sur l'interaction bactérienne, dans lesquelles les micro-organismes rivalisent entre eux pour les mécanismes et les substrats pour survivre. L'approvisionnement en probiotiques affecte la prédominance des bactéries probiotiques, réduisant ainsi le nombre de micro-organismes pathogènes (KABIR, 2009).

HAGHIGHI et *al.* (2005) ont démontré que l'administration de probiotiques améliore les anticorps naturels du sérum et de l'intestin contre plusieurs antigènes étrangers chez les poulets. Les probiotiques exercent des activités antibactériennes contre diverses bactéries pathogènes et notamment contre les microorganismes fréquemment responsables de l'infection chez les poulets : *Salmonella sp* , *Compylobacter*, *Escherichia coli* (GUELLATI et SALHI, 2017).

Selon DE SMET, (2014) Plusieurs produits et additifs alimentaires peuvent avoir un effet positif sur la diversité et la qualité de la flore intestinale et par conséquent sur la santé intestinale. Par exemple, des acides organiques encapsulés, des huiles essentielles encapsulées et des microbiens actifs (probiotiques comme CLOSTATTM). Certaines de ces solutions ont un effet direct sur la santé intestinale (CLOSTATTM, butyrate encapsulé). Des essais scientifiques avec CLOSTATTM dans plusieurs espèces prouvent les effets bénéfiques sur la santé intestinale. Les paramètres utilisés pour mesurer la santé intestinale sont la présence de pathogènes (*Clostridium perfringens*, *Escherichia Coli*), le taux des bactéries bénéfiques dans le contenu intestinal, la longueur des villosités dans différentes sections de l'intestin et la présence des molécules (pro)inflammatoires dans le sang. Ces améliorations des paramètres de santé intestinale résultent dans des améliorations des performances techniques et, par conséquent, dans des résultats économiques supérieurs.

- **Effets des probiotiques sur la qualité de la viande des volailles**

Parmi les effets nutritionnels observés chez les troupeaux ayant reçu des probiotiques, KRYSIAK et *al.* (2021) mentionnent l'amélioration de la qualité de la viande, de la ponte et des œufs. KABIR, (2003) et KABIR et *al.* (2005). ont évalué les effets des probiotiques sur les caractéristiques sensorielles et la qualité microbiologique de la viande de poulet et ont signalé

que la supplémentation en probiotiques dans la ration de poulet de chair améliorerait la qualité de la viande tant au moment de la précongélation qu'après la congélation. d'une part MAHAJAN et al.(2000) ont déclaré que les scores pour les attributs sensoriels de l'apparence, de la texture, de la juteté et de l'acceptabilité globale des boulettes de viande étaient significativement plus élevés et ceux pour la saveur étaient plus faibles dans le groupe probiotique (Lacto-Sacc) nourri. D'autre part, LODDI et al.(2000) ont signalé que ni les probiotiques ni les antibiotiques n'affectaient les caractéristiques sensorielles (intensité de l'arôme, arôme étrange, saveur étrange, tendresse, juteux, acceptabilité, couleur caractéristique et aspects généraux) de la viande des poitrines et des cuisses.

En outre, ZHANG et al.(2005)ont mené une expérience avec 240 poulets de chair mâles d'un jour pour étudier les effets des composants cellulaires de *Saccharomyces cerevisiae* (SC) sur la qualité de la viande et ils ont signalé que la tendreté de la viande pouvait être améliorée par la levure entière (WY) ou l'extrait de *Saccharomyces cerevisiae* (YE).

HUSSEIN et al. (2020) in KRYSIK et al. (2021) Les probiotiques sont devenus des stimulateurs de croissance alternatifs, augmentant la qualité des produits et la productivité des animaux.

- **Indicateurs économiques à la suite de l'usage des probiotiques en élevage avicole**

L'incidence économique de l'utilisation des probiotiques comme alternative aux antibiotiques est quasiment certaine car elle apporte un gain de poids, de temps et elle diminue le taux de mortalité (DE SMET, 2014 ;RAMDANE, 2015) a déclaré qu'on n'a pas besoin de l'utilisation excessive des antibiotiques pour avoir une production animale rentable.

II.3.1.2. La biosécurité

La biosécurité est une approche planifiée et méthodique consistant à sécuriser les aménagements afin d'en faire des environnements sûrs et exempts de maladies. Le terme «biosécurité» englobe un important corpus de mesures se rapportant à l'isolation, aux interventions structurelles, à la désinfection et aux procédures journalières, lesquelles réduisent collectivement la probabilité d'introduction et de transmission d'agents pathogènes (Anonyme 2).

La biosécurité ne coûte pas cher ; il s'agit avant tout de bonnes pratiques d'élevage, leurs principes peuvent s'adapter de même façon aux grosses unités de production et aux plus petits élevages (Anonyme 3).

II.3.2. Pour les consommateurs

La plupart des aliments d'origine animale sont cuits ou soumis à divers traitements tels que les additifs alimentaires pour augmenter la digestibilité, les propriétés sensorielles, l'appétit et la durée de conservation (HUSSEIN et *al.*,2016). Dans les pays développés, de nombreux chercheurs se sont intéressés à évaluer si les résidus d'antibiotiques peuvent être détruits par les procédés de cuisson, de pasteurisation ou de mise en conserve (VIVIENNE et *al.*,2018).

- **Ébullition**

Dans une étude menée par HUSSEIN et *al.* (2016) la cuisson de la viande de poulet par ébullition induit une réduction significative des résidus d'oxytétracycline, de gentamicine et de tilmicosine avec des pourcentages de réduction de 35,17, 35,9 et 36,5%, respectivement. Des pourcentages de réduction presque similaires ont été obtenus en Turquie et en Iran.

La réduction des concentrations de TC pendant l'ébullition est due à la migration du TC de la viande vers le milieu de cuisson (HESHMATI et *al.*,2014).

La viande de poulet bouillie pendant 12 min a diminué les résidus de sulfonamide de 45 % à 61 % (RANA et *al.*,2019).

L'ébullition a eu un effet de réduction plus important pour les échantillons musculaires (VIVIENNE et *al.*,2018).

- **Friture**

En comparant la viande de poulet non cuite et la viande de poulet frite, une réduction significative a été détectée dans tous les antibiotiques avec des pourcentages de 48,55, 49,6 et 46,4% pour l'oxytétracycline, la gentamicine et la tilmicosine, respectivement. De plus, il a été démontré que pendant le processus de friture, l'humidité de la viande de poulet a été lessivée et remplacée par l'huile de friture. L'échange d'humidité et d'huile pourrait éliminer les antibiotiques de la viande de poulet (HUSSEIN et *al.*,2016).

- **Grillage**

VIVIENNE et *al.*(2018) ont constaté que le grillage réduit la concentration d'oxytétracycline dans le muscle à 53,6 % et 53,2 % de réduction à un pH de 6,0 et 7,2 respectivement. Pour les tissus hépatiques, une réduction significative de la concentration pour les deux pH : 6,0 (89 %); pH 7,2 (88,79 %) .

Avant de consommer des produits animaux comestibles bruts et sous-produits, un traitement thermique ou une cuisson sont nécessaires. Ces processus conduisent à la dénaturation des

protéines, à la perte d'eau et de graisse, et à la modification du pH, ce qui aide à modifier la concentration de résidus, la structure chimique ou la solubilité (RANA et *al.*,2019).

Une température et un temps de chauffage suffisants peuvent réduire de près de cinquante pour cent certains résidus d'antibiotiques, mais ils ne procurent généralement pas une marge de sécurité supplémentaire aux consommateurs (HUSSEIN et *al.*,2016).

La chaleur élevée suivie d'un froid soudain, qui est utilisé pendant la transformation industrielle, peut également éliminer les résidus antibiotiques (ADAMS, 1993).

Chapitre III

Les limites maximales des résidus et les méthodes de détection

III.1. Généralité

L'utilisation généralisée d'antibiotiques dans l'industrie avicole a entraîné la présence de résidus dans les denrées alimentaires, ce qui peut présenter des risques pour la santé des consommateurs, notamment : cancérogénicité, mutagénicité, toxicité de la moelle osseuse et allergie, ainsi que l'apparition de souches résistantes de bactéries pathogènes (AMANY et *al.*, 2016) .

À cet égard la fixation de limites réglementaires pour ces résidus et un contrôle adapté sont primordiaux pour garantir la sécurité des consommateurs (GAUDIN, 2016).

III.2. La limite maximale de résidus (LMR)

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a fixé des limites maximales de résidus (LMR) afin de contrôler les résidus d'antibiotiques dans les produits d'origine animale (FAO, 2018). Dans le même sens, l'Union européenne (UE) a révisé les critères techniques qui doivent être appliqués dans le dépistage et l'analyse de confirmation de ces résidus dans les aliments d'origine animale (2002/657/CE), en introduisant également le paramètre appelé "limite de performance minimale requise (LPMR)", qui signifie la teneur minimale en analytes qui doit être détectée et confirmée dans un échantillon donné (MOGA et *al.*, 2021).

Dans le cadre de la réglementation sur la pharmacie vétérinaire, une démarche d'évaluation a priori du risque a été mise en place avec l'évaluation des principes actifs et la fixation de limites maximales de résidus (LMR) (MENSAH et *al.*, 2014).

Il existe une limite maximale de résidus (LMR) pour la plupart des antibiotiques utilisés en médecine vétérinaire, pour chaque produit d'origine animale et pour chaque espèce (GNAMEY et *al.*, 2020).

La liste et valeurs LMR relatives aux médicaments vétérinaires dans l'aliment sont résumées dans le rapport CAC/MRL2 du codex (CAC, 2017) sous forme de tableaux pour les substances autorisées alors que celles interdites sont présentées à la fin du document dans les recommandations de gestion des risques (RGR) des résidus des médicaments vétérinaires du même rapport.

La Commission du Codex Alimentarius (CAC, 2016) définit la limite maximale de résidus pour les médicaments vétérinaires (LMRMV) comme la concentration maximale de résidu résultant de l'emploi d'un médicament vétérinaire (exprimé en mg/kg ou en µg/kg sur la base du poids frais).

D'après HADEF, (2009) Cette LMR ne doit pas être dépassée pour des aliments issus des productions animales. Elle est calculée en prenant en compte d'une part le risque

toxicologique et, d'autre part, l'effet potentiel des résidus sur la flore digestive de l'homme. Pour chaque médicament, il est noté des précisions relatives à l'espèce, les tissus concernés et les valeurs DJA et LMR. Nous relevons que toutes les substances pharmacologiquement actives ne sont pas énumérées. C'est le cas de l'enrofloxacin.

La notion de LMR constitue une synthèse entre les attentes des consommateurs et les contraintes des producteurs permettant, sans interdire l'utilisation des médicaments, leur utilisation en toute sécurité (*ibid*).

III .2.1. La LMR toxicologique

Est définie pour assurer la sécurité du consommateur. Cette notion intègre tous les éléments liés à la toxicité de la molécule à court ou à long terme, quelle que soit la nature des effets observés sur l'individu ou sur sa descendance (FABRE et *al.*, 2006).

III.2.2. La LMR bactériologique

Est une limite qui vise, quant à elle, à garantir l'absence d'effet des résidus d'antibiotiques sur la flore digestive humaine. Elle est prise en compte indépendamment du fait que cette modification ait ou non un effet sur l'homme. La LMR finale (officielle) prend la valeur la plus basse entre la LMR toxicologique et bactériologique (FABRE et *al.*, 2006).

III.3. Délai d'attente

Lors de l'évaluation pour l'autorisation de mise sur le marché de chaque formulation de médicaments, un temps d'attente entre la dernière administration du produit et la commercialisation des denrées issues des animaux traités est défini pour la posologie autorisée (MENSAH et *al.*, 2014).

Le temps d'attente est défini comme étant le délai à observer la dernière administration du médicament à l'animal dans les conditions normales d'emploi et l'obtention des denrées alimentaires provenant de cet animal, afin de garantir qu'elles ne contiennent pas de résidus en quantités supérieures aux limites maximales établies par le règlement n°90-2377(CEE) (MILHAUD et PINAULT., 1999).

Pour fixer le temps d'attente d'une substance, il faut étudier son métabolisme pour connaître les lieux d'accumulation et les voies d'excrétion du composé de départ et de ses métabolites et étudier leur décroissance en fonction du temps (ZEGHILET, 2009).

Le temps d'attente s'exprime différemment selon le type de denrées : jour , degré-jour, traites (LEFEUVRE, 2003).

Certains antibiotiques et leur délai d'attente recommandés chez les volailles sont indiqués dans le tableau n 8 ci-dessous.

Tab 8 : délai d'attente recommandé pour quelques antibiotiques utilisés dans l'industrie aviaire

Antimicrobial substances	Feed withdrawal period (days)	Legislating authority
Levamisole	7	Australia
Nicarbazin Narasin	5	European Commission
Ciprofloxacin	15-19	European Health Law and National Office of Animal Health, UK
Lasalocid Salinomycin Narasin Maduramicin Semduramicin	5	Finnish National Feed Control Programme
Monensin	3	Finnish National Feed Control Programme
Oxytetracycline Sulphadimidine	5	Saudi Arabia
Ampicillin	6	Saudi Arabia

(MUND, 2016).

III.4. Principes de fixation des LMR et du temps d'attente

Selon LEFEUVRE, (2003) La fixation des LMR s'effectue en plusieurs étapes :

- Détermination expérimentale, chez des animaux de laboratoire, de la dose orale la plus élevée qui ne provoque aucun effet défavorable, chez l'espèce la plus sensible, pour chaque type de toxicité évaluée : c'est la dose sans effet toxique (DSE) ;
- Extrapolation à l'homme, par calcul, en appliquant à la DSE un facteur de sécurité (Fs) et en multipliant par le poids moyen d'un homme adulte, fixé par convention à 60 Kg : on obtient la dose journalière acceptable (DJA) totale. La valeur de Fs est généralement de 100 mais peut aller jusqu'à 2000 (en cas d'effets irréversibles, carcinogènes ou tératogènes) ;
- À partir d'une ration alimentaire quotidienne théorique maximale, la LMR est obtenue en divisant la fraction de la DJA totale affectée à un tissu, par la masse de ce tissu, supposée pouvoir être consommée quotidiennement.

Les LMR sont établies par type de denrées (muscle, gras, foie, rein, œuf, lait, miel) et par espèces destinataires (PINAULT, 2000).

Après avoir fixé des LMR, il est possible, à partir des études pharmacocinétiques réalisées avec la formulation du médicament soumise à la demande d'AMM, de déterminer le temps d'attente (LEFEUVRE, 2003).

L'ingestion des tissus et d'organes contenant des résidus d'antibiotiques au dessus des limites maximales résiduelles de sécurité (LMR) indiquées dans le tableau 9

Tab 9 : LMR autorisées pour divers antibiotiques dans les produits avicoles

Antimicrobial agents	Derivatives	MRL ($\mu\text{g Kg}^{-1}$)	Poultry item	Legislating authorities
Sulfonamides	—	100	Tissues, eggs	Council Regulation (EEC), Codex Alimentarius, FAO/WHO and Code of Federal Regulations
	Sulfadiazine	100	Eggs	Codex Alimentarius Commission
	Chloramphenicol	0	Liver, muscles	European Union (EU)
Beta-Lactams	Benzylpenicillin (penicillin G)	50	Kidney, liver	FAO/WHO
Quinolones/ flouroquinolones	Ciprofloxacin + enrofloxacin	200	Liver	
		100	Muscles	European Union
	Flumequine	300	Kidneys	
		50	Skin, fat	
Aminoglycosides	Neomycin	500	Muscles, liver	European Union, Health Canada Veterinary Drugs Directorate, Australia
		5000	Kidney	European Union
	Gentamicin	10000		Health Canada Veterinary Drugs Directorate, Australia
		100–400	Eggs	USA
		100		Holland
		200		Germany
		100–200		France
Tetracyclines	Chlortetracycline	100	Muscles/	European Union, Australia
		200	meat	Health Canada Veterinary Drugs Directorate
		2000		United States Food and Drug Administration (USFDA)
		300	Liver	European Union
		600		Health Canada Veterinary Drugs Directorate
		6000		United States Food and Drug Administration
	Oxytetracycline	100	Kidney	European Union
		1200		Health Canada Veterinary Drugs Directorate
		100	Muscles/	European Union, Australia
		200	meat	Health Canada Veterinary Drugs Directorate
		2000		United States Food and Drug Administration
		100–300	Liver	European Union
	6000		United States Food and Drug Administration	
	600		Health Canada Veterinary Drugs Directorate	
	1200	Kidney	Health Canada Veterinary Drugs Directorate	
	300	Liver	European Union	
	100	Muscles		
	600	Kidney		
	Sipromycin	200	Meat	Codex Alimentarius Commission

(MUND., 2016)

III.5. Le contrôle des résidus

En général, la stratégie de contrôle des résidus est fondée sur une approche en deux étapes : la détection de résidus à l'aide d'essais sensibles avec un faible taux de faux négatifs ; suivi d'une confirmation, exigeant une quantification par rapport à la LMR et une identification avec un faible taux de faux positifs (MENSAH et al., 2014).

III.5.1. Les méthodes de dépistage

Les méthodes de détection sont utilisées en première intention et représentent donc l'étape critique du contrôle (GAUDIN, 2016).

III.5.1.1 Méthodes conventionnelles

III.5.1.1.1. Méthodes microbiologiques

Les méthodes microbiologiques sont basées sur la sensibilité des souches bactériennes à l'action des antibiotiques et sur la spécificité d'action des antibiotiques.

Généralement un milieu gélosé est inoculé avec une bactérie sensible et les résidus d'antimicrobiens vont diffuser dans la gélose, à partir de l'échantillon. L'inhibition de la croissance bactérienne indique la présence de composés antimicrobiens (GAUDIN, 2016).

Les méthodes microbiologiques peuvent être classées en deux catégories selon le même auteur :

- Les méthodes intra-laboratoire sont le plus souvent des méthodes en boîtes, à l'exception d'un test intra-laboratoire en tubes pour le contrôle officiel des antibiotiques dans le lait en France (test d'acidification), qui n'est plus utilisé ;
- Les kits commerciaux sont le plus souvent des tests en ampoules et/ou en microplaques, commercialisés prêts à l'emploi. Un seul germe estensemencé dans le milieu, le plus souvent *Bacillus stearothermophilus*.

En raison de leur faible coût et de leur large spectre, les méthodes d'inhibition microbiennes sont privilégiées pour mettre en place les programmes de surveillance à grande échelle des résidus de médicaments vétérinaires, tels que les plans de surveillance et plans de contrôle (PSPC) des Etats Membres de l'Union Européenne (GAUDIN, 2016).

Toutefois, ces méthodes de dépistage microbiologiques présentent le plus souvent des limites de détection trop élevées par rapport aux LMR pour certaines familles d'antibiotiques. Généralement, la famille des bêta-lactamines est correctement détectée, mais d'autres familles comme les sulfamides sont mal détectées.

D'après REZGUI,(2009) in ZAMOUM,(2019) les méthodes de dépistage microbiologiques englobent plusieurs tests: PremiTest, Méthode STAR 5 boîtes, Delvo® Test, Valio T101®, Test « rénal» et le Test des 4 boîtes.

-Premi®Test

La méthode Premi®Test est une méthode officielle (DGAL SDRRCC/N2006-8240) de détection des antibactériens dans les jus de viande dans de nombreux pays. Elle est très employée pour le bovin, le porc, les volailles (BOUCHER *et al.*, 2009). La sensibilité du Premi®Test, quelle que soit l'espèce concernée, est similaire (ZEGHILET, 2009).

La méthode Premi®Test est normée (certificat AFNOR : DSM-28/1-06/06) (GAUDIN *et al.*, 2006, GAUDIN *et al.*, 2008). Le test consistait à extraire 100 microlitres de jus de viande mis à incuber avec des géloses et un indicateur coloré bleu contenant des *Bacillus*

Stearothermophilus pendant 20 mn. Après rinçage, l'ensemble ainsi qu'un témoin négatif étaient placés à 64°C pendant quelques heures. Un témoin négatif était réalisé à partir de jus de viande de lapin élevé spécifiquement sans antibiotique. Dès que le virage coloré du témoin négatif était fait (la gélose devenait jaune), on pouvait lire l'ensemble à l'aide d'un Premier Scan, afin de s'affranchir des aléas liés à la vision humaine (STEAD et al., 2005).

-Méthode des Boîtes

Le test européen à quatre boîtes (FPT), le test allemand à trois boîtes (TPT), le TPT, tout comme le FPT, détermine la présence d'antimicrobiens dans un échantillon et identifie également le groupe ou la classe d'antimicrobiens spécifiques. L'essai est préparé avec *Bacillus subtilis* comme organisme d'essai à pH 6, 7,2 et 8, d'où le nom TPT. Les plaques de pH 6 détectent notamment les bêta-lactamines et les oxytétracyclines ; pH 7,2 plaques détectent les sulfonamides ; tandis que les aminoglycosides sont détectés par le pH 8. La seule variation par rapport au FPT de l'UE classique est la quatrième boîte, qui contient *Micro coccu*luteus à pH 8 afin de détecter les bêta-lactamines et les macrolides (VIVIENNE, 2019).

La détection de résidus de substances à activité antibactérienne nécessite l'application d'une technique de diffusion en gélose qui comporte (OKOMBE et al., 2017) :

- L'ensemencement, par un microorganisme sensible aux substances à activité antibactérienne, d'un milieu nutritif solide coulé en boîte de pétri ;
- Le dépôt, à la surface du milieuensemencé, d'une rondelle de l'échantillon (muscle, foie) congelée suivi d'une incubation à la température optimale de développement du microorganisme-test. Les substances à activité antibactérienne éventuellement présentes inhibent la croissance du microorganisme-test. Il en résulte la formation d'une zone d'inhibition autour de l'échantillon.

Les méthodes microbiologiques peuvent être classées en deux catégories présentées dans la figure n 4 ci-dessous.

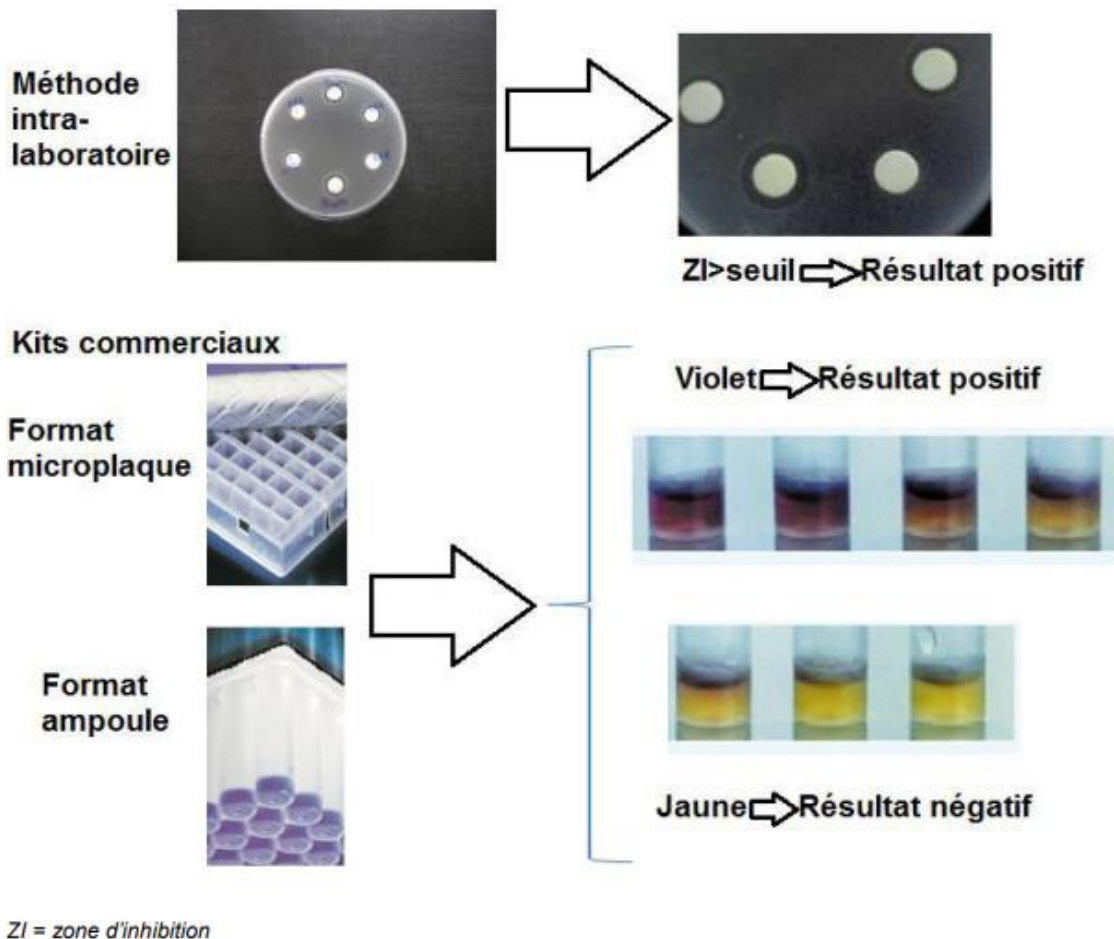


Fig 4 : Les différents types de méthodes microbiologiques et l'interprétation des résultats (GAUDIN, 2016)

III.5.1.2. Méthodes immunologiques

Les techniques immunologiques fonctionnent sur le principe des interactions antigène-anticorps et il est généralement très spécifique et aide à détecter les résidus provenant des animaux producteurs d'aliments. Le test ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) est couramment utilisé et la détection des antimicrobiens est basée sur des réactifs marqués par des enzymes. Le test ELISA s'est révélé très utile pour le dépistage des résidus dans la viande, en particulier pour la tylosine et la tétracycline (FALOWO et AKIMOLADUN., 2020). Le test RIA (Radio ImmunoAssay) est basé sur la mesure de la radioactivité du complexe immunologique (SAMARAJEEWA et coll., 1991) in (SHANKAR et al., 2010). En effet, la spécificité des méthodes immunologiques par rapport aux méthodes microbiologiques, en raison de l'interaction antigène / anticorps est un avantage dans le cas de substances interdites, mais peut être un inconvénient dans le cas de substances à LMR pour laquelle un grand nombre de molécules doivent être détectées. Par exemple,

concernant le dépistage des 4 métabolites de nitrofuranes (AOZ, AMOZ, SEM et AHD), 4 kits ELISA différents doivent être mis en œuvre en parallèle (un kit par métabolite). Une méthode microbiologique est finalement plus rapide et moins coûteuse que la mise en œuvre d'une série de kits ELISA pour détecter toutes les substances autorisées (GAUDIN, 2016).

-Méthode immunoenzymatique (ELISA)

Le principe de base de l'ELISA est de combiner une réaction immunologique antigène-anticorps spécifique avec une réaction catalytique enzymatique et d'afficher la réponse immunitaire primaire avec l'amplification de la réaction enzymatique. Cette méthode peut détecter l'antigène et les anticorps. ELISA présente les avantages de la facilité d'utilisation, de la commodité, d'une grande efficacité, d'une grande spécificité et d'un faible coût de détection et est largement utilisée pour la détection des résidus de médicaments vétérinaires dans les aliments d'origine animale (WANG *et al.*, 2021).

-Radioimmuno essais (RIA)

Le test RIA est basé sur la compétition qui existe entre l'antibiotique marqué par un isotope et ce même antibiotique non marqué présent dans l'échantillon à doser, pour un récepteur bactérien. C'est à dire des bactéries porteuses de sites de liaisons spécifiques vis-à-vis de ces antibiotiques. Une variante du RIA est le RRA (RadioRecepteurAssay) qui recourt à des récepteurs pour la famille d'antibiotiques envisagée au lieu d'anticorps dans le RIA. Les seuls récepteurs d'essais qui sont couramment utilisés pour l'analyse des résidus d'antibiotiques, sont ceux développés par CHARM SCIENCES. Le kit appelé Charm II ReceptorAssays permet de détecter les β lactames, les tétracyclines, les macrolides, les aminoglycosides et le chloramphénicol dans les échantillons de lait, de viandes, dans les œufs et dans les fluides biologiques (ZEGHILET, 2009).

III.5.1.2. Méthodes innovantes : Biocapteurs/Biopuce

Pour dépister les résidus d'antibiotiques dans les aliments d'origine animale, il est important de mettre au point des méthodes d'analyse avec une vaste gamme de détection, une détectabilité suffisante et des capacités de débit d'échantillonnage élevé. Par rapport aux méthodes de dépistage traditionnelles, les biocapteurs présentent des avantages tels que la rapidité, la rentabilité, la portabilité, la bonne sélectivité, la faible limite de détection, la sensibilité élevée et l'analyse en temps réel (CHEN *et al.*, 2017).

Les biocapteurs comprennent essentiellement trois éléments : un élément de reconnaissance biologique, un transducteur et un dispositif d'enregistrement des données.

L'élément de reconnaissance basé sur des biomolécules interagit spécifiquement avec un analyte spécifique, à proximité immédiate d'une certaine forme de transducteur capable de convertir le signal déclenché par l'élément de reconnaissance en signal électrique, thermique ou optique quantifiable (*ibid*).

Dans le transducteur-biosenseur, les variétés courantes et populaires développées pour la détection des résidus d'antibiotiques chez les animaux producteurs d'aliments comprennent les variétés à base de masse, optiques et électrochimiques (FALOWO et AKIMOLADUN., 2020).

- Evidence Investigator

Système Evidence Investigator (Randox, Royaume-Uni) est un système semi-automatisé. Il s'agit du kit microarray II (AM II) capable de détecter plusieurs composés appartenant à différentes familles d'antibiotiques : les quinolones, les tétracyclines le ceftiofur, le thiamphénicol, la streptomycine, la tylosine. Le microarray II est conçu pour les applications de recherche, cliniques, médico-légales et vétérinaires. Les avantages de ce système sont des coûts d'investissement réduits d'où un coût global d'analyse réduit par rapport à la CL-SM/SM, une meilleure sensibilité avec un large spectre de détection (GAUDIN *et al.*, 2016).

- Surface Plasmon Resonance (SPR)

La conception des essais de dépistage des SPR est fondée sur un modèle d'essai d'inhibition par la compétition, dans lequel les anticorps sont utilisés comme élément de reconnaissance biologique. La préparation consiste à injecter une concentration connue d'anticorps spécifiques au médicament, mélangés à l'échantillon sur la puce du capteur de surface avec un dérivé du médicament (pesticide, contaminant) immobilisé dessus (MUNGROO et NEETHIRAJAN., 2014).

En l'absence de résidu antibiotique dans l'échantillon, l'anticorps est capable de se lier à l'antigène immobilisé sur la surface du capteur, ce qui conduit à la valeur maximale dans les unités de réponse du SPR (UR). Si des résidus d'antibiotiques sont présents dans l'échantillon, l'anticorps se lie à l'antibiotique, ce qui inhibe la liaison de l'anticorps au dérivé sur la surface de la puce du capteur et entraîne une valeur UR inférieure. L'augmentation de la concentration du médicament dans l'échantillon entraîne une augmentation du niveau d'inhibition et une diminution de la réponse au SPR, 49 % des 60 % de biocapteurs utilisés pour la détection ou la quantification de résidus antibactériens

ou antimicrobiens dans l'industrie alimentaire fonctionnent selon la technique de la SPR (*ibid*).

III.5.2. Méthodes de confirmation et de quantification

- **Les méthodes physico-chimiques**

Les méthodes biologiques (microbiologiques ou immunologiques) sont largement utilisées en routine pour effectuer un dépistage des antibiotiques dans les échantillons prélevés. La confirmation des échantillons positifs est effectuée au moyen de méthodes analytiques basées sur la chromatographie liquide haute performance associée à des détecteurs de masse (SM).

Les avantages proposés par cette technologie sont nombreux. La préparation des échantillons est simplifiée, ce qui se traduit par des gains de temps d'analyse, mais également par une augmentation de la fiabilité des résultats, applicable à tout type de matrice, qu'elles soient complexes (graisse, muscle, foie, miel, etc.) ou non (LAURENTIE *et al.*, 2002).

- **Méthodes chromatographiques**

La chromatographie est avant tout une méthode physique qui sépare le mélange en utilisant les différences du coefficient de distribution entre les deux phases (phase mobile et phase stationnaire). elle peut être divisée selon deux critères : l'un est l'état de la phase mobile (chromatographie en phase gazeuse, en chromatographie liquide et en chromatographie liquide supercritique) et l'autre ; les formes géométriques de la phase stationnaire (la chromatographie sur colonne, chromatographie sur papier et chromatographie sur couche mince) (PANG *et al.*, 2016).

Les techniques de chromatographie ont été largement développées pour la détermination des antibiotiques, y compris la chromatographie liquide (LC), soit en modes normale ou ultra-haute performance (MOGA *et al.*, 2021).

- **Méthodes spectrométriques**

En tant que systèmes de détection, les détecteurs spectrophotométriques et MS sont les plus utilisés pour la quantification des antibiotiques dans les tissus de viande. la SP est une technique de détection appropriée pour les antibiotiques parce qu'elle offre la spécificité, la sensibilité et la capacité multianalyte (ZHANG *et al.*, 2019). En outre, la SP permet de détecter non seulement les analytes cibles, mais aussi les dérivés, les métabolites et d'autres antibiotiques non prévus (SANTOS et RAMOS., 2016).

Même si le coût des analyses est beaucoup plus élevé, les méthodes de dépistage par CL-SM/SM ont déjà remplacé les méthodes microbiologiques en routine, dans certains états membres européens (GAUDIN, 2016).

Conclusion

Conclusion

Les antibiotiques, outil indispensable dans les élevages à production intensive y compris l'aviculture, peuvent en effet, si leur utilisation n'est pas conduite de manière raisonnable, être une source de nombreux risques pour la santé publique. Notre recherche sur le sujet des résidus d'antibiotiques dans la viande de volaille, nous a permis de constater que l'extension de leur impact sur la santé publique est très large, surtout avec l'augmentation de la consommation parallèlement à un faible degré de sensibilisation sur le danger provenant de la présence de ces résidus. Selon les statistiques actuelles, on pourrait atteindre un avenir dans lequel la médecine humaine sera incapable de faire face aux maladies avec tous les antibiotiques disponibles.

Les organisations internationales de santé ont déjà tiré la sonnette d'alarme, confirmant que notre comportement aujourd'hui signifie un chemin de non-retour, et donc toutes les parties doivent assumer la responsabilité avant qu'il ne soit trop tard.

- le vétérinaire doit sensibiliser les éleveurs en leur inculquant des règles de base importantes entre autre:

- ✓ Mettre fin à l'automédication .
- ✓ Ne pas utiliser les antibiotiques à tort et à travers.
- ✓ Le respect du délais d'attente des antibiotiques.
- ✓ l'utilisation d'alternatives telles que les probiotiques,

-Les autorités concernées pourrait éventuellement instaurer un processus d'application du programme de contrôle des résidus d'antibiotiques dans les denrées d'origine animale par la voie réglementaire depuis le début de la production jusqu'à ce qu'il atteigne le consommateur.

Les références bibliographiques

Les références bibliographiques

- 1-ADAMS J., 1993-Assuring a residue-free food supply milk. J.A.V.M.A, 202 (10),pp1723-1725.
- 2-AHMED F et BEBHAMIDA H.,2019-Détection des résidus d'antibiotiques dans la viande du poulet de chair dans la région de M'sila, Mémoire de Master Académique, Université Mohamed Boudiaf - M'sila, Nutrition et Sciences des Aliments,68p.
- 3-ALAMBEDJI RB., AKAKPO AJ., TEKO-AGBO A, CHANTAGNER B, STEVENS A et GARINEB., 2008-Contrôle des résidus : exemple des antibiotiques dans les aliments au Sénégal. Manuscrit conférence OIE : Législation, enregistrement et contrôle des médicaments vétérinaires en Afrique. Dakar, Sénégal, 25 - 27 mars 2008.11p.
- 4-ALLAOUI N., 2011-Situation actuelle et perspectives de modernisation de la filière avicole en Algérie. Service des Sciences Avicoles, Département Vétérinaire, Université Hadj Lakhdar de Batna, Algérie, p1.
- 5- ALLENE GAO, ACHA PNet SZYFRES B.,2001-Zoonoses and communicable disease common man and animals.P.A.H.O. V.1.1225P
- 6- AMANY M, AHMED et MAISA M, GAREIB.,2016-Detection of SomeAntibioticsResidues in ChickenMeat and ChickenLuncheon.Egypt. J. Chem. Environ. Health, 2 (2),pp 315 -323.
- 7- ANADON A.,1990-Les résidus de substances chimiques dans les aliments d'origine animale en Espagne.Bull. Acad. Vét. de France, 63,pp 245-252.
- 8-BABAK S.,2018-Gestionnaire, Services vétérinaires de vaccins aviaires et additifs médicamenteux pour aliments, Les producteurs de poulet sont fiers d'élever du poulet qui inspire la confiance des Canadiens, p 38.
- 9-BAEZA E et BRILLARD P., 2005-Effet d'une réversion du sexe sur le développement musculaire du poulet. Sixièmes journées de la recherche avicole. Saint Malo, du 30 au 31 Mars 2005, p1.

- 10-BELHADJ M., 2008-Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des viandes blanches commercialisées dans la Wilaya de Bordj Bou Areridj. Mémoire de Magistère, Ecole nationale vétérinaire El Harrach, Alger, p. 7.
- 11- BEN MOHAND CHABHA., 2007-Contribution à l'étude des résidus d'antimicrobiens dans le muscle de poulet de chair, Mémoire de Magistère, École Nationale Supérieure Vétérinaire (Alger) .
- 12-BEYENE T., 2016-Veterinary Drug Residues in Food-animal Products: Its Risk Factors and Potential Effects on Public Health , J Veterinar, Sci, Technol, vol 7 ,pp 1-7.
- 13- BEZOEN A, VAN HAREN W, HANEKAMP J., 1999- Human Health and Antibiotic Growth Promoters (AGPs): Reassessing the Risk. Heidelberg Appeal Nederland studies.
- 14- BIAGUI C., 2002-Utilisation des médicaments vétérinaires en élevages avicoles dans la région de dakar ; qualité de la viande à travers la recherche de résidus de substances à activité antimicrobienne (Antibiotiques), Thèse docteur vétérinaire , Univ Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 153p.
- 15-BIRMANIM, NAWABA, GHANI M, LI G, WU J, LIU W, AN L., 2019-Probiotic Supplementation in Poultry Production as an Alternative to Antibiotic Feed Additive. Anim. Rev., 6, pp5–16.
- 16- BISWAS S, BANERJEE R, DAS A K, MUTHUKUMAR M , NAVEENA BM, BISWAS O et PATRA G., 2019-Antibiotiques in Meat Products and public health importance in the Perspective of Drug Resistance, Indian J. Anim. Hlth, 58(2) , Special Issue, pp 87-104.
- 17-BONNET J., 2014-Utilisation raisonnée des antibiotiques en élevage porcin, démarche d'accompagnement dans sept élevages. Mémoire du doctorat vétérinaire, Faculté de médecine de Créteil, École nationale vétérinaire d'Alfort, p 10.
- 18- BOUCHER S, BOUSQUET E, ARMANGE B, FABRE J., 2009-Utilisation de la méthode Premi-test pour la détection de résidus antibactériens dans la viande de lapins : choix du muscle, étude de l'effet temps/congélation, comparaison des méthodes d'extraction des jus à température ambiante ou après passage au bain-marie. 13èmes Journées de la Recherche Cunicole, La Mans. pp1-4.

- 19-BOUKHALFA L ., 2006-L'aviculture en Algérie. Journées sur la grippe aviaire (Batna les 15-16/03/2006).
- 20-BOUTRID S.,2019-Recherche des résidus de médicaments vétérinaires dans les denrées alimentaires d'origine animale,Thèse Doctorat troisième cycle, Univ Mustapha Benboulaïd -Batna2,117p.
- 21-BRUNEL V, JEHL N, DROUET T L, PORTNEAU M C.,2006-Viandes de volailles. Science et technique. Viande prod. Carnés. V.25.N°1.P18-22.
- 22- CAC.,2016-Commission du Codex Alimentarius. Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires comité du codex sur les additifs alimentaires. Quarante-huitième session. Point 4 a) de l'ordre du jour, Xi'an, Chine, 14, pp 1- 4.
- 23- CAC.,2017-Commission du Codex Alimentarius. Limites Maximales de Résidus (LMR) et recommandations de gestion des risques (RGR) des résidus des médicaments vétérinaires dans les aliments. CAC/MRL 2-2017, Mises à jour à la quarantième session de la Commission du Codex Alimentarius, pp 1- 48.
- 24-CERNIGLIA C et KOTARSKI S., 1999-Evaluation of veterinary drug residues in food for their potential to affect human intestinal microflora. Regulatory Toxicology and Pharmacology,pp 238-261.
- 25-CHAPMAN H D, JEFFERS T K.,2014-Vaccination of Chickens Against Coccidiosis Ameliorates Drug Resistance in Commercial Poultry Production, International Journal of Parasitology: Drugs and Drug Resistance, 4,pp 214–217.
- 26-CHATAIGNER B et STEVENS A., 2004-Investigation sur la présence de résidus d'antibiotiques dans les viandes commercialisées à Dakar.
- 27- CHEVALIER P, PH D.,2012-L'usage des substances antimicrobiennes en production animale : position des experts et des gouvernements,Revue des connaissances scientifiques,75p.
- 28-CHOUGUI N., 2015-Technologie et qualité des viandes, p39.
- 29-CORNEJO J , POKRANT E , FIGUEROA F , RIQUELME R , GALDAMES P , DIPILLO F , JIMENEZ-BLUHM P et HAMILTON-WEST C.,2020-

Assessing Antibiotic Residues in Poultry Eggs from Backyard Production Systems in Chile, First Approach to a Non-Addressed Issue in Farm Animals. *Animals*, pp1-11.

30-CRAWFORD L. M., 1985-L'impact des résidus sur les denrées alimentaires d'origine animale et sur la santé humaine, *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz*, 4 (4), pp 687-704.

31- CUQ J., 2008- Microbiologie alimentaire. Chapitre les agents antimicrobiens, p126.

32-Dayan A. D., 1993-Allergy to antimicrobial residues in food: Assessment of the risk to man, *Veterinary Microbiology*; 35(34), pp213-326.

33-DEBUT M., BERRI C., BAÉZA E., SELIER N., ARNOULD C., GUÉMÉNÉ D., JEHL N., BOUTEN B., JÉGO Y., BEAUMONT C. et BIHAN-DUVAL E., 2003-Variation of chicken technological meat quality in relation with genotype and stress pre-slaughter conditions. *Poult. Sci.*, 82, pp1829-1838.

34-DE SMET S., 2014-La santé intestinales sans antibiotiques , III eme Symposium de la recherche avicole 20-21 Octobre 2014 Batna-Algérie. 62p

35- DE VOS S, MAERVOET J, SCHEPENS P et DE SCHRIJVER R., 2003-Poly chlorinated biphenyls in broiler diets: their digestibility and incorporation in body tissues. *Chemosphere* 51, pp7-11.

36-DEMAN C., 2016-Perspectives de marché et compétitivité des filières avicoles mondiales et européennes. 16ème Journée Productions porcines et avicoles. ITAVI, p 92-98.

37-DHAMA K et SINGH S D., 2010-Probiotics improving poultry health and production: an overview. *Poultry Punch*, 26(3), p 41.

38-DHAMA K, VERMA V, SAWANT P, TIWARI R, VAIDRET CHAUHAN R., 2011-Applications of Probiotics in Poultry: Enhancing Immunity and Beneficial Effects on Production Performances and Health - A Review, *Journal of Immunology and Immunopathology*. Vol.13, No.1, pp1-19.

39-DINH Q, TUC M., 2012-Transferts et comportements d'antibiotiques à l'échelle du bassin versant élémentaire. Thèse de doctorat de l'école pratique des hautes études. Université Pierre et Marie Curie, Paris, p 28.

- 40-DONOGHUE D J., 2003-Antibiotic residues in poultry tissues and eggs: Human Health Concerns, *Poultry Science*, 82(4),pp 618-621.
- 41-DOGNON S, DOUNY C , SALIFOU C , AHOUNOU G ,DOUGNON J , SESSOU P , ABDOU KARIM A , ABDOU KARIM I, SCIPPO M.,2018-Qualité des antibiotiques vétérinaires utilisés en Afrique de l'Ouest et méthodes de détection de leurs résidus dans les denrées alimentaires, *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol 36, Issue 2, pp 5858-5877.
- 42-DUSSER P.,2005-La réorganisation des échanges internationaux de produits agricoles, page 2-7. Quelles perspectives pour l'agriculture européenne.
- 43-DUVAL. J, SOUSSY CJ .,1990-Antibiothérapie (4^{ème} édition),p 3-58.
- 44-ELKHAOUI F.,2009-Dépistage des Residus d'Antibiotiques et développement d'un "Nouveau Kit",Master Professionnel, L'Institut Supérieur de Biologie Appliquée de Médenine.75p.
- 45-EPAULARD O. , 2015-Les allergies aux anti-infectieux. Cours des maladies infectieuses du CHU de Grenoble, Université Joseph Fourier.<http://www.infectiologie.com/>.
- 46-ERRECALD J., 2007-Uso de antimicrobianos en animales de consumo. Incidencia del desarrollo de resistencias en salud pública. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata. Argentina, p : 9.
- 47- FABRE J M, PETIT C et BOSQUET G.,2006-Comprendre et prévenir Les risques de résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires d'origine animale. Edition Lavoisier, p4.
- 48- FALOWO A et AKIMOLADUN O.,2020-Veterinary Drug Residues in Meat and Meat Products: Occurrence, Detection and Implications , *Veterinary Medicine and Pharmaceuticals*,pp53-70.
- 49- FAO/WHO.,2018-Maximum residue limits (MRLs) and risk management recommendations (RMRs) for residues of veterinary drugs in foods. *Codex Alimentarius : International Food Standards*, 2, pp2–26.
- 50-FAVIER JC, IRELAND-RIPPERT J, TOQUE C. et FEINBERG M., 1995-Répertoire général des aliments. Ed. TEC & Doc-Inra, Paris, France, p.270.

- 51-FELIACHI K., 2003-Rapport national sur les recourses génétiques animales. Algérie. Commission nationale,p 18-19.
- 52-FERRAH A.,2005-Aide public et développement de l'élevage en Algérie.Contribution à une analyse d'impact (2000-2005), p 7.
- 53-FISCUS-MOUGEL F.,1993-Les résidus d'antibiotiques à usage vétérinaire dans le lait et la viande ,Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université Claude Bernard, Lyon, n°53, 84p.
- 54- FRERES D, VALDEBOUZEF P, DELORT-LAVAL J avec la collaboration technique de BALLAND F ET BERGON E.,1971-Recherche de résidus à activité antibiotique dans les tissus animaux II, Enquête sur les viandes du commerce,Bull. Acad. Vét, Tome XLIV.pp 124-134.
- 55-GANDMER G., 1997-Lipide du muscle et qualité de la viande. Phospholipides et flaveur, 4(1): 19.
- 56- GAUDIN V.,2016-Caractérisation de la performance et validation des méthodes de dépistage des résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires. Sciences agricoles. Université Rennes 1, Français,262p.
- 57- GAUDIN V, FABRE J, RAULT A.,2006-Validation AFNOR des méthodes alternatives d'analyse -Application à la détection des résidus d'antibiotiques et autres molécules à effet antibactérien dans les produits agroalimentaires Rapport d'étude préliminaire pour la validation AFNOR du Premi Test® .
- 58-GAUDIN V, JUHEL-GAUGIN M, MORETAIN J, SANDERS P., 2008-AFNOR validation of PremiTest, microbiological-based screening tube-test for the detection of antimicrobialresidues in animal muscle tissue.Food Additives and Contaminants, Vol. 25, No. 12.pp1451-1464.
- 59-GAUTHIER E.,2006-Les antibiotiques : l'envers du miracle, page 1-3.
- 60-GIRARD JP., 1988-Technologie de la viande et produits carnés. Ed. INRA, APRIA et Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, pp 9-15.
- 61- GNAMEY A, GAMBOGOU B ,MENSAH R, DIABANGOUYA D ,KANGNI-DOSSOU M, AMEYAPOH Y.,2020-Impact of AntibioticsResidues on Food MicrobiologicalQuality in Togo: Cases of ChickenMeat and Eggs,pp1-13.

- 62-GOGNY M, PUYT JD, PELLERIN JL.,2001-Classification des principes actifs. L'arsenal thérapeutique vétérinaire, page165-168.Editions le point vétérinaire .
- 63-GOUASMIA R et HECHACHENIA M.,2015-Usage des antibiotiques en élevage et risque sur la santé humaine, Mémoire de Master,Univ 8 Mai 1945 Guelma, Faculte des science de la Nature et de la Vie Sciences de la Terre et de l'Univers,84p.
- 64-GUELLATI B et SALHI F.,2017-Enquete sur l'utilisation des probiotiques en Elevages avicoles dans les Regions de medea et TiziOuzou ,Projet de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de Docteur Vétérinaire,Université Saad Dahlab-Blida 1,88p.
- 65-GUERIN JL, DOMONIQUE B, DIDIER V.,2011-Maladies des volailles : Maladies parasitaires. 3 éd France Agricole, Agriproduction. Paris, 416p.
- 66- GUILLEMOT D.,2006-Usages vétérinaires des antibiotiques, résistance bactérienne et conséquences pour la santé humaine, page 10-214.
- 67-GYSI M., 2006-Antibiotiques utilisés en production laitière en 2003 et 2004. Suisse Agric. 38 (4),pp 215-220.
- 68-HADEF L.,2009-Optimisation des parametres de detection et de quantification par chromatographie liquide haute performance (HPLC) residus d'antibiotiques dans la Viande ,Mémoirede Magister en médecine Vétérinaire.UniversiteMentouri de Constantine ,146p.
- 69-HAGHIGHI H, GON J,GYLES C, HAYES M, SANEI B, PARVIZI P,GISAVI H, CHAMBERS J, SHARIF S.,2005-Modulation of antibody-mediated immune response by probiotics in chickens. Clin.Diagn. Lab. Immunol., 12,pp 1387-1392.
- 70-HAKEM A, TITOUCHE Y, HOUALI K, YABRIR B, MALKI O,CHENOUF N, YAHIAOUI S,LABIAD M, GHENIM H,KECHIH-BOUNAR S, CHIRILA F,LAPUSAN Aet FIT NI.,2013-Screening of Antibiotics Residues in Poultry Meat by Microbiological Methods.Bulletin UASVM, VeterinaryMedicine, 70(1),pp 77-82.
- 71-HASSAN M A ,HEIKAL G I , GAD – GHADA A.,2014-Determenation of some antibacterial residues in chikengiblets.Benha veterinary medical journal, VOL. 26, NO. 2,pp213-218.

- 72- HERHOLZ C.,2006-Les principales maladies de la poule. Magazine de l'O.V.F. 22p
- 73-HESHMATI A,SALARAMOLI J,KAMKAR A, HASSAN J ET JAHED G.,2014- Experimental study of the effects of cooking methods on tilmicosin residues in chicken. J. Vet. Res., 69,pp283-290.
- 74-HIND E,ADIL S, EL-RADE S.,2014-Screening of Antibiotic Residues in Poultry Liver, Kidney and Muscle in Khartoum State, Sudan.Journal of Applied and Industrial Sciences, 2(3), pp116–122.
- 75- HUSSEIN M , AHMED M etMORSHEDY A.,2016-Effect of cooking methods on some antibiotic residues in chicken meat,Japanese Journal of Veterinary Research 64(Supplement 2),pp225-231.
- 76- JACQUEMIN F.,2006-Viandes : Après les hormones, les antibiotiques.
- 77-KABIR J,UMOH V, AUDU-OKOH E, UMOH J, KWAGAJ.,2004-Veterinary Drug Use in Poultry Farms and Determination of Antimicrobial Drug Residues in Commercial Eggs and Slaughtered Chicken in Kaduna State, Nigeria. Food Control, 15,pp 99–105.
- 78-KABIR S.,2009-The Role of Probiotics in the Poultry Industry :review,Int. J. Mol. Sci.(10),pp3531-3546.
- 79-KABIR S, RAHMAN MM, RAHMAN MB, RAHMAN M, AHMED SU., 2004-The dynamics of probiotics on growth performance and immune response in broilers. Int. J. Poult. Sci, 3,pp 361-364.
- 80-KABIR S.,2003-The Dynamics of Probiotics in Enhancing Poultry Meat Production and Quality. Department Of Microbiology and Hygiene, Faculty of Veterinary Science, Bangladesh Agricultural University, MS.in Vet Public Health & Food Hygiene.pp1-142.
- 81-KABIR S, RAHMAN MM, RAHMAN M B.,2005-Potential of probiotics in promoting microbiological meat quality of broilers. J. Bangladesh Soc. Agric. Sci. Technol., 2, pp93-96.

- 82-KADJA F et BADAOUI A.,2020-Enquete sur l'utiltsation des Antibiotiques en Elevages A viaires et la Consomation de la Viande blanche par les familles Bordjiennes, Mémoire de Master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi - B.B.A,66p.
- 83- KECHIH-BOUNAR S.,2011-Standardisation de l'antibiogramme à l'échel national. Médecine humaine et vétérinaire. Ed.6.Document édité avec la collaboration de l'OMS. P133-134-135.
- 84-KHATTAB WO, ELDEREA HB, SALEM E Get GOMAA NF., 2010-Transmission of Administered Amoxicillin Drug Residues from Laying Chicken to their Commercial Eggs, Egypt Public Health Assoc, 85 (5-6),pp 297-316.
- 85- KIRKPATRICK D .,2002-L'utilisation au Canada d'antimicrobiens chez les animaux destinés à l'alimentation : les conséquences pour la résistance et la santé humaine, pp17-229.
- 86-KOENEN M E, KRAMER J, VAN DER HULST R, HERES L, JEURISSEN S etBOERSMA W.,2004-Immunomodulation by Probioticlactobacilli in layer and meat-type chickens. Br. Poult. Sci., 45,pp355–366.
- 87-KRYSIAK K ,KONKOL D,KORCZY ŃSKI M., 2021-Overview of the Use of Probiotics in Poultry Production. Animal,11,1620,pp1-24.
- 88-LARBIER M et LECLERCQ B.,1992-Nutrition et alimentation des volailles. Ed. INRA, Paris, p335.
- 89-LASSAUT B,SAUVAGEOT Fet Touraille C.,1984-Sci. Aliments, pp 33-42.
- 90- LAURENTIE M ,CREFF-FROGER C, GAUDIN V.,2002-Surveillance des résidus d'antibiotiques. Apport des méthodes de spectrométrie de masse à l'identification des contaminants, Bull. Acad. Vét. de France, J 55,PP 283-294.
- 91-LECHAT P.,2006-Cours de pharmacologie 2005-2006,Chimiothérapieantiinfectieuse. Institut de Pharmacologie et Toxicologie, pp 3-46.
- 92- LEE M, LEE H etRYU P.,2001-Public Health Risks: Chemical and Antibiotic Residues :Review,Asian-Aust, J. Anim. Sci. Vol 14, No. 3,pp 402-413.

- 93- LEFEUVRE C.,2003- la gestion des risques sanitaire induits par le médicament vétérinaire :place de la traçabilité. Mémoire de l'École Nationale de la Santé Publique,53p.
- 94-LODDI M ,GONZALEZ E, TAKITA T, MENDES A, ROCA R.,2000-Effect of the use of probiotic and antibiotic on the performance, yield and carcass quality of broilers. Rev. Bras. Zootec,pp1124-1131.
- 95-LOPETZ S.,2007-Les viandes de boucherie, page 26.
- 96-MAHAJAN P,SAHOO J, PANDA P.,2000-Effect of probiotic (Lacto-Sacc) feeding, packaging methods and season on the Microbial and Organoleptic qualities of Chicken meat balls during Refrigerated Storage. J. Food Sci. Technol. Mysore, 37,pp 67-71.
- 97-MARIE BP.,2008-Étude de l'influence du nettoyage et de la désinfection et des procédés d'abattage en abattoir de volaille sue le niveau de résistance aux antibiotiques des campylobacters. Thèse de doctorat. Université de Rennes (France),p76.
- 98-MARIECLAIRE F.,2013-Bien-etre et santé, nutrition, Le poulet, une viande blanche riche en vitamines.
- 99-MARSHALL B et LEVY S B.,2011-Food Animals and Antimicrobials: Impacts on Human Health, Clinical Microbiology Reviews, 24(4),pp 718–733.
- 100-MARY A., 1998-Convention 2471/2 entre la Région wallonne et la Faculté. Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux - Unité de Technologie des Industries Agro-alimentaires, p 63.
- 101-MENSAH S, KOUDANDE O, SANDERS P , LAURENTIE M , MENSAH G et ABIOLAF A .,2014-Résidus d'antibiotiques et denrées d'origine animale en Afrique : risques de santépublique.Rev. sci. tech. Off. int. Epiz, 33 (3),pp 975-986.
- 102- MEVIUS DJ, RUTTER JM, HART CA , IMBERECHTS H,KEMPF G, LAFONT JP,LUTHMAN J, MORENO MA,PANTOSTI A, POHL P et WILLADSEN CM .,1999-Antibiotic resistance in the European Union associated with therapeutic use of veterinary medicines. Ed. Le point veterinaries, Report and qualitative risk assessment by the committee for veterinary medicinal products, pp1-57.

- 103 -MIALOT M.,2008-Unenouvellefilièreaidéeviale‘CAP’-Contratd’AppuiauxProjets- «filière viande blanche » :Marie-Madeleine MIALOT signe la convention d’application, page 2.
- 104-MILHAUD G.,1985-Les résidus de chloramphénicol et leur toxicité , Ann Rech Ver., 16 (2). pp133-148.
- 105- MILHAUD G, PINAULT L.,1999-Législation de la pharmacie vétérinaire. Editions le point vétérinaire. Chapitre III : évaluation des médicaments vétérinaires : Autorisation de Mise sur le Marché (AMM), limites maximales de résidus (LMR), pp 25-40.
- 106- MUND M, KHAN U, TAHIR U,MUSTAFA B et FAYYAZ A.,2017-Antimicrobialdrugresidues in poultry products and implications on public health: A review, International Journal of Food Properties, 20:7,pp 1433-1446.
- 107-MUNGROO NA et NEETHIRAJAN S.,2014-Biosensors for the Detection of Antibiotics in Poultry Industry—A Review,Biosensors, 4,pp 472-493.
- 108-MOGA A ,VERGARA-BARBERÁN M , LERMA-GARCÍA M J, CARRASCO-CORREA E J,HERRERO-MARTÍNEZ J M, SIMÓ-ALFONSO E F.,2021-Determination of antibiotics in meatsamplesusinganalyticalmethodologies: A review. Compr,Rev Food Sci Food Saf,20,pp1681–1716.
- 109-MORIN R, UHLAND C, LEVESQUE G.,2005-L’utilisation des antibiotiques en pisciculture au Québec,.L’’AQUIICOLE Vol.9 no3. p 6.
- 110- MUNGROO N et NEETHIRAJAN S.,2014 , Biosensors for the Detection of Antibiotics in PoultryIndustry—A Review, Biosensors, 4,pp 472-493.
- 111-NDIAYE ML.,2002- Contribution à l’étude de la contamination microbiologique de la viande de volailles, MémoiredeDEUA, Faculté des sciences et techniques institut de technologie nucléaire appliquée I.T.N.A. Université CheikhAntaDiop de Dakar. pp2-4.
- 112-NISHA AR.,2008-AntibioticResidues—A Global HealthHazard,Veterinary World, 1(12), pp375–377.

113- OUALI A.,1991-Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande." INRA Productions animales 4(3): 195-208.

114-OKOMBE, LUBOYA W, LUBOYA R , NZUZI M , PONGOMBO S.,2016-Détection des résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires d'origine bovine et aviaire commercialisées à Lubumbashi (RD Congo),Journal of Applied Biosciences,pp9763 – 9770 .

115- OKOMBE E, LUBOYA L ,NZUZI M, PONGOMBO S .,2017-Détection des résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires d'origine animale commercialisées à Lumbumbashi en république démocratique du Congo, Agronomie Africaine 29 (3),pp 207 – 216.

116-OXOBY M.,2002-Etudes sur la synthèse totale des antibiotiques naturels de la famille des angucyclinones. Thèse de docteur en chimie organique de l'université Bordeaux I, Ecole doctorale des sciences chimiques, pp 3-12.

117- PANG B, ZHU Y, LU L, GU F et CHEN H.,2016-The Applications and Features of LiquidChromatography-Mass Spectrometry in the Analysis of TraditionalChineseMedicine, HindawiPublishing Corporation Evidence-BasedComplementary and Alternative Medicine Volume 2016, Article ID 3837270, 7 pages.

118- PARKS O W et DOERR R C., 1986-Liquid chromatographic determination of zoalene and its metabolites in chicken tissues with electrochemical detection.J. AOAC 69,pp70–7.

119-PE (Parlement Européen) et CE (Conseil Européen).,2009-Règlement (CE) N° 470/2009 du Parlement Européen et du Conseil du 6 mai 2009 établissant des procédures communautaires pour la fixation des limites de résidus des substances pharmacologiquement actives dans les aliments d'origine animale, abrogeant le règlement (CEE) no 2377/90 du Conseil et modifiant la directive 2001/82/CE du Parlement européen et du Conseil et le règlement (CE) N° 726/2004 du Parlement européen et du Conseil. Journal Officiel de la Commission Européenne L152, pp 11-22.

- 120-PÉREZ-RODRÍGUEZ F et MERCANOGLU-TABAN B .,2019-A State-of-Art Review on Multi-Drug Resistant Pathogens in Foods of Animal Origin: Risk Factors and Mitigation Strategies,REV. Front. Microbiol. 10:2091,pp1-7.
- 121-PIĄTKOWSKA M, JEDZINIAK P,ŻMUDZKI J.,2012-Residues of Veterinary Medicinal Products and Coccidiostats in Eggs: Causes, Control and Results of Surveillance Program in Poland,Polish Journal of Veterinary Sciences, 15 (4),pp 803–812.
- 122- PIERRE C.,2011-les antibiotique en production animale : les facteur de croissance, Institut national de santé publique du Québec
- 123-PINAULT L.,2000-Législation de la pharmacie vétérinaire,ENV Nantes,116p.
- 124- PUTERFLAM J,BOUVARAL I,RAGOT O et DROUET M.,2007-Contamination des élevages de poulet de chair par campylobacter: quels moyens de maitrise ? Septicémie. Journée de la recherche avicole 28 et 29 mars. Tours (France).
- 125-PUYT JD, GUERIN-FAUBLEE V.,2006- Médicament anti-infectieux en médecine vétérinaire. Bases de l'antibiothérapie. Edition 2006,p 1-27.
- 126-RABOT C, GANDEMER G, JUIN H, MEYNIER A et LESSIR M.,1999-Importance relative de la souche, de l'aliment et de l'âge sur les caractéristiques lipidiques et sensorielles des muscles chez le poulet. 3èmes journées de la Recherche Avicole, Saint-Malo, Paris, pp 447-450.
- 127-RAMDANE M .,2015-Etudes qualitatives et quantitatives des résidus d'antibiotiques dans la viande de volaille et les œufs dans la région de la Mitidja. Utilisation desprobiotiques comme alternative,Thèse de doctorat,Univ Mouloud Mammeri Tizi Ouzo.159p
- 128-RANA M, LEE S ,KANG H ,HUR S.,2019-ReducingVeterinary Drug Residues in Animal Products: A Review,Food Sci. Anim. Resour, 39(5),pp687-703.
- 129- REYES-HERRERAI, SCHNEIDER M J, COLE K, FARNELL M B , BLORE P J et DONOGHUE D J.,2005-Concentrations of Antibiotic Residues Vary between Different Edible Muscle Tissues in Poultry.Journal of Food Protection, Vol. 68, No. 10, pp 2217–2219.

- 130-SALIFOU C F A, YOUSAO A K I, AHOUNOU G S, TOUGAN P U, FAROUGOU S, MENSAH G A et CLINQUART A.,2013-Critères d'appréciation et facteurs de variation des caractéristiques de la carcasse et de qualité de la viande bovine. *Ann. Med. Vet.*, 157, pp 27-42.
- 131-SAH S N, KATWAL J ,GHIMIRE A, SAH R K , SAH P K.,2021-Detection of AntibioticResidues in BroilerChickenMeatSold in Dharan Sub-metropolitan City, Nepal. *Discovery*, 57(303), pp305-311.
- 132- SANTOS Let RAMOS F.,2016- Analyticalstrategies for the detection and quantification of antibioticresidues in aquaculture fishes: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 52, pp16–30.
- 133-SARKER YA, HASAN MM, PAUL TK, RASHID SZ, ALAM MN, SIKDER MH.,2018-Screening of antibioticresidues in chicken meat in Bangladesh by thin layer chromatography,*Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 5(2),pp140-145.
- 134-SAUVEUR B.,1997-les critères et les facteurs. Ed. INRA Prod. Anim., 10(3),pp 219-226.
- 135- SCIPPO M L .,2008-Technologie, sécurité et qualité des aliments introduction à la qualité et la sécurité des aliments : aspects chimiques. *Contrôle des résidus et des médicaments vétérinaires*, Université de Liège, faculté de médecine vétérinaire. page 2-36.
- 136-SHANKAR B, MANJUNATHA-PRABHU B, CHANDAN S, RANJITH D et SHIVAKUMAR V., 2010-Rapidmethods for detection of Veterinary Drug residues in Meat, *Veterinary World Vol.3(5)*.pp241-246.
- 137-SINGH S ,SHUKLA S ,TANDIA N ,KUMAR N et PALIWAL R.,2014-Antibiotique residues: A Global Challenge ,*Pharma Science Monitor* 5(3),pp184-197.
- 138- STEAD S, RICHMOND S, SHARMAN M,STARK J. GEIJP E., 2005-A new approach for detection of antimicrobialdrugs in foodPremi@Test couples to scannertechnology. *AnalyticaChimica Acta*, 529, pp83-88.
- 139-STOLTZ R.,2008-Les résidus d'antibiotiques dans les denrées d'origine animale : évaluation et maitrise de ce danger,*UniversitéClaude-Bernard,Lyon(France)*,152p.

- 140-TOUTAIN PL., 2007-Le médicament vétérinaire et le médicament humain : similitudes, différences et enjeux de santé publique. Congrès de physiologie, pharmacologie et thérapeutique, Toulouse, du 11 au 13 avril 2007, ENVT-INRA, p 59.
- 141-TALBERT M,WILLOQUET G et GERVAIS R.,2009-Pharmacologie clinique le guide. Ed. le moniteur, Paris, pp 654-665.
- 142-TESSERAUD S, BOUVAREL I, FRAYSSE P, METAYER COUSTARD S, COLLIN A, LESSIRE M et BERRI C., 2014-Optimiser la composition corporelle et la qualité des viandes de volailles en modulant le métabolisme par les acides aminés alimentaires. INRA Prod. Anim., 27, pp 337-346.
- 143-TOURAILLE C, LASSAUT B et SAUVAGEO L., 1981-Viandes Prod. Carnés, 6 (2),pp 67-72.
- 144-VISHNURAJM, KANDEEPAN G ,RAO K ,CHAND S etKUMBHAR V.,2016-Occurrence, public health hazards and detection methods of antibiotic residues in foods of animal origin: A comprehensive review,Cogent Food & Agriculture,pp1-8.
- 145-VIVIENNE EE.,2018-Screening of antimicrobialresidues in poultrymeat in Enugu metropolis, Enugu State, South East Nigeria,VeterinariaItaliana, 55 (2), pp 143-148.
- 146-VUUREN MV.,2001-Résistance aux Antibiotiques,notament en Aviculture,Conf. OIE, pp123-134.
- 147- WANG B, XIE K, LEE K., 2021-Veterinary Drug Residues in Animal-DerivedFoods: SamplePreparation and AnalyticalMethods. Foods,pp1-32.
- 148-WHO .,1984-Report of the WHO Consultation on Veterinary Public Health Aspects of Prevention and Control of Campylobacter Infections. Moscow VPH/CDD/FOS.
- 149-ZAMOUM R.,2019-Évaluation des teneurs d'antibiotiques dans la chair de poulet de la région centre : contribution au projet algérien de surveillance des résidus et contaminants dans l'aliment <<PASCRA>> ,thèse de Doctorat, faculté de médecine d'Alger,327p.
- 150-ZEGHILET N.,2009-Optimisation des paramètres de détection et de quantification des résidus d'antibiotiques dans la viande blanche par chromatographie

liquide haute performance(HPLC),Mémoire de Magister en médecine Vét,Univ Mentouri de Constantine, Faculte des sciences,181p.

151-ZHANG A, LEE B, LEE S ,LEE K, AN G, SONG K, LEE C.,2005-Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality, and ilealmucosa development of broilerchicks. *Poult. Sci.*, 84, pp 1015-1021.

152- ZHANG Y, LI XQ, LI HM, ZHANG QH , GAO Y, etLI X J.,2019-Antibioticresidues in honey: A review on analyticalmethods by liquidchromatography tandem mass spectrometry. *Traq - Trends in AnalyticalChemistry*, 110,pp 344–356.

- 1- Anonyme1 :<https://www.paysan-breton.fr/2018/10/algerie-evolution-record-de-la-production-de-viande-blanche/>. La dernière consultation 29/09/2021.
- 2- Anonyme2 :<https://www.hybridturkeys.com/>. la dernière consultation 02/10/2021.
- 3- Anonyme3 :<https://www.3trois3.com/>. La dernière consultation 02/10/2021.

Résumé

Absract

Through our research on the issue of antibiotic residues in poultry meat, we found that the extension of their impact on public health is very wide, especially in developing countries, where the great demand for them is matched by a low degree of awareness regarding the danger of the presence of these residues, starting from allergies and poisoning to the most thorny issue in the world. This regard is the resistance against antibiotics, which we are heading towards at an accelerating pace through the wrong and irrational dealing with antibiotics. According to current statistics, we may reach a future in which human medicine is unable to confront diseases with all available antibiotics. International health organizations have already sounded the alarm, meaning that our behavior today means a path of no return, and therefore all parties must assume responsibility before it is too late and resort to prudence in the use and respect of the standards referred to in the medicine packages and laboratories directives, that the veterinarian be keen to raise awareness and sensitize Breeders are at risk of neglect and leniency in treatment, the use of alternatives such as probiotics, careful monitoring of animal products from the beginning of production until it reaches the consumer, and calibration of the percentage of residues in them using modern and recommended methods, so that the product reaches the consumer while it is safe and healthy, and the poultry industry is on an equal footing between production and safety.

Keywords : *residues ,antibiotics,poultry,impacts.*

Résumé

Grâce à nos recherches sur la question des résidus d'antibiotiques dans la viande de volaille, nous avons constaté que l'extension de leur impact sur la santé publique est très large, en particulier dans les pays en développement, où la forte demande pour eux est compensée par un faible degré de sensibilisation sur le danger de la présence de ces résidus, depuis les allergies et les intoxications jusqu'au problème le plus épineux au monde. Il s'agit de la résistance aux antibiotiques, vers laquelle nous nous dirigeons à un rythme accéléré par un traitement erroné et irrationnel des antibiotiques. Selon les statistiques actuelles, nous pourrions atteindre un avenir dans lequel la médecine humaine sera incapable de faire face aux maladies avec tous les antibiotiques disponibles. Les organisations internationales de santé ont déjà tiré la sonnette d'alarme, ce qui signifie que notre comportement aujourd'hui signifie un chemin de non-retour, et donc toutes les parties doivent assumer

leurs responsabilités avant qu'il ne soit trop tard et recourir à la prudence dans l'utilisation et le respect des normes auxquelles se réfère le médicament. paquets et directives des laboratoires, que le vétérinaire a à cœur de sensibiliser et de sensibiliser Les éleveurs sont à risque de négligence et de clémence dans le traitement, l'utilisation d'alternatives comme les probiotiques, un suivi attentif des produits animaux depuis le début de la production jusqu'à ce qu'il atteigne le consommateur, et l'étalonnage du pourcentage de résidus qu'ils contiennent à l'aide de méthodes modernes et recommandées, afin que le produit atteigne le consommateur alors qu'il est sûr et sain, et que l'industrie avicole soit sur un pied d'égalité entre la production et la sécurité

Mots clé : *résidus ,antibiotiques ,volailles, impacts.*

ملخص :

من خلال بحثنا في موضوع بقايا المضادات الحيوية في لحوم الدواجن تبين لنا أن امتداد تأثيرها على الصحة العمومية واسع جدا وخاصة في الدول النامية حيث أن الإقبال الكبير عليها تقابله درجة وعي منخفضة بخصوص خطر وجود هذه البقايا انطلاقا ، من الحساسية والتسمم ووصولاً إلى أكثر مسألة شائكة في هذا الصدد المقاومة ضد المضادات الحيوية التي نتجه إليها بخطى متسارعة من خلال التعامل الخاطئ وغير الرشيد مع المضادات الحيوية وقد نصل حسب الإحصائيات الحالية إلى مستقبل يعجز فيه الطب البشري عن مواجهة الأمراض بكل المضادات الحيوية المتوفرة. المنظمات الصحية الدولية دقت ناقوس الخطر بالفعل أي أن سلوكنا اليوم يعني طريقاً لا عودة فيه وعليه يجب تحمل المسؤولية قبل فوات الأوان من قبل كافة الأطراف واللجوء إلى التعقل في استخدام واحترام المعايير المشار إليها في علب الأدوية وتوجيهات المخابر، أن يكون البيطري حريصاً على توعية و تحسيس المربين بخطر الإهمال و التساهل في العلاج، الاستعانة بالبدايل المطروحة كالبروبيوتيك، المراقبة الدقيقة للمنتجات الحيوانية منذ بداية الإنتاج إلى غاية وصوله إلى المستهلك ومعايرة نسبة البقايا فيها بالطرق الحديثة والموصي بها ليصل المنتج إلى المستهلك وهو آمن وصحي وتكون صناعة الدواجن على قدم المساواة بين الإنتاج والسلامة.

الكلمات المفتاحية : بقايا ، مضادات حيوية ، دواجن ، تأثيرات .