

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
*Université MOULOUD MAMMARI de Tizi-Ouzou*  
*Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques*  
*Département d'Agronomie*



## ***Mémoire de fin d'études***

*En vue de l'obtention du diplôme de Master en*  
*Sciences alimentaires*  
*Option : Sécurité agro-alimentaire et assurance qualité*

## ***Thème***

*Résidus d'antibiotiques dans la viande du poulet de chair*

**Réalisé par :**

M<sup>r</sup> DJEMLI Samir

M<sup>elle</sup> FADEL Dihia

**Soutenu devant le jury compose de:**

**Président :** Mr AMIR Youcef

Professeur

**Promoteur :** Mr BENGANA Mohamed

Maitre de conférences B

**Examineur:** Mr AMROUCHE Tahar

Professeur

**Promotion : 2020-2021**

## *Remerciements*

*Au terme de ce travail, je remercie Dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté et la puissance pour terminer ce présent travail. Je tiens à exprimer nos vifs remerciements à **Mr.BENGANA Mohamed**, pour nous avoir honorés en acceptant de diriger ce travail.*

*Nos remerciements aux membres de jury de nous avoir honoré par leurs présence, à :*

*Monsieur le président Professeur **AMIR.Y** à UMMTO*

*d'avoir accepté présidé le jury,*

*Professeur **AMROUCH .T** à UMMTO*

*d'avoir consacré son précieux temps d'examiner notre mémoire.*



## *DEDICACE*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A celle qui a consacré toute sa vie pour me guider et m'assister Ma source de joie et de bonheur, à vous ma volonté, ma fierté et mon*

*Honneur :*

*Ma Mère **Zahia***

*A celui que j'aurais aimé l'avoir parmi nous aujourd'hui,*

*Qu'Allah le tout puissant l'accueille dans son vaste paradis :*

*Mon père **Ahmed***

*Je souhaite qu'ils trouvent à travers ce mémoire le faible témoignage de leurs efforts et sacrifices.*

*A mon frère: **Farid***

*A Mes sœurs : **Samira et Cylia***

*Aux joyeux de ma vie "mes amis(es)" : **Spenpen, Sam, Chocho, Mboulhi, Katouche, Sousou et Houda***

*A mon binôme **Djemli Samir** ainsi que toute sa famille*

*Je tiens à remercier ma famille de plus vieux au plus petit*

*A toute la promotion 2020-2021*

## *DIHIA*



## ***DEDICACE***

*Je dédie ce travail en signe de respect et d'amour à mes très chers parents*

*A ma mère que dieu le tout puissant lui accorde sa sainte miséricorde*

*Et l'accueille en son vaste paradis*

*A mon père que dieu le garde et lui procure son prompt rétablissement*

*A mes chers frères, sœurs et toute la ma famille*

*A la personne qui illumine ma vie et toute sa famille*

*A ma chère binôme Dihia et toute sa famille*

*A tous mes enseignants, administratifs et mes camarades à l'université*

*A tous mes ami(e)s sans exception qu'ils soient proche ou loin*

*A tous ceux qui me sont chers.*

## ***SAMIR***

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	

### **Chapitre I : Evolution de l'aviculture en Algérie**

I.1. Etapes d'évolution de la filière avicole en Algérie	3
I.1.1. La première étape de 1962 jusqu'à 1970	3
I.1.2. La deuxième étape 1969/1989	3
I.1.3. La troisième étape 1990 jusqu'à nos jours	4
I.2. Performance de la filière avicole en Algérie	5
➤ Facteurs liés à l'équipement (matériel)	5
➤ Facteurs liés à l'homme	6
➤ Facteurs liés à l'alimentation	6
I.3. Alimentation en avicole en Algérie	6
I.3.1. Nutrition des poulets de chair	6
I.3.2. Alimentation et apport en nutriments	6
I.3.2. Ingrédients entrant dans la composition des aliments en aviculture	6
I.3.2.2 . Forme et qualité physique de l'aliment	7

### **Chapitre II : La viande blanche**

Généralités sur la viande	9
II.1. Définition	9
I.1.1. Définition de la viande selon le codex alimentarius	9
II.1.2. Définition de la viande blanche	9
II. 2. Importance de la production du poulet de chair	9
II.3. Composition et valeur nutritive de la viande blanche	10
II.3.1. Composition chimique de viande	10
II.3.2. Valeur nutritive de la viande	11
II. 4. Principales espèces productrices des viandes blanches	12

II.5. Production de viande blanche.....	12
II.5.1. Historique.....	12
II.5.2. Evolution de la production mondiale de la viande blanche.....	13
II.5.3.Evolution de la production de la viande blanche en Algérie.....	14
II.5.4. Consommation de la viande blanche .....	14
II. 6. Généralités sur le foie .....	15
II.6.1.Définition .....	15
II.6.2. Les Fonctions du Foie.....	15

### **CHAPITRE III : LES ANTIBIOTIQUES**

#### **Partie I : Antibiotiques**

I.1.Historique.....	17
I.2.Généralités.....	17
I.2.1.Définition.....	17
I.2.2. Classification des antibiotiques.....	17
I.3.Usages et intérêts des antibiotiques en élevage avicole.....	19
I.3.1 Utilisation à titre thérapeutique curatif .....	19
I.3.2 Utilisation à titre thérapeutique curatif Utilisation en métaphylaxie.....	20
I.3.3 Utilisation en antibio-prévention .....	20
I.3.4 Utilisation en tant qu'additifs dans l'alimentation animale .....	20
I.3.4.1 Définition des additifs .....	20
I.3.4.2 Effets des additifs .....	21
I.3.4.3 Action des antibiotique au tant que additif alimentaire (facteur de croissance).....	23
I.4. Principaux antibiotiques utilisés en médecine vétérinaire en Algérie.....	24
I.4.1.A titre curatif .....	24
I.4.2.Antibiotiques utilisés comme facteurs de croissance.....	25
I.5.Mode d'action des antibiotiques.....	26
I.6. Modes d'administration des antibiotiques.....	27
I.7. Pharmacocinétiques des principes actifs.....	27

7.1. Absorption.....	27
7.2. Distribution.....	27
7.3. Métabolisme et biotransformations .....	28
7.4. Elimination.....	29
I.8. Principales maladies du poulet de chair.....	29
I.9. La résistance bactérienne aux antibiotiques (antibiorésistance) .....	31
➤ Mutation de la cible de l'antibiotique .....	31
➤ Modification de l'antibiotique.....	31
➤ Réduction de la perméabilité membranaire .....	32
➤ Efflux des antibiotiques.....	32
<b>Partie II : Les résidus d'antibiotiques</b>	
II.1. Définition.....	33
II. 2 .Facteurs de persistance.....	33
➤ Facteurs liés au médicament lui-même.....	33
➤ Facteurs liés au mode et à la voie d'administration.....	33
➤ Facteurs liés à l'animal.....	33
II.3. Risques sanitaires causés par les résidus d'antibiotiques.....	34
3.1 .Risque de toxicité directe .....	34
3.2 .Risque allergique.....	34
3.3. Risque cancérigène.....	35
3.4. Risque de perturbation de la flore digestive du consommateur.....	36
3.5 .Risques d'antibiorésistance.....	36
3.6 Risques d'ordre technologique.....	37
II.4. Prévention des risques de la présence des résidus d'antibiotiques .....	38
4.1. Limite maximale de résidu (LMR) .....	38
4.1.1. Fixation de la LMR.....	38
4.2. La dose journalière acceptable .....	39

4.3. Délai d'attente.....	39
4.3.1. Fixation du temps d'attente .....	40
4.3.2. Modalité de détermination du temps d'attente.....	40
4.3.3. Méthode classique.....	40
4.3.4. Nouvelle méthode proposée .....	40
II.5. Objectifs et stratégie d'évaluation des résidus.....	41
II.5.1 Appréciation des risques.....	41
II.5.1.1 Identification des dangers .....	41
II.5.1.2 Caractérisation des dangers .....	41
II.5.1.3 Evaluation de l'exposition.....	42
II.5.1.4 Caractérisation des risques .....	42
II.5.2 Gestion des risques.....	42
II.5.3 Communication sur les risques.....	42
II.6. Persistance et thermodegradabilité des molécules d'antibiotiques.....	43
II. 7. Maitrise de la qualité sanitaire de la viande en aviculture .....	43
<b>PARTIE III : Les méthodes de détection et de quantification des antibiotiques</b>	
III.1 Méthodes de détection microbiologique .....	45
1.1 Méthode Alternative (PremiTest).....	45
1.2. Méthode de Référence (Méthode des 4 boites).....	45
III.2. Méthodes de détection physico-chimique .....	47
2.1 Méthodes enzymatiques .....	47
2.2. Méthodes immuno-enzymatiques et immunologiques.....	47
2.3. Capteurs biologiques.....	47
2.4 Chromatographie liquide haute performance (HPLC) .....	48

2.5 Chromatographie liquide couplée à des techniques de spectrométrie de masse (LC-MS)  
..... 48

Conclusion

Références bibliographique

Résumé



**°c:** Degrés Celsius

**ADN :** Acide désoxyribonucléique

**AGP :** Antibiotiques promoteurs de croissance

**ANMV :** Agence nationale du médicament vétérinaire

**ARF :** Antibiotiques régulateurs de la flore

**Ca:** Calcium

**CEE :** Communauté économique européenne

**DJA:** Dose journalière admissible

**E.L.I.S.A:** Enzyme-Linked-Immuno Sorbent-Assay

**FAO:** Food and agriculture organization of the United Nations

**g :** gramme

**GABA :** Acide  $\gamma$ -aminobutyrique

**GBPH :** Les guides de bonnes pratiques d'hygiène

**GMQ :** Gain Moyen Quotidien

**HACCP:** Hazard analysis critical control point

**HCL OTC :** Oxytetracycline hydrochloride

**HPLC :** Chromatographie liquide a haute performance

**IC :** Indice de Consommation

**ISO:** International organization for standardization

**Kcals:** kilo calories

**Kg:** kilo gramme

**Kj:** kilo joule

**Km:** kilo mètre

**LC-MS:** Liquid chromatography mass spectrometry

**LMR :** Limite maximale de résidus

**Mg :** milli gramme

**Mm :** millimètre

**OMS :** Organisation mondiale de la santé

**ONAB :** Office National des Aliments de Bétails

**P:** Phosphore

**Ph:** Potentiel hydrogène

**R.I.A:** Radio-Immuno-Assay

**UE:** Union européenne

**Ug :** microgramme

<b>Figure 1</b> : Illustrations de miettes tamisées, mini-granulés, granulés et farine alimentaire de bonne qualité .....	8
<b>Figure 2</b> : La production mondiale de viande de poulet de chair .....	14
<b>Figure 3</b> : Résumé des différents modes d'action des antibiotiques.....	26
<b>Figure 4</b> : Les différents mécanismes d'antibiorésistances.....	32

## Liste des tableaux

<b>Tableau I :</b> Evolution de la production de viandes blanche en Algérie .....	5
<b>Tableau II :</b> Recommandations sur la forme de l'aliment et la taille des particules selon l'âge chez le poulet de chair .....	8
<b>Tableau III :</b> Composition moyenne du muscle squelettique .....	10
<b>Tableau IV :</b> Composition en lipides, cholestérol et la valeur énergétique de la poule .....	11
<b>Tableau V :</b> Principales espèces à l'origine de viande blanche .....	12
<b>Tableau VI :</b> Les principaux producteurs de viande de volailles dans le monde .....	13
<b>Tableau VII :</b> Grandes familles d'antibiotiques .....	21
<b>Tableau VIII :</b> Liste des antibiotiques autorisés comme additifs en France .....	22
<b>Tableau IX :</b> Liste de quelques antibiotiques utilisés en Algérie .....	24
<b>Tableau X:</b> Principales maladies des poulets de chair .....	29
<b>Tableau XI :</b> Exemples de limite maximale de résidus .....	39
<b>Tableau XII:</b> Différentes méthodes microbiologiques pour détecter les résidus d'antibiotiques.....	46
<b>Tableau XIII :</b> Comparaison entre les méthodes bactériennes et les méthodes physico-chimique et immunologiques pour la recherche des résidus d'antibiotiques dans les denrées d'origine animale.....	49

# *INTRODUCTION*

---

---

Durant les trois dernières décennies, la filière avicole algérienne a connu l'essor le plus spectaculaire parmi les productions animales.

L'engouement des algériens pour les viandes blanches et particulièrement le poulet de chair est devenu important pour des raisons nutritionnelles et économiques. L'offre en viandes blanches est passée de 95000 à environ 300 000 tonnes entre 1980 et 2010, soit une progression de +212 % en 30 ans (**MADR, 2011**).

La volaille est une source de protéines animales acceptée à l'échelle mondiale et ne subit pas de tabous religieux et ethniques, ce qui a facilité la création de ce secteur en Algérie en tant qu'un pays musulman. Les cycles très courts, de 45 à 60 jours, et la croissance de la capacité des poulaillers permettent une très grande productivité (**Kaci, 2014**).

L'aviculture est indéniablement la branche des productions animales qui a enregistré en Algérie le développement le plus remarquable. La productivité et la rentabilité des élevages avicoles ont contraint l'utilisation d'une alimentation industrielle de qualité qui puisse répondre à deux exigences principales à savoir la couverture suffisante des animaux et un effet bénéfique sur la santé animale. Cet état de fait a contraint l'utilisation des antibiotiques comme facteurs de croissance.

L'usage des antibiotiques dans le domaine avicole se révèle aujourd'hui indispensable, non seulement pour des besoins préventifs et curatifs, mais aussi pour des besoins économiques, afin d'accroître la productivité des poulets de chair. Cependant, l'usage abusif et non contrôlé de ces antibiotiques dans les rations alimentaires est dangereux, car il se répercute sur la santé de consommateur.

L'un des problèmes majeurs qui occupe les services spécialisés agricoles dans les pays du monde entier est le contrôle sérieux et continu des résidus des antibiotiques dans la chair des poulets.

Notre thème est d'une grande importance et aussi d'actualité car le problème de résidus médicamenteux résultant de l'usage abusif des antibiotiques en élevage avicole devient de plus en plus sérieux ce qui a suscité notre intérêt à faire une investigation dans cette optique par profonde recherches bibliographiques, qui est divisée en plusieurs chapitres :

- Chapitre I : Evolution de l'aviculture en Algérie
- Chapitre II : La viande blanche
- Chapitre III : Les antibiotiques

*SYNTHESE*

---

*BIBLIOGRAPHIQUE*

---

# **CHAPITRE I**

## **Evolution de l'aviculture en Algérie**

Au lendemain de l'indépendance, la production avicole dans sa quasi-totalité se reposait essentiellement sur l'élevage familial, traditionnel, et quelque exploitation et unités de petite envergure ; L'industrialisation des élevages avicole en Algérie s'est imposée comme l'unique solution rapide grâce à son cycle de production court (environ 45 jours pour le poulet de chair) et efficace pour résorber le déficit senti en protéine animale dans le modèle alimentaire algérien.

### **I.1 Evolution de la filière avicole en Algérie**

L'aviculture en Algérie est caractérisée par trois étapes distinctes :

#### **I.1.1 La première étape de 1962 jusqu'à 1970**

Il convient de rappeler que l'élevage en Algérie en général et l'aviculture en particulier n'ont pas connu un développement notable pendant l'époque coloniale, le modèle dominant était l'aviculture fermière de type familial (**Beloum, 2000**). L'aviculture ne participait que faiblement à la production, en 1960 sa production s'élevait à 1700 tonnes de viande blanche. Cette faible production est due essentiellement à la colonisation qui n'a pas permis aux agriculteurs d'investir dans l'aviculture (**Rahmani, 2006**).

Durant cet époque peu de choses ont été réalisées, il s'agit essentiellement de la transformation des anciennes porcheries en poulaillers d'engraissement (**Alloui nadir, 2011**).

#### **I.1.2 La deuxième étape 1969/1989**

Cette période s'est caractérisée par la création et la naissance d'une grande entreprise publique ONAB (Office National des Aliments de Bétails) visant à organiser et développer le secteur de la production avicole.

L'aviculture intensive apparaît à cette époque comme la conséquence de la réorientation de la politique d'élevage entrepris par les autorités locales pour aboutir à la création de l'ONAB en 1969.

La création de l'ONAB en 1969 avait pour mission :

- La fabrication des aliments de bétails (essentiellement l'alimentation de Volaille) ;
- La régulation du marché des viandes rouges ;
- Le développement de l'élevage avicole.

Dans le but de dominer l'activité avicole, l'ONAB a installé d'importantes unités :

- En amont, l'objectifs étaient d'apporter la quasi-totalité des facteurs de production ;
- En aval, l'objectif était d'assurer une certaine part des produits finis afin de réguler quelque peu le marché au niveau des grands centres urbains et de mettre en place un réseau d'abattage afin de commencer à moderniser ce circuit et de récupérer une part des produits finis (**Fenardji F, 1990**).

### I.1.3 La troisième étape 1990 jusqu'à nos jours

Malheureusement, l'Algérie a connu une instabilité de la production de viande blanche au cours de la décennie 1990/2000 à cause de la décennie noire.

Cette période faisait une suite à la suppression de monopole de l'état, cette étape a été marquée par de grandes réalisations au niveau de secteur privé et l'arrêt de quasi-totalité des investissements dans la filière du secteur public (**Alloui, 2011**).

La période 1990-2000 fut caractérisée par la mise en œuvre de réformes économiques dans le sens du passage d'une économie planifiée à une économie du marché. Au plan des structures la filière avicole a connu, depuis 1997, une restructuration profonde dans le sens de l'émergence d'entreprises et de groupes intégrés (aliments de bétail, reproduction du matériel biologique, abattage) (**Ferrah, 2004**).

Pendant la période 1991-1999 la production nationale de viande blanche a connu des fluctuations d'une année à l'autre (**Ferrah, 2004**).

La synthèse de cette période montre que le développement de la filière avicole en Algérie a permis d'améliorer la consommation des populations en protéines animales ;Cependant que les prix restaient excessivement élevés à cause de la faiblesse de la production semi-industrielle et les marges élevées imposées par l'aval.

En 2000, la production avicole était estimée de 169 182 tonnes de viande blanche ; Puis nous avons assisté à une augmentation considérable en 2003 où la production nationale en volaille était de 320 646 tonnes et en 2010 de 475000 tonnes (**Mezouane, 2010**).

La production de viande de volaille a subi une chute et est estimée à 350000 tonnes en 2011(**Alloui, 2011**).

**Tableau I** : Evolution de la production de viandes blanche en Algérie (Alloui, 2011 ; Ministère de l'agriculture, 2018).

Période	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2014	2015	2016	2017
Production	198	150	170	241	306	475	463	460	515	529

Unité : 10<sup>3</sup> tonne

### I.2 Performance de la filière avicole en Algérie

Le principal moteur de l'augmentation de la productivité du poulet standard a été la progression du potentiel génétique de croissance. La réduction concomitante de l'âge à l'abattage a été rendue possible grâce aux progrès de la nutrition (qui permettent de satisfaire les besoins des poulets à moindre coût), de la zootechnie et de la médecine vétérinaire (**Beaumont, 2004**). Lorsqu'on compare les performances enregistrées dans la production de poulet de chair, dans les pays industrialisés (notamment la France) avec celles de la norme des souches de poulet de chair utilisées, on constate qu'il n'y a pas de différence notable. Ainsi, et à titre d'exemple, pour ce qui est de la souche du poulet de chair Hubbard F15, les performances enregistrées dans ce pays sont très proches de celles de la norme de la souche. C'est ainsi qu'on note un poids moyen de l'ordre de 3400g au 56ème jour d'âge, un indice de consommation de l'ordre de 2,00 au même âge.

En Algérie la situation est différente, car les performances enregistrées dans cette production et pour la même souche (Hubbard F15 est la souche la plus utilisée) sont significativement inférieures à celles enregistrées dans les pays développés (France) et à celles de la norme de la souche. C'est ainsi qu'on note un poids moyen nettement plus faible, de l'ordre de 2900-3100 g au 60ème jour d'âge et un indice de consommation assez élevé, (**Djezzar, 2008**). Cet écart de production est dû éventuellement à plusieurs facteurs, dont les plus importants sont :

- **Facteurs liés à l'équipement (matériel)** : la quasi-totalité des bâtiments avicoles (notamment ceux de la production chair) souffrent de sous équipement flagrant, ce qui retentit négativement sur les performances zootechniques enregistrées (poids moyens, gains de poids, indice de consommation, etc.).

- **Facteurs liés à l'homme** : Le manque de techniciens spécialisés et qualifiés dans ce domaine de l'aviculture, pour gérer les ateliers avicoles, influe négativement sur le niveau des performances, particulièrement par le fait d'une mauvaise maîtrise de l'hygiène.
- **Facteurs liés à l'alimentation** : L'alimentation s'avère parmi les problèmes majeurs qui compromettent les performances souhaitées dans la production de poulet de chair (Djezzar, 2008).

### I.3 Alimentation en avicole en Algérie

#### I.3.1 Nutrition des poulets de chair

La nutrition est la variable qui influe le plus sur la productivité, la rentabilité et le bien-être du poulet de chair. La formulation et l'équilibre entre les aliments requièrent les compétences de nutritionnistes. Cependant, les responsables d'élevage doivent être informés à-propos les valeurs nutritionnelles de leurs aliments et doivent envisager d'effectuer des analyses de routine de ces derniers qu'ils reçoivent afin de déterminer si les teneurs en nutriments correspondent aux valeurs attendues et si l'aliment est le plus adapté à leurs besoins particuliers de production. Connaître la composition des aliments données aux volailles permet aux responsables d'élevage de s'assurer que :

- La composition en nutriment et sa composition assurant un rapport journalier adéquat.
- L'équilibre entre nutriments alimentaires est correct et correspond aux valeurs attendues.
- Les analyses de routines des rations, réalisées aux laboratoires, offrent une interprétation utile des données, permettant des actions adaptées, par exemple la gestion appropriée des programmes alimentaires, (Anonyme, 2018).

#### I.3.2 Alimentation et apport en nutriments

##### I.3.2.1 Les ingrédients entrant dans la composition des aliments en aviculture

Les ingrédients des aliments utilisés dans les rations des poulets de chair doivent être frais et d'excellente qualité, à la fois en terme de digestibilité des nutriments et de

qualité physique. En général les principaux ingrédients entrants dans le régime des poulets de chair sont : le blé, le maïs, le tourteau de soja, le soja entier...etc.

En Algérie, les rations destinées à la volaille sont essentiellement composées de tourteau de soja et de maïs, matières premières totalement importés. Selon l'office national du bétail, en 2003, ces importations ont été de l'ordre de 516 072 tonnes de maïs et 175 015 tonnes de tourteau de soja. Pour le seul poste "matières premières" destinées à la fabrication des aliments, et seulement pour les deux matières dominantes dans la formule, à savoir le maïs et le soja, la valeur des importations enregistrée en 2010 est de l'ordre de 1,080 milliards de dollars US, soit 13% du total des importations agroalimentaires algériennes, estimées à 8,614 milliards de dollars en 2010 (CNIS, 2011; Kaci et Cheriet, 2013). Cette situation entraîne un coût élevé de l'aliment et la substitution partielle de ces deux matières. Dans cette optique, le son de blé est devenu un des composants classique des rations destinées à la volaille.

### I.3.2 .2 Forme et qualité physique de l'aliment

La croissance du poulet de chair résulte du contenu nutritif du régime et de la consommation de nourriture. La prise de nourriture est influencée par la forme de l'aliment.

Les miettes, les mini-granulés ou les granulés de bonne qualité favorisent une meilleure prise de nourriture. Un aliment sous forme de particules inégales peut favoriser le gaspillage du fait que les plus petites particules tombent facilement du bec de l'oiseau. Les poussins qui consomment de plus grosses quantités d'aliment sous forme de fines (particules inférieures à 1 mm) ou de farine, feront plus de gaspillage. Le gaspillage alimentaire réduit fortement l'efficacité de l'aliment.

L'aliment de démarrage, et souvent aussi les premières rations d'aliment de croissance, sont présentés sous la forme de miettes ou de mini-granulés. Par la suite, l'aliment est généralement distribué sous la forme de granulés. Des informations complémentaires sur les caractéristiques des textures alimentaires sont disponibles dans le **Tableau II et la Figure1** qui montrent à quoi doit ressembler la texture d'un aliment de bonne qualité, (Anonyme, 2018).

**Tableau II :** Recommandations sur la forme de l'aliment et la taille des particules selon l'âge chez le poulet de chair

Âge (en jours)	Forme d'aliment	Taille des particules
0-10 jours	Miettes tamisées	1,5-3,0 mm de diamètre
	Mini-granulés	1,6-2,4 mm de diamètre 1,5-3,0 mm de long
11-18 jours	Mini-granulés	1,6-2,4 mm de diamètre 4,0-7,0 mm de long
18 jours jusqu'à l'abattage	granulés	3,0-4,0 mm de diamètre 5,0-8,0 mm de long

Lors de la distribution de farine, une attention spéciale doit être portée à l'homogénéité et à la répartition granulométrique des particules. Ceci nécessite généralement de broyer les principaux grains de céréales pour obtenir un diamètre moyen de 900-1000 microns. Lorsque les circonstances exigent l'apport d'une farine (à la place de miettes ou de granulés), il est possible d'atteindre de bonnes performances en utilisant du maïs comme céréale principale. L'aliment à base de farine pourra être amélioré par l'ajout de matières grasses ou d'huile dans la préparation, ce qui limitera les émissions de poussières.

Granulés de bonne qualité	Aliment de démarrage des poussins - miettes tamisées	Farine
---------------------------	--	--------



**Figure 1 :** Illustrations de miettes tamisées, mini-granulés, granulés et farine alimentaire de bonne qualité

## **Chapitre II**

### **La viande blanche**

### Généralités sur la viande

La viande peut désigner des produits très différents : le mot « viande » est donc une appellation générique recouvrant une grande variété de « viandes ».

La viande, en effet, constitue l'un des aliments les plus universellement recherchés et valorisés par l'homme. Elle a toujours représentés un aliment particulier : valorisée ou rejetée, elle n'est pas un aliment qui laisse indifférent. Elle a toujours été un aliment porteur de symboles.

#### II.1 Définition

##### I.1.1 Définition de la viande selon le codex alimentarius

Le Codex alimentarius, lui, définit la viande comme étant « toutes les parties d'un animal qui sont destinées à la consommation humaine ou ont été jugées saines et propres à cette fin ».

##### II.1.2 Définition de 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)**.

#### II. 2 Importance de l'aviculture

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 plus particulièrement celles d'origine animale. L'azote peut être apporté par les viandes dont celles de volailles, **(Ndiaye, 2002)**.

Le poulet est avant tout une excellente source de protéines de bonne qualité, puisqu'il en apporte 22 g pour 100 g de poulet grillé.

Il apporte aussi plusieurs vitamines comme la vitamine B3, qui permet, entre autre, de conserver une peau saine. Il apporte également de la vitamine B6 qui entre dans le processus

de régulation et de construction des tissus, à partir des protéines. Le poulet fournit aussi de nombreux oligo-éléments tels que le zinc, le sélénium et le phosphore.

Enfin, la viande de poulet apporte peu de lipides. Ils sont d'ailleurs concentrés sous la peau donc le retrait de la peau avant la cuisson permet de les limiter considérablement. La partie la moins grasse est le blanc.

### II.3 Composition et valeur nutritive de la viande blanche

#### II.3.1 Composition chimique de viande

La composition chimique de la viande est variable. Elle varie selon l'espèce chez une même espèce d'un animal à un autre, au sein d'un animal ou d'un muscle à un autre (**Ouali, 1991**). Les composants chimiques de la viande sont : L'eau (75%), Les protéines totales (20%), Les lipides (2.5%), Les glucides (1.2%) et d'autres Substances solubles non protéiques.

On peut toutefois retenir comme composition moyenne les chiffres indiqués dans le tableau III.

**Tableau III** : Composition moyenne du muscle squelettique, (**Ouali, 1991**).

Composition	Pourcentage(%)
Eau	75
Protéines totales	20
Lipides	2.5
Glucides	1.2
Substances solubles non protéique	1.3
Energie	124 kcals

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 (tableau IV) (**Brunel et al,2006**)

**Tableau IV** : Composition en lipides, cholestérol et la valeur énergétique du poulet (Favier et al, 1995).

Composition	Filet			Cuisse		
	Min	Max	Moyenne	Min	Max	Moyenne
<b>Lipides (g)</b>	1,25	1,44	1,33	2,75	4,5	3,9
<b>Cholestérol (mg)</b>	50			91		
<b>Energie (KJ)</b>	525			525		

### II.3.2 Valeur nutritive de la viande

La valeur nutritive de la viande peut être résumée dans les quatre points (04) essentiel suivants :

- **Source d'azote** : Tout d'abord la viande est une source d'azote de grande valeur biologique. Cet azote est présent sous forme de protéines, (Belhadj, 2008). Ces protéines sont composées essentiellement de myosine, myoalbumine et de collagène. Il s'agit, pour la myosine et la myoalbumine, de protéines d'excellente qualité comportant tous les acides aminés indispensables, ce qui confère aux viandes un très bon coefficient d'efficacité protidique, (Anonyme 1 f, 2007).
- **Une source d'énergie** : La teneur en matière grasses détermine le potentiel calorique. Cette teneur en glucides est négligeable car il n'y a pas de glycogène dans la viande au stade de sa commercialisation (Abdelouahed, 2007).
- **Une source de minéraux** : Les viandes sont riches en phosphore et représentent une source alimentaire de fer héminique (Belhadj, 2008). Il s'agit de fer ferreux, mieux absorbé que le fer ferrique des végétaux. Les abats, en particulier le foie, sont très riches en fer en phosphore (Abdelouahed, 2007). Cette catégorie d'aliments est pauvre en calcium et présente un très mauvais rapport Ca/P (Anonyme, 2007).
- **Dépourvues de vitamines liposolubles** : Elles sont riches en vitamines du groupe B, (Abdelouahed, 2007).

### II. 4 Principales espèces productrices des viandes blanches

Le tableau (V) présent les différentes espèces productrices de viande blanche.

**Tableau V** : Principales espèces à l'origine de viande blanche, (Anonyme ,2007)

<b>Poussin</b>		0.4 à 0.7 kg
<b>Poulet</b>	Mâle et femelle	0.8 à 1.3 kg
<b>Poularde</b>	Femelle bien engraisée, os fins et chair abondante. On caractérise la poularde par ses pattes bleues.	1.3 à 1.8 kg
<b>Chapon</b>	Coq castré	2 à 3 kg
<b>Poule</b>	Femelle en fin de croissance, abattue après la 1ère période de ponte.	1.2 à 1.8 kg
<b>Dindonneau</b>		2 à 3 kg
<b>Dinde</b>		3 à 6 kg
<b>Dindon</b>		6 à 12 kg

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

### II.5 Production de viande blanche

#### II.5.1 Historique

En 1880 la crise de l'agriculture a révélé les signes des élevages industrialisés volailles sont développés dans les années 1920. Le maintien des poulets à l'intérieur des bâtiments est responsable des problèmes chez eux surtout des carences en vitamine D. En 1936, John Tyson, charge 500 poulets dans son camion et les livre 1000 km plus loin. Les abattoirs peuvent s'approvisionner en poulets à bas prix sur un plus vaste marché. A partir de 1950, le poids d'abattage est atteint en six semaines grâce aux nourritures enrichies (Benayad et al, 2007).

### II.5.2 Evolution de la production mondiale de la viande blanche

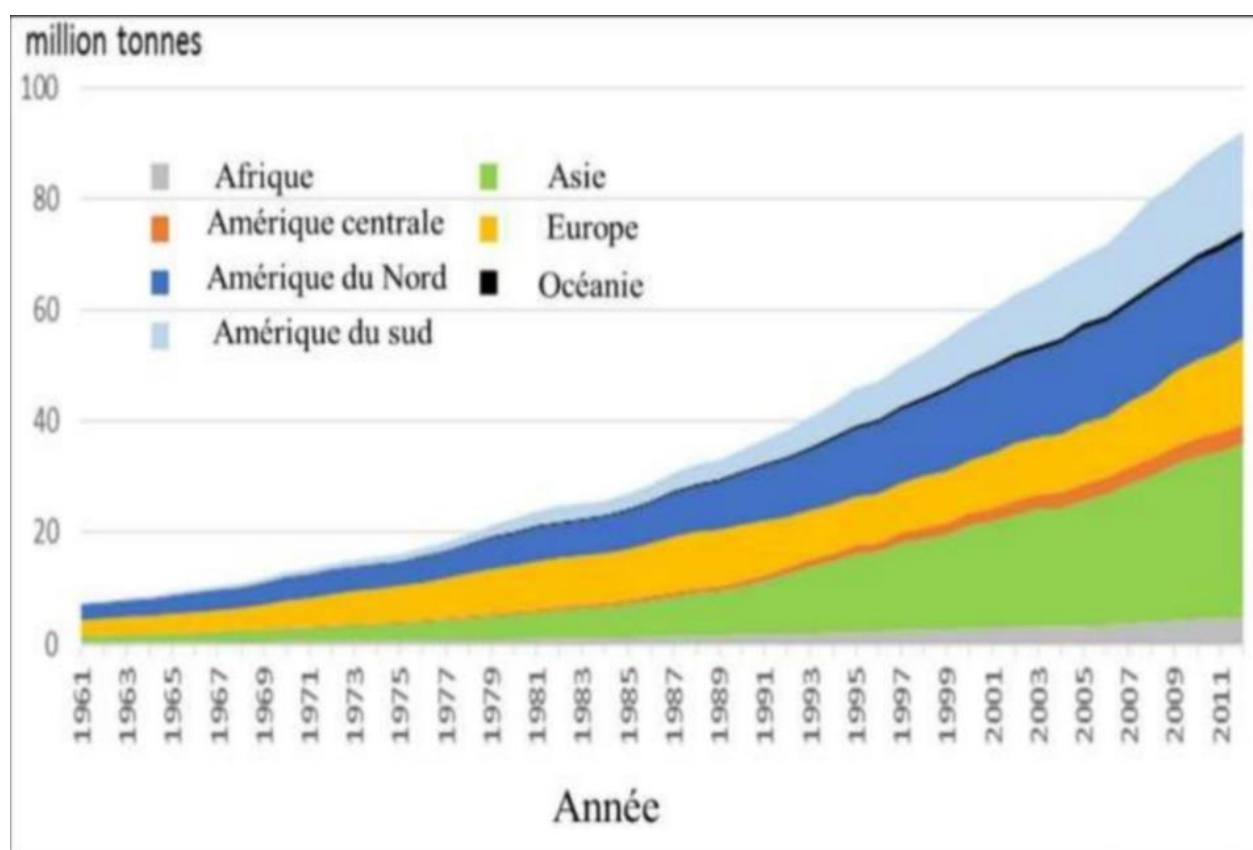
Le secteur d'élevage croît vite, au niveau mondial. En 1961 la production atteignait 75 millions de tonnes, cette production a cru d'un facteur 5 depuis les années 1950 et a doublé depuis 1970. Elle s'élève à plus de 265 millions aujourd'hui, soit 3 fois plus. Les principaux producteurs sont la Chine (28%), les USA (15%) et le Brésil (8%), (**Benayad et al, 2007**).

La FAO prévoit une hausse de la production mondiale de volaille en 2016 de 0,9 % par rapport à 2015 soit 115,8 MT produites dans le monde. Le tableau (VI) illustre les principaux producteurs de viande de volaille dans le monde.

**Tableau VI** : Les principaux producteurs de viande de volailles dans le monde (Perspective FAO, d'après **Deman, 2016**)

<b>Pays</b>	<b>Production 2015 en MT</b>	<b>Évolution par rapport 2014</b>
<b>Etats-Unis</b>	21.2	+2.9%
<b>Chine</b>	19.0	+2.8%
<b>Union européenne</b>	13.8	+3.8%
<b>Brésil</b>	13.8	+3.6%
<b>Russie</b>	4.1	+11.4 %
<b>Monde</b>	114.8	+3.4%

Les premiers producteurs mondiaux de viande volaille en 2014 sont les Etats-Unis avec 20,3 MT, suivis de la chine (17,5MT), puis l'Union Européenne (27 MT) et le Brésil (13,2 MT et 13,0 MT successivement).



**Figure 2 :** La production mondiale de viande de poulet de chair (ACMF, 2014)

### II.5.3 Evolution de la production de la viande blanche en Algérie

La production de viandes blanches a eu une croissance moyenne annuelle de 7% (augmenté de 24000 tonnes en 1968 à 200000 tonnes en 1999). Cette progression s'explique par les efforts accomplis 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).

### II.5.4 Consommation 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 donc 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.

### II. 6 Généralités sur le foie

#### II.6.1 Définition

Le foie est un organe volumineux rouge sombre. C'est la glande la plus massive de tous les viscères (33 gr environ chez la poule).

Le foie repose sur le sternum, il est séparé des parois thoraco-abdominales par les sacs aériens. Il est soutenu par quatre ligaments (falciforme, coronaire, gastrohépatique et hépato duodéal). Sa face ventro-médiale porte les impressions splénique, stomacale et intestinale.

Le foie est constitué de deux lobes réunis par une partie centrale dite isthme transversal, qui renferme partiellement la veine cave caudale. Le lobe gauche plus petit que le lobe droit, il est généralement marqué d'un sillon longitudinal qui délimite le lobe accessoire du lobe gauche. Dans leur portion crâniale, les deux lobes entourent complètement les ventricules du cœur. Les deux lobes déversent la bile, par deux conduits séparés. Le canal du lobe gauche (canal hépatique gauche) s'abouche directement dans l'intestin. Le canal du lobe droit (canal hépatique droit) se renfle d'abord en vésicule biliaire (sauf chez le Pigeon, certains Perroquets et l'Autriche) avant de se jeter dans le duodénum. Il porte le nom de canal cholédoque. (Alamargot. g 1982).

#### II.6.2 Fonctions du Foie

Le sang de la veine porte parvient au foie chargé de très nombreuses substances issues de la digestion ou de l'activité des organes du système digestif. Ces molécules sont absorbées par les cellules du foie qui sont dotées d'enzymes spécifiques et permettent leur transformation chimique. Ces modifications effectuées par le foie sont vitales pour l'organisme; elles ont pour objectifs principaux :

le stockage et la répartition des nutriments issus de la digestion.

la dégradation des substances toxiques.

la synthèse de la plupart des protéines du sang.

la production de la bile (**Mony et al ,2014**).

**Chapitre III**  
**Les antibiotiques**

### Partie I : Antibiotiques

#### I.1 Historique

Les antibiotiques ont été découverts grâce aux études d'Alexander Fleming (1881-1955). En effet, il s'aperçut qu'un champignon *Penicillium notatum*, donnait naissance à une substance « la pénicilline » capable de détruire les bactéries. Cette découverte fut d'une grande importance et abouti à la commercialisation en 1940, de la pénicilline, la première forme d'antibiotique. Depuis, de nouvelles classes d'antibiotiques ont été développées contre la tuberculose, la pneumonie et les infections de la peau (**Rezgui, 2009**).

La découverte des antibiotiques fut un réel tournant pour la thérapeutique des maladies infectieuses humaines et animales (**Bonnet, 2014**). Ils ont une place importante dans l'élevage moderne d'aujourd'hui. Leur utilisation suscite toujours de nombreuses interrogations bien que des décisions aient conduites à la réduction de leur utilisation, notamment avec l'interdiction récente de presque tous les additifs antibiotiques alimentaires facteurs de croissance (**Stoltz, 2008**).

#### I.2 Généralités

##### I.2.1 Définition

Du grec *anti* signifiant « contre » et *bios* « la vie », les antibiotiques sont des substances d'origine naturelle fabriquées par des champignons microscopiques, des bactéries et beaucoup plus rarement des végétaux, ou encore des substances de synthèse capables :

- Soit de détruire des bactéries: on parle d'antibiotiques bactéricides;
- Soit d'arrêter la multiplication des bactéries : on parle d'antibiotiques bactériostatiques.

##### I.2.2 Classification des antibiotiques

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

- Des familles : Tétracyclines, Nitrofuranes, Aminosides, 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).

**Tableau VII : Grandes familles d'antibiotiques (Talbert et al., 2009).**

<b>Bêta-lactamines</b>	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	
	Acide clavulanique – Sulbactame-Tazobactam	
<b>Aminosides</b>	Néomycine	Activité : bactéricide
	Streptomycine	Mécanisme d'action : inhibition de la synthèse protéique.
<b>Phénicoles</b>	Chloramphenicol	Activité : bactériostatique.
	Thiamphenicol	Mécanisme d'action : inhibition de la synthèse protéique
<b>Cyclines</b>	Tétracyclines	Activité : bactériostatique.
	Glycylcyclines	Mécanisme d'action : inhibition de la synthèse protéique.
<b>Macrolides</b>	Macrolides.	Activité : bactériostatique.
	Macrolides apparentés	Mécanisme d'action : inhibition de la synthèse protéique.
	Macrolides associés	
<b>Polypeptides</b>	Bacitracine	Activité bactéricide :
	Colistine	Mécanisme d'action : inhibition de la synthèse de la membrane cytoplasmique.
	Polymyxine B	
<b>Sulfamides</b>	Sulfonamides	Mécanisme d'action : inhibition de la synthèse de l'acide folique.

<b>Quinolones</b>	Quinolones urinaires-	Activité : bactéricide Mécanisme d'action : inhibition de la synthèse de l'ADN bactérien.
	Fluoroquinolones systémiques	
	Quinolones dites antipneumococques	
<b>Antibiotiques divers</b>	Rifamycines – Glyclopeptides –	Activité bactéricide. Mécanisme d'action : inhibition de la synthèse protéique ; inhibition enzymatique du métabolisme bactérien ; inhibition de la synthèse de la paroi bactérienne.
	Oxazolidines-	
	lipopeptides cycliques- Acide fusidique.	
	Acide fusidique- Fosfomycine	

### I.3 Usages et intérêts des antibiotiques en élevage avicole

Comme tout être vivant, les animaux sont sujets à des maladies qu'il est nécessaire de prévenir ou de traiter. La maîtrise de la santé animale garantit non seulement les performances économiques d'un troupeau (production de viande ou de lait en quantité et de bonne qualité, conduite d'élevage simplifiée) mais aussi le bien-être des animaux. Seuls des animaux en bonne santé peuvent être abattus afin que les viandes mises sur le marché ne présentent aucun risque pour la santé du consommateur. Pour ces raisons, des médicaments vétérinaires sont administrés si nécessaire aux animaux d'élevage. C'est en particulier le cas des antibiotiques. En 2001, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a estimé qu'au moins 50 % des antibiotiques produits dans le monde étaient destinés aux animaux d'élevage et de compagnie. En élevage, pour le traitement des maladies infectieuses d'origine bactérienne, les antibiotiques peuvent être administrés selon 4 modes :

#### I.3.1 Utilisation 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 guérir et de restaurer la production (viande, œufs, abats, lait...etc.), il réduit la multiplication bactérienne, permettant dans certains cas d'obtenir la guérison et, lors des infections zoonotiques, il peut éviter la contamination humaine (Chauvin et al. 2006).

### I.3.2 Utilisation en métaphylaxie

Lorsqu'une infection collective et très contagieuse se déclare dans un élevage avec des grands effectifs et évolue selon un mode aigu avec suffisamment d'éléments concordants pour incriminer une bactérie, l'ensemble du groupe d'animaux est traité. Les sujets qui sont exposés mais ne présentant pas encore des signes cliniques font donc l'objet d'un traitement en même temps que ceux qui sont déjà malades (**Maillard, 2002**). La métaphylaxie est généralement mise en œuvre à partir du moment où 10 à 15 % des animaux du lot sont malades. On parle aussi de traitement de contrôle.

### I.3.3 Utilisation en antibio-prévention

Les antibiotiques peuvent être administrés à des périodes critiques de la vie ; sur des animaux soumis à une pression de contamination régulière et bien connue ; dans ces conditions, on parle d'antibio-prévention car le traitement permet d'éviter totalement l'expression clinique (**Chauvin et al, 2006**).

### I.3.4 Utilisation au tant qu'additifs dans l'alimentation animale

On sait qu'un antibiotique utilisé comme additif alimentaire, c'est-à-dire administré à faible dose dans l'alimentation animale, peut avoir un effet préventif sur certaines infections bactériennes mais aussi modifier la composition de la microflore intestinale entraînant alors une meilleure assimilation des aliments par les animaux et une augmentation de leur vitesse de croissance, (**Devie et al. 2006**).

#### I.3.4.1 Définition des additifs

Un additif est défini selon l'Union Européenne comme étant toute substance habituellement non consommée comme aliment en soi et habituellement non utilisée comme ingrédient caractéristique dans l'alimentation, possédant ou non une valeur nutritive, et dont l'adjonction intentionnelle aux denrées alimentaires, dans un but technologique au stade de leur fabrication, transformation, traitement, conditionnement, transport ou entreposage, a pour effet qu'elle devient elle-même ou que ses dérivés deviennent, directement ou indirectement, un composant de ces denrées alimentaires, (**Pujol-Dupuy, 2004**).

L'usage des antibiotiques dans l'aliment à titre d'additifs est très limité actuellement, Ces « antibiotiques régulateurs de la flore » (ARF) ou « antibiotiques promoteurs de croissance » (AGP) sont utilisés à des doses très faibles, non curatives et en vue d'améliorer la croissance des animaux par un effet régulateur au niveau de la flore intestinale. (**Devie et al. 2006**).

### I.3.4.2 effets des additifs

Selon **Guillemot (2006)**, les additifs sont ajoutés aux aliments pour animaux ou à l'eau pour remplir notamment une ou plusieurs des fonctions suivantes :

- avoir un effet positif sur les caractéristiques des aliments pour animaux
- avoir un effet positif sur les caractéristiques des produits d'origine animale
- répondre aux besoins nutritionnels des animaux
- avoir un effet positif sur les conséquences environnementales de la production animale
- avoir un effet positif sur la production, le rendement ou le bien-être des animaux notamment en influençant la flore gastro-intestinale ou la digestibilité des aliments pour animaux
- avoir un effet coccidiostatique ou histomonostatique.

Le règlement n° 1831/2003 du 22/11/2003 du CEE prévoit la suppression définitive de l'usage des antibiotiques comme additifs en alimentation animale. Dans ce contexte, l'utilisation des 4 antibiotiques (Monensin : E714, Salinomycine : E716, Avilamycine : E717 et Flavophospholipol : E712) a été supprimée fin 2005. Il est important de noter que certains additifs antibiotiques sont encore largement utilisés dans différents pays. Les données disponibles pour la France sont présentées dans le tableau (VIII).

**Tableau VIII** : Liste des antibiotiques autorisés comme additifs en France, (Gurérin-Faubleé, 2001).

Molécule	Animaux	Teneur en ppm dans l'aliment complet	Age maximal d'administration
<b>Orthosomycines</b> Avilamycine* (E717)	Porcelets	20 à 40	4 mois
	Porcs	10 à 20	6 mois
	Poulets d'engraissement	2.5 à 10	-
	Dindons	5 à 10	-
<b>Bambermycines</b> Flavophospholipol (E712)	Poules pondeuses	2 à 5 - Dindons 1 à 20	-
	Dindons	1 à 20	26 semaines
	Toutes volailles sauf canards, oies, pigeons	1 à 20	16 semaines
	Porcelets	10 à 25	3 mois
	Porcs	1 à 20	6 mois
	Animaux à fourrure sauf lapin	2 à 4	-
	Veaux	6 à 16	6 mois
	Bovins à l'engrais	2 à 10	-
	Lapins	2 à 4	-
<b>Lonophores polyéthers</b> Salinomycine (E716)	Porcelets	30 à 60	4 mois
	Porcs	15 à 30	6 mois
<b>Monensin* (E714)</b>	Bovins à l'engrais	10 à 40	-

### I.3.4.3 Action des antibiotique au tant que additif alimentaire (facteur de croissance)

Après la naissance, la flore intestinale des animaux se développe et se localise dans les différentes portions du tube digestif en fonction de l'adéquation entre les besoins des espèces bactériennes et les conditions locales. Elle comporte à la fois une flore endogène dominante et sous-dominante fortement impliquée dans les phénomènes digestifs et une flore d'opportunité composée de bactéries saprophytes pouvant être pathogènes. Si cette flore se multiplie exagérément, cela peut provoquer des manifestations cliniques. Mais à l'inverse, si elles se développent en bas bruit, cela affecte les performances zootechniques des animaux. Ainsi les antibiotiques exercent leur action sur la flore endogène et d'opportunité. Par ce biais, les facteurs de croissance permettent d'amoindrir les effets négatifs dus aux déséquilibres rencontrés lors de certaines périodes critiques de l'élevage ou dus à leurs conditions de vie insalubres. A faibles doses dans l'alimentation, ils permettent d'éviter ces déséquilibres en agissant sur les flores perturbatrices, généralement cataboliques. Par conséquent, les facteurs de croissance permettent une stimulation de l'anabolisme de l'animal. Les doses utilisées (de quelques mg à 50 mg/kg d'aliment) ne sont ni bactéricides ni bactériostatiques en regard de celles (quelques centaines de mg/kg) mises en œuvre dans les aliments médicamenteux, mais elles exercent un effet métabolique chez certaines espèces bactériennes qui se traduit par une modification des conditions de compétition au sein de ces flores complexes, **(Corpet, 2000)**.

Les avantages observés au plan nutritionnel et environnemental sont :

- l'amélioration de l'indice de consommation (IC : quantité de matière sèche consommée pour produire 1kg de poids vif de l'animal) et de la vitesse de croissance (GMQ : gain moyen quotidien de poids vif)
- la réduction de l'excrétion de matières azotées, de phosphore et de méthane.

Sur le plan quantitatif, il y a des résultats variables en termes d'amélioration de l'IC et du GMQ, mais en moyenne ils sont tous nettement positifs, **(Devie et al, 2006)**.

### I.4 Principaux antibiotiques utilisés en médecine vétérinaire en Algérie

#### I.4.1 A titre curatif

La nomenclature algérienne est établie en 2004, les molécules suivantes sont les plus utilisées sur le terrain (tableau IX) (Kechih-Bounar, 2011).

**Tableau IX :** Liste de quelques antibiotiques utilisés en Algérie

	Antibiotiques	Espèce Animale	Observations particulières
B ta mi ne	Ampicilline	Aviaire, bovine, caprine, Équine, ovins,	Sont utilisés pour traiter le cas de septicémie, d'infection respiratoire et urinaire chez de nombreux animaux
	Pénicilline	Aviaire, bovine, caprine, Équine, ovins,	
	Céfriofur	Aviaire, bovine, caprine, Équine, ovins,	
Aminosi de	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, piscicole	
Cycli ne	Doxycycline	Aviaire, bovine, caprine, cameline,	Antibiotiques très utilisées dans le traitement de nombreuses maladies

	Tétracycline	Apicole, aviaire, bovine, cameline,	bactériennes chez beaucoup d'espèces animales
Sulfamides	4-1. Sulfonamides		Les sulfamides seuls ou en combinaison avec les diaminopyrimidines sont très utilisés pour le traitement de nombreuses espèces animales
	Sulfadimérazine	Aviaire, bovine, caprine, cameline,	
	4-2. Sulfonamide + Diaminopyrimidine		
	Triméthoprime+sulfamide	Aviaire, bovine, caprine, équine, Ovins, cunicole, et piscicole	
Quinolones	5-1. Quinolones de 1ère 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	
	5.2 Quinolones de 2ème génération (fluoroquinolones)		
	Danoflaxacine	Aviaire, bovine, cunicole, piscicole	
Macroside	Erythromycine	Aviaire, bovine, apicole, Equine, ovins, cunicole, piscicole	Utilisés pour traiter les infections à mycoplasmes, les maladies digestives hémorragiques et les infections.

#### I.4.2 Antibiotiques utilisés comme facteurs de croissance

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. Les substances médicamenteuses appartenant au groupe des coccidiostatiques, autorisées à être incorporées dans l'alimentation animale sont les suivantes : la Semduramycine, la Salinomycine, le Narasin, le Monensin de sodium, la Maduramycine, la Robenidine, l'association du Narasin et de Nicarbazine (**Rehal, 2008**).

### I.5 Mode d'action d'antibiotique

A la différence des antiseptiques et des désinfectants, les antibiotiques agissent de façon spécifique sur certaines structures de cellule bactérienne ; cette spécificité d'action s'explique pourquoi les antibiotiques sont actifs à très faible concentration. Cette action s'exerce selon les molécules sur des sites variés (Mevius et al, 1999 ; Oxoby, 2002 ; Bergogne et al, 2005 ; Cup, 2008) :

- Sur la paroi bactérienne : en inhibant la dernière étape de la biosynthèse de peptidoglycane au cours de la multiplication cellulaire, la nouvelle bactérie n'est plus protégée entraînant ainsi une lyse bactérienne.
- Sur la membrane cellulaire : en désorganisant sa structure et son fonctionnement, ce qui produit des 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.
- Autre : en agissant autant qu'anti métabolites bactériens.

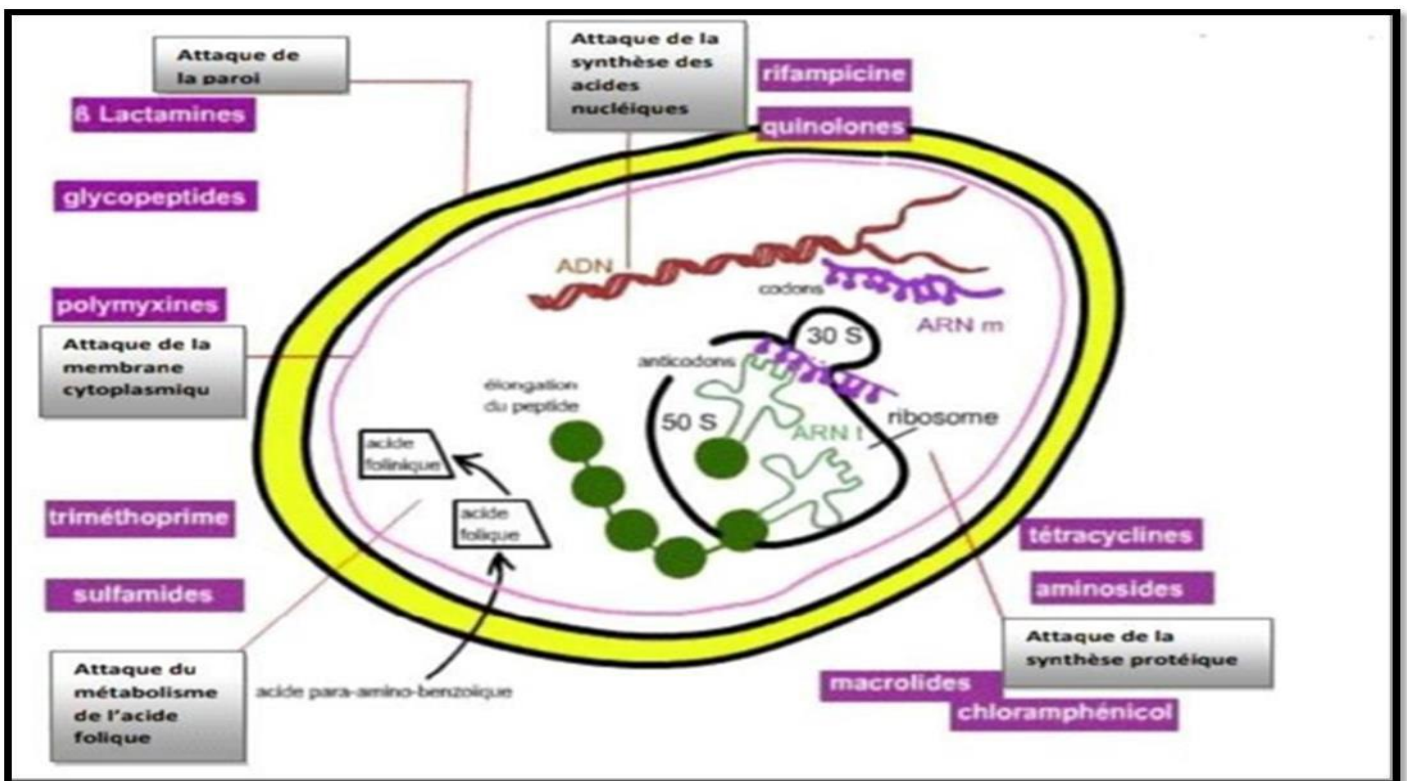


Figure 3: Résumé des différents modes d'action des antibiotiques (Lavigne, 2007).

### I.6 Modes d'administration des antibiotiques

- **Voie orale** : les présentations orales sont plus utilisées en thérapeutique aviaire, les traitements sont effectués dans l'eau de boisson ou dans l'aliment (**Dorrestein et Van-Miert, 1998**).
- **Voie parentérale** : chez les volailles, sont employées les voies intramusculaires et sous-cutanées, l'injection des produits pharmaceutiques doit se faire dans les muscles pectoraux et non pas dans les cuisses. L'élimination est plus rapide après dépôt dans les régions postérieures car l'irrigation de celles-ci est assurée par des vaisseaux participant à l'irrigation rénale ; un produit directement éliminé par le rein qui serait injecté dans la cuisse sera éliminé avant qu'il soit distribué à l'ensemble de l'organisme (**Fontaine et Cadoré, 1995**).
- **Inhalation** : chez les volailles, l'utilisation de l'inhalation a pour but essentiellement d'humidifier les voies aériennes et de traiter localement les atteintes respiratoires (**Van-Alestine et Deyer, 1995**).

### I.7 Pharmacocinétiques des principes actifs

Pour éradiquer une infection, l'antibiotique doit parvenir au site d'action. Pour ceci l'antibiotique fait l'objet de processus pharmacocinétiques qui se déroulent simultanément, à savoir l'absorption, la distribution, le métabolisme et l'excrétion :

#### 7.1 Absorption

L'absorption correspond à la phase de dissolution du médicament et à l'apparition du principe actif dans le sang. Cette phase représente les phénomènes régissant le passage du principe actif de d'administration son site à la circulation générale. Ce processus concerne toutes les voies d'administration extravasculaires et se fait par différents mécanismes dont la diffusion passive, le transport actif et la diffusion facilitée. Le processus d'absorption est régi par la solubilité de la forme posologique, de la voie d'administration et de certaines propriétés physico-chimiques de la substance médicamenteuse (**Rowland & Tozer, 2011**).

#### 7.2 Distribution

La distribution consiste en la répartition de l'antibiotique depuis son entrée dans la circulation générale jusqu'à son arrivée au site d'infection. On observe deux fractions du principe actif dans le sang : *une fraction libre* qui permet au principe actif de diffuser librement

et de rejoindre l'organe cible où il exercera son action et *une fraction liée* aux protéines plasmatiques, principalement l'albumine, dont la distribution et la biodisponibilité diphasique sont ainsi limitées et peuvent influencer l'élimination du médicament. Ceci dit, la liaison aux protéines est une interaction réversible. Les principes actifs dont la fixation tissulaire est la plus importante laisseront en général le plus de résidus. Par ailleurs, un antibiotique très diffusible fait apparaître des taux sériques facilement éliminés par le rein (**Morin & al. 2005**).

### 7.3 Métabolisme et biotransformations

Les médicaments subissent des changements métaboliques dans le corps qui visent principalement la formation de métabolites qui ont des propriétés physico-chimiques favorables à leur excrétion. Les produits de biotransformation sont généralement moins solubles dans les lipides et sont de nature polaire (**Jumaa et Karaman, 2015**).

La plupart de ces réactions métaboliques sont enzymatiques et se produisent principalement dans le foie, organe très vascularisé et riche en enzymes. Ceci dit, outre le foie, le métabolisme des médicaments a lieu dans le plasma sanguin et la lumière de l'intestin, où des réactions hydrolytiques et réductrices peuvent se produire, ainsi que dans d'autres tissus (**Martin, 2008**).

Le schéma général du métabolisme des médicaments est habituellement biphasique. Les réactions de biotransformation "phase I" communes comprennent l'oxydation, la réduction ou l'hydroxylation (Martin, 2008). Bien que ces réactions métaboliques produisent généralement des produits avec une activité réduite, certains peuvent donner lieu à des produits ayant une activité similaire ou même plus grande (**Bhattacharjee, 2016**).

Les réactions de « phase II » impliquent des réactions de synthèse comme les réactions de conjugaisons ou de combinaisons avec des substances endogènes comme l'acide glucuronique, la glycine, la cystéine, la méthionine, l'acétyle et le sulfate. Les conjugués résultants sont hydrosolubles, souvent polaires et facilitent l'élimination du médicament du corps (**Bhattacharjee, 2016**).

Les biotransformations représentent un phénomène majeur dans le processus de formation des résidus : elles conditionnent en grande partie la persistance des substances médicamenteuses dans l'organisme des animaux traités (et dans les denrées issues de ces animaux), la nature des résidus et leurs propriétés pharmacologiques et toxicologiques. Ainsi, seule une fraction des résidus présents dans les tissus des animaux, est identique à la molécule

originelle, l'autre fraction correspondant à divers métabolites de cette molécule (**Rotschafer, 2016**).

#### 7.4 Elimination

L'élimination est la dernière phase du devenir du médicament. Elle correspond à l'excrétion du principe actif ou de ses métabolites à l'extérieur de l'organisme. Le taux d'élimination d'un médicament est habituellement un déterminant important de la durée de l'effet pharmacologique. Bien que le rein soit de loin l'organe d'excrétion le plus important, le foie, la glande salivaire, la sueur, les glandes mammaires et les poumons constituent des voies d'excrétion non rénales. L'excrétion rénale est le principal processus d'élimination pour les médicaments qui sont principalement ionisés au pH physiologique et pour les composés à faible solubilité dans les lipides (**Dougherty & Gucci, 2012**).

#### I.8 Principales maladies des poulets de chair

Les jeunes oiseaux sont le plus souvent sensibles aux maladies, car au stade de la formation et du développement, le corps est le plus sensible aux facteurs défavorables.

**Tableau X:** Principales maladies des poulets de chair

Pathologie	Définition	symptomatologie	Age	Prévention et traitement antibiotiques
<b>Salmonellose</b>	Pathologie infectieuse qui se propage par des gouttelettes en suspension dans l'air des oiseaux sains aux oiseaux malades.	Un larmolement, une perte d'appétit, une diarrhée, un retard de croissance et un gonflement des jambes.	Durant tout le cycle	-la lévomycéline Pour la prévention de la maladie, il vaut la peine d'utiliser: des suppléments minéraux. Parfois, le médicament Enroflon est utilisé.

<b>Aspergillose</b>	C'est une maladie fongique qui affecte le système respiratoire	Provoque une respiration sifflante, une toux, et une perte d'appétit	Durant tout le cycle	Bonnes pratiques d'hygiène + antibiotiques
<b>Rachitisme</b>	Cette maladie est causée par une carence en calcium, vitamine D, phosphore	Ramollissement du bec, retard de développement, courbure des os.	la maladie peut apparaître du 8 au 10e jour de vie	ajuster le régime alimentaire
<b>La grippe aviaire</b>	Il s'agit d'une pathologie infectieuse transmise aux poulets domestiques par les oiseaux sauvages.	Augmentation de la température corporelle, une soif apparaît, une perte d'appétit est observée et une diarrhée.	Durant tout le cycle	Il n'existe actuellement aucun traitement efficace contre la grippe aviaire. La viande d'oiseaux malades ne doit pas être consommée. Par conséquent, ils sont abattus et brûlés.
<b>Coccidiose</b>	C'est une infection causée par une infection à eimeria tenella.	1-2 jours après l'infection, la diarrhée, la perte d'appétit, la faiblesse apparaissent. Les plumes deviennent échevelées et la peau devient pâle. Les poulets meurent après 4 jours.	Durant tout le cycle	Pour faire face à la maladie, des médicaments tels que Koktsisan, Baykoks sont utilisés. Les oiseaux doivent être isolés et des médicaments ajoutés à la nourriture et à l'eau pendant 4 jours.

<b>Sinusite</b>		bâillement, la respiration sifflante et la toux gonflement des paupières, du liquide des yeux et du nez, des crampes, des éternuements, des plumes	Durant tout le cycle	Le médicament le plus efficace est la terramycine La chlortétracycline
-----------------	--	---	----------------------	---

### I.9 La résistance bactérienne aux antibiotiques (antibiorésistance)

La résistance aux antibiotiques est la capacité d'un micro-organisme à résister aux effets des antibiotiques. Les antibiotiques exercent une pression sélective dans l'environnement. Les bactéries présentant une mutation leur permettant de survivre, continuent à se reproduire, en transmettant à leur descendance leurs gènes de résistance, produisant rapidement une génération des bactéries majoritairement résistantes (Davies, 2010).

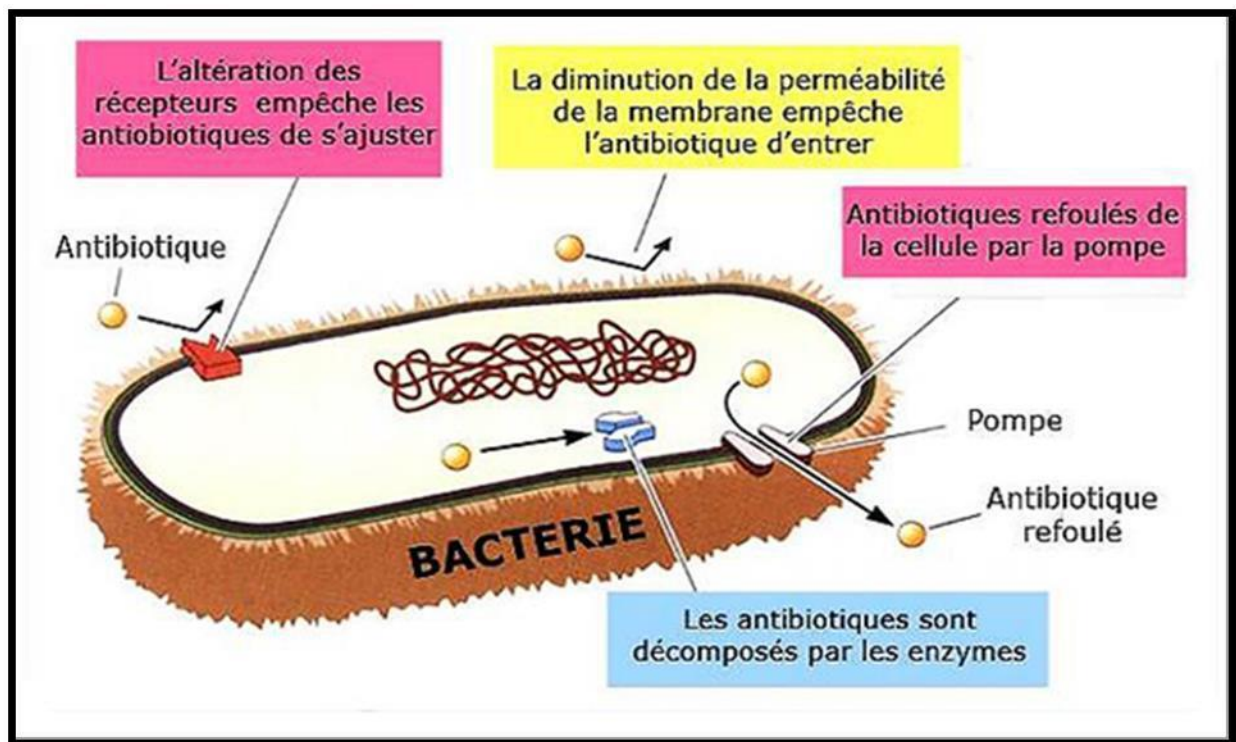
Parmi les facteurs qui contribuent au phénomène de la résistance, on trouve les diagnostics erronés, les prescriptions abusives et l'utilisation inappropriée d'antibiotiques par les éleveurs en complément alimentaire pour une croissance accélérée des animaux d'élevages (Silbergeld et al. 2008).

La résistance aux antibiotiques peut intervenir par le biais d'un ensemble de mécanismes (Figure 4)

- ✓ **La mutation de la cible de l'antibiotique :** Chaque antibiotique agit en se fixant sur une cible précise dans la cellule (paroi, ribosome), la présence d'une modification consécutive à une mutation modifie le site de fixation et empêche ainsi la liaison de l'antibiotique. C'est un des mécanismes de résistance à la streptomycine, l'un des premiers antibiotiques utilisés pour traiter la tuberculose.
- ✓ **La modification de l'antibiotique :** De nombreuses souches résistantes fabriquent une enzyme qui modifie ou qui clive la molécule d'antibiotique, la rendant inactive. C'est le mécanisme principal de résistance aux bêta-lactamines (famille des pénicillines et des céphalosporines) qui implique les enzymes de la famille des bêta-lactamases.

- ✓ **La réduction de la perméabilité membranaire** : La bactérie ferme les pores par lesquels l'antibiotique pénètre dans la cellule. Ces pores sont normalement constitués par des protéines qui forment des canaux et que l'on appelle des porines. Les bactéries résistantes réduisent leur nombre de porines.
- ✓ **L'efflux des antibiotiques** : Les bactéries sont capables d'éliminer les antibiotiques par transport actif hors de la cellule, qui recrache littéralement les composés toxiques en dehors

C'est l'un des principaux mécanismes de résistance de *Pseudomonas aeruginosa*, un pathogène opportuniste responsable de nombreuses infections nosocomiales (Alemayehu et Serawit, 2015).



**Figure 4** : Les différents mécanismes d'antibiorésistances (Alemayehu et Serawit, 2015)

### Partie II : Les résidus d'antibiotiques

Malgré un intérêt majeur de recourir aux antibiotiques en élevage dans la lutte contre les maladies infectieuses bactériennes, la vigilance reste de mise compte tenu des risques pour la santé animale et la santé publique.

#### II.1 Définition

Les résidus d'antibiotiques sont définis comme étant tous principes actifs ou leurs métabolites qui subsistent dans les viandes ou autres denrées alimentaires provenant de l'animal auquel le médicament en question a été administré (Directive 852/81/CEE, 1981) **(Mensah et al. 2014)**.

Tel que le règlement 2377/90/CEE modifie légèrement cette définition en la complétant. Les résidus sont définis comme toute substance pharmacologique active, qu'il s'agisse de principes actifs, d'excipients ou de métabolites présents dans les liquides et tissus des animaux après l'administration de médicaments et susceptibles d'être retrouvés dans les denrées alimentaires produites par ces animaux **(Stoltz, 2008)**.

#### II. 2 Facteurs de persistances

La persistance des résidus varie selon plusieurs facteurs :

- a) Facteurs liés au médicament lui-même :** la forme physique et chimique du médicament interviennent dans son absorption et sa distribution dans l'organisme.
- b) Facteurs liés au mode et à la voie d'administration :** les antibiotiques sont administrés aux animaux par différentes voies, c'est-à-dire par injections, oralement dans l'eau ou la nourriture, par voie cutanée ou par des infusions intra mammaires ou intra utérines.
- c) Facteurs liés à l'animal :** correspondent essentiellement à son espèce mais également à l'âge et à l'état pathologique.

Il existe de différences notables sur ces points entre les différents antibiotiques. Ainsi pour réduire l'incidence de ces résidus, sont conseillées sous forme de « liste positive », l'utilisation sélective de molécules et de certaines formes d'administration. **(NOUWS et VERDYK, 1991)**

### II.3 Risques sanitaires causés par les résidus d'antibiotiques

#### 3.1 Risque de toxicité directe

Cette toxicité ne s'exprime qu'après consommation répétée de denrées alimentaires contenant des résidus du même antibiotique. La toxicité directe des antibiotiques est dans l'ensemble extrêmement limitée. Le cas de toxicité potentielle fréquemment cité est celui du Chloramphénicol qui serait impliqué comme agent causal dans plusieurs cas d'anémie aplasique chez l'homme, cet antibiotique a donné des preuves suffisantes de ses propriétés aplasiantes **(Gysi, 2006)**.

Aussi, les nitrofuranes sont soupçonnés de foetotoxicité, ainsi que certains sulfamides qui seraient tératogènes et foetotoxiques à forte dose en cas d'exposition au début de la grossesse et se traduisent par un ralentissement fœtal ou néonatal à type d'atteinte de la croissance, ou de la maturation histologique ou de la fonction des organes en place. Ces molécules passent dans le lait maternel et sont toxiques pour les nourrissons de moins d'un mois, ils auraient des effets néfastes sur le matériel génétique et notamment l'ADN, sur la reproduction, la fertilité. Les antibiotiques seraient également responsables de neurotoxicité tels que les pénicillines dont l'effet toxique est attribué au noyau bêtalactame et à ses propriétés inhibitrices sur la transmission du système GABA **(Châtaigner & Stevens, 2005)**.

#### 3.2 Risque allergique

Les résidus d'antibiotiques provenant des denrées alimentaires sont parfois incriminés en allergologie humaine. En effet, ils réunissent plusieurs conditions pouvant donner lieu à des manifestations de type allergique : faibles concentrations, administration par voie orale et exposition occasionnelle est discontinuée **(Khattab et al, 2010)**.

Les familles d'antibiotiques qui sont souvent mises en cause sont : les  $\beta$ -lactamines, les tétracyclines, les quinolones, les macrolides et les sulfamides. Les principes actifs des médicaments tout comme des molécules de faible poids moléculaire (haptène) peuvent se lier de façon irréversible à des grosses molécules, très souvent protéique, appelées molécules porteuses, il se forme alors un complexe qui peut être immunogène et allergène **(Demoly et al, 2000)**.

Pour qu'une allergie se déclare, il faut que l'organisme ait été en contact au moins deux fois avec l'allergène : Un premier contact sensibilisant, généralement asymptomatique, permettant à l'organisme de reconnaître l'allergène et un deuxième contact déclenchant qui va

provoquer la crise allergique et ce pour des doses d'allergène même très inférieures à celles ayant provoqué la sensibilisation. Compte tenu des très faibles taux de résidus, comparés à la concentration d'antibiotique lors de traitement ou de prophylaxie, il est très improbable que les résidus soient à l'origine d'une sensibilisation primaire de l'individu, mais plutôt d'un effet déclenchant (**Spertini et al, 2012**).

Les manifestations les plus fréquentes sont : des éruptions cutanéomuqueuses diverses, des éruptions urticarienne avec fièvre, des réactions de bronchospasme, des troubles digestives et rarement des réactions plus graves tel que l'oedème de Quincke et le choc anaphylactique (**Merad, 2001**).

### 3.3 Risque cancérigène

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. Ces molécules sont bien connues comme carcinogènes génotoxiques (**Sanders, 2005**).

L'expérimentation animale a montré que leur utilisation prolongée pouvait être à l'origine de modification du matériel génétique et de l'apparition de tumeurs. Le pouvoir mutagène et le pouvoir carcinogène potentiels de ces composés proviennent de la nitro-réduction du médicament, conduisant à la formation de métabolites électrophiles et à leur fixation à l'ADN (**Leitner et al, 2001**).

La majeure partie des résidus de nitrofuranes dans les denrées alimentaires sont liés aux protéines, leur pouvoir cancérigène est alors annihilé. La fixation des composés génotoxiques aux protéines est un effet biologique favorable qui opère comme un mécanisme de défense en abolissant le potentiel génotoxique des composés électrophiles et ainsi de prévenir l'attaque électrophile de l'ADN. Pour éviter ces risques, les nitrofuranes et la furazolidone sont aujourd'hui interdits chez les animaux de production dans de nombreux pays (**Bernard, 2003**).

### 3.4 Risque de perturbation de la flore digestive du consommateur

Certains résidus d'antibiotiques ayant encore une activité contre les bactéries, sont potentiellement capables de modifier la microflore intestinale de l'homme. La présence de résidus de ces antibiotiques dans les denrées alimentaires peut entraîner un risque d'affaiblissement des barrières microbiologiques et de colonisation de l'intestin par des bactéries pathogènes ou opportunistes (**Fabre & al, 2000**).

L'activité des résidus d'antibiotiques peut provoquer la mort de certaines bactéries ou diminuer leur aptitude à proliférer dans l'intestin : vitesse de croissance diminuée, affinité pour un substrat nutritionnel diminuée ou adhésion diminuée. L'atteinte de certaines populations bactériennes qui font partie de la flore normale entraîne le développement d'autres populations bactériennes pouvant être pathogènes ou opportunistes. Ce phénomène est appelé « abaissement des barrières microbiologiques » ou « diminution de la résistance à la colonisation ». L'effet de barrière est ainsi défini comme l'action antagonistes exercée par la microflore envers certaines bactéries, notamment celles qui viennent de l'extérieur (**Perrin-Guyomard et al, 2005**).

### 3.5 Risques d'antibiorésistance

L'apparition de la résistance aux antibiotiques chez les bactéries peut être liée à des mauvaises pratiques thérapeutiques (posologie inadaptée, fréquence d'administration, non-respect de la prescription) ou à l'utilisation des antibiotiques comme facteurs de croissance, favorisant ainsi le développement rapide du phénomène de la résistance bactérienne aux antibiotiques (**Chataigner & Stevens, 2005**).

La capacité d'adaptation d'une bactérie dans un milieu contenant des agents chimiques néfastes pour elle est connue depuis longtemps. La résistance aux antibiotiques peut être définie selon différents points de vue, (**Bourin et al, 1993**) :

- 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), (**Bourin et al, 1993**)
- 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, (Guillemot, 2006)

- 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, (Guillemot, 2006)
- 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, (Guillemot, 2006)

Ce phénomène de résistance peut être mis en évidence, *in vitro*, par la croissance du germe en présence de concentrations d'antibiotiques pouvant être atteintes en thérapeutique, (**Bourin et al, 1993**).

L'acquisition de cette résistance bactérienne peut être due à plusieurs mécanismes :

- L'apparition d'une mutation génétique et la sélection naturelle des bactéries résistantes si celle-ci sont placées de façon répétée dans un milieu contenant des antibiotiques.
- Le transfert de plasmides entre des bactéries résistantes et sensibles. Ce transfert de plasmides peut se faire entre des bactéries d'espèces différentes, ce qui autorise alors des échanges entre les bactéries d'origine alimentaire et les bactéries du tube digestif de l'homme (**Van Den Bogaard, 2001**).

### 3.6 Risques d'ordre technologique

La présence d'antibiotiques dans la viande entraîne des accidents de fabrication par exemple du Salami et autres produits de fermentation de la viande. (**Scippo, 2008**).

### II.4 Prévention des risques de la présence des résidus d'antibiotiques

Trois notions sont à respecter : la notion de la limite maximale des résidus (LMR), la notion du temps d'attente et La dose journalière acceptable (DJA).

#### 4.1 Limite maximale de résidu (LMR)

Les limites maximales de sécurité représentent la quantité maximale de résidu d'un médicament autorisée dans un aliment au moment de sa consommation par l'homme. La consommation d'un aliment d'origine animale qui contient une concentration de résidu médicamenteux égale ou inférieure à la LMR ne présente pas de risque pour l'homme. Si la quantité de résidu de médicament dans l'aliment est supérieure à la LMR, cet aliment est considéré falsifié et impropre à la consommation humaine (**Laurentie & Sanders, 2002**).

##### 4.1.1 Fixation de la LMR

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. Cette LMR est calculée en prenant en compte le risque toxicologique et l'effet potentiel des résidus sur la flore digestive d'homme.

Selon **Fabre et al (2006)** la fixation de la LMR s'appuie sur 3 notions essentielles :

- Recherche de la dose sans effet sur l'animal par différents tests biologiques
- Partant de cette DSE et de facteurs de sécurité, calcul d'une Dose Journalière Admissible (DJA).
- Partant de cette DJA, de la connaissance de consommation alimentaire moyenne des habitants et de l'analyse de la répartition dans les différents tissus et organes, on calcule les LMR.

Cette LMR ne doit pas être dépassée pour des aliments issus des productions animales (tableau XI) (**Fabre et al, 2006**)

Tableau XI : Exemples de limite maximale de résidus (Fabre et al, 2006).

Principe actif	Espèces	Organes	LMR (ug/kg)
Danofloxacin	Volailles	Muscle	200
		Graisse	100
		Foie	400
		Rein	40
Avilamycine	Volailles	Muscle	50
		Graisse	100
		Foie	300
		Rein	200

#### 4.2 La dose journalière acceptable

La dose journalière acceptable représente la quantité totale de substance que l'homme peut ingérer chaque jour pendant toute sa vie sans qu'il en résulte d'inconvénients pour sa santé. En tenant compte d'une répartition théorique des consommations quotidiennes des différentes denrées d'origine animale et sur la base des informations pharmacocinétiques disponibles sur le devenir des substances dans les espèces animales, les experts de l'OMS ont définie des doses journalières acceptables pour différents principes actifs (Gysi, 2006).

#### 4.3 Délai d'attente

Le temps d'attente est défini comme le délai entre la dernière administration de l'antibiotique à l'animal et le moment où celui-ci ne présente plus de résidus dans ses tissus ou dans ses productions. Le respect de ce temps d'attente permet de commercialiser les denrées qui présentent des concentrations inférieures ou proches de la limite maximale des résidus garantissant la protection de la santé du consommateur. Selon la directive 81/851/CEE le délai d'attente est défini comme : « la durée pendant laquelle l'animal traité ne doit pas être abattu ou les denrées alimentaires produites par l'animal traité (lait, œufs, miel) ne peuvent être commercialisées en vue de la consommation humaine » (Gysi, 2006).

Par exemple le délai d'attente de l'Erythromycine chez la volaille est de 21 jours. **(Fabre et al., 2006).**

### 4.3.1 Fixation du temps d'attente

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. Ceci nécessite une première investigation avec des molécules marquées, puis de nombreux travaux complémentaires pour les doser. Les différents temps d'attente proposés devront assurer qu'il n'y a pas de résidus mesurables dans les productions d'animal vivant ou dans les denrées alimentaires obtenues après l'abattage, **(Milhaud, 1978).**

### 4.3.2 Modalité de détermination du temps d'attente

Le temps d'attente est calculer en utilisant les résultats des études pharmacocinétiques de déplétion des résidus, réalisées sur un nombre suffisant d'animaux, recommandé par la ligne directrice, **(Milhaud et Pinault, 1999).**

### 4.3.3 La méthode classique

Consiste à fixer comme temps d'attente, le délai nécessaire pour que tous les tissus, de tous les animaux d'essai, présentent une teneur en résidus inférieure à la LMR fixée pour chacun d'eux. Ce délai de sécurité peut être estimé à 10 à 30% du délai précité, ou 1 à 3 fois la demi-vie d'élimination, en tout cas au moins 1 à 2 jours, **(Milhaud et Pinault, 1999).**

### 4.3.4 La nouvelle méthode proposée

Elle utilise une approche statistique se basant sur des principes de pharmacocinétique bien établis. Elle considère que l'élimination des résidus correspond à un modèle cinétique monocompartimental, la décroissance des concentrations en fonction du temps d'attente par une analyse de régression linéaire du log de la concentration en fonction du temps, **(Milhaud et Pinault, 1999).**

### II.5 Objectifs et stratégie d'évaluation des résidus

C'est une démarche visant la protection de la santé publique consistant à définir la concentration maximale de résidus, résultant de l'utilisation normale du médicament, reconnue comme acceptable, dans ou sur un aliment, sans qu'il en résulte un risque d'altération de la santé du consommateur. Cette concentration est la LMR.

La fixation des LMR est l'aboutissement de la première phase de l'analyse des risques formalisés en dernier lieu par la Comité du Codex Alimentarius sur les résidus de Médicaments Vétérinaire dans les Aliments (CCVRDF). Cette analyse des risques comporte 3 composantes (Milhaud et Pinault, 1999) :

- L'appréciation des risques (C'est un processus à base scientifique en 4 étapes : L'identification des dangers ; La caractérisation des dangers ; L'évaluation de l'exposition ;)
- La gestion des risques
- La communication sur les risques.

#### II.5.1 L'appréciation des risques

C'est un processus à base scientifique en 4 étapes :

##### II.5.1.1 L'identification des dangers

Il a pour objet d'identifier les résidus médicamenteux (nature, concentration et éventuellement biodisponibilité) susceptibles de provoquer des effets adverses pour la santé et qui peuvent être présents dans un aliment, (Sachot et Puyt, 2001).

##### II.5.1.2 La caractérisation des dangers

Elle consiste à évaluer le potentiel toxique (nature, relations dose/effet) et les autres effets défavorables éventuels des résidus qui seront effectivement présents dans les denrées destinées à l'alimentation de l'homme. Le premier objectif de cette étape est la connaissance de la relation dose-réponse qui doit être établie expérimentalement en grande partie sur l'animal de laboratoire et qui permet de déterminer une Dose Sans Effet (DSE). Son second objectif est l'établissement d'une Dose Journalière Acceptable (DJA) pour l'homme par extrapolation des résultats de l'évaluation expérimentale ayant conduit à la DSE, (Milhaud et Pinault, 1999).

### II.5.1.3 L'évaluation de l'exposition

C'est l'estimation qualitative et quantitative de l'ingestion probable des résidus médicamenteux par le biais des aliments ou de l'exposition à d'autres sources le cas échéant, (Milhaud et Pinault, 1999).

### II.5.1.4 La caractérisation des risques

Qui consiste enfin à estimer qualitativement et/ou quantitativement la probabilité de fréquence et de la gravité des effets adverses connus ou potentiels sur la santé susceptibles de se produire dans une population donnée sur la base des trois précédents points. Il convient ici d'estimer les conditions d'utilisation de la substance médicamenteuse et les résidus acceptables compte tenu du niveau de risque acceptable pour le consommateur. C'est à cette étape que l'on aboutit ainsi à la proposition d'une ou plusieurs LMR compatibles avec les bonnes pratiques d'utilisation des médicaments vétérinaires qui permettent de garantir sur la base des ingérés alimentaires retenus de garantir que les valeurs de DJA ne soient pas dépassées, (Sachot et Puyt, 2001).

### II.5.2 La gestion des risques

C'est le processus consistant à mettre en balance les différentes politiques possibles compte tenu des résultats de l'appréciation des risques et au besoin, à choisir et à mettre en oeuvre les mesures de contrôle appropriées et les mesures réglementaires. Entre notamment dans cette partie le choix des valeurs des facteurs de sécurité utilisés pour le calcul des LMR, (Sachot et Puyt, 2001).

### II.5.3 La communication sur les risques

C'est défini comme étant un échange interactif d'informations et d'opinions sur les risques entre les responsables de leur appréciation et de leur gestion, les consommateurs et les autres parties intéressées. Cette procédure vise les médicaments vétérinaires destinés aux animaux dont les productions sont destinées à la consommation humaine ; elle est définie dans ce cas par le règlement (CEE) n° 2377/90 et l'arrêté du 4 septembre 1994. Mais une démarche similaire est suivie avec d'autres contaminants alimentaires potentiels tels que les résidus de produits phytosanitaires ou des contaminants de l'environnement tels que des métaux, (Milhaud et Pinault, 1999).

### II.6. Persistance et thermodegradabilité des molécules d'antibiotiques

Les antibiotiques utilisés dans les élevages de poulet peuvent laisser des résidus dans le muscle et dans d'autres tissus comestibles si le temps pour que ces résidus se dissipent avant l'abattage n'est pas respecté. L'existence de résidus d'antibiotiques dans la viande de poulet et leur transfert aux consommateurs sont la cause de certains risques sanitaires qu'on a évoqué précédemment. Par conséquent les limites maximales de résidus pour les antibiotiques (LMR) ont été fixées par plusieurs organismes FAO UE. Mais ces LMR sont fixes pour les viandes fraîches les quantités des résidus sont habituellement mesurées sur des viandes non cuites. Certaines études ont montré que les résidus d'antibiotiques, en particulier d'OCL OTC, sont des composants instables qui se dégradent lors de la cuisson. Ceci nous donne la confirmation sur leur thermodegradabilité. En effet un chauffage de la molécule d'HCL OTC à 85<sup>0</sup> c pendant 50 minutes diminue son effet inhibiteur de 57% et une cuisson à 145<sup>0</sup>c pendant 20 minutes est suffisante pour détruire presque 55% de la quantité de résidus contenue dans le poulet traité avec l'HCL OTC.

Ces traitements thermiques ont le potentiel pour rendre la viande de poulet qui contient une quantité de résidus importante dépasse la LMR probablement sans danger pour la consommation humaine. On a pu conclure qu'une température et une durée de cuisson convenable a un grand effet sur les pertes résiduels et offre une marge de sécurité additionnelle pour le consommateur pour éviter tout risque présenté par les résidus de l'antibiotique HCL OTC.

### II. 7 Maitrise de la qualité sanitaire de la viande en aviculture

L'ensemble des mesures mises en œuvre en élevage, à l'exemple du plan ÉcoAntibio 2017, a pour double objectif de conserver un arsenal thérapeutique pour lutter contre les maladies bactériennes, mais aussi de permettre une diminution de l'antibiorésistance des bactéries d'origine animale.

La réglementation européenne (Directive 2001/82/CE et Règlement UE 712/2012) impose pour tout antibiotique à usage vétérinaire l'évaluation de sa qualité, de son innocuité envers l'utilisateur, le consommateur, l'environnement et l'animal auquel il est destiné ainsi que l'évaluation de son efficacité. Une autorisation de mise sur le marché est délivrée si l'étude scientifique conclut que le bénéfice lié à son utilisation est supérieur aux risques encourus. En

outre, l'Agence nationale du médicament vétérinaire (ANMV) assure le suivi des antibiotiques après leur mise sur le marché, que ce soit au niveau de la fabrication (contrôle des bonnes pratiques de fabrication, contrôle de la qualité), de leur commercialisation (contrôle de la publicité) ou de leurs effets indésirables (pharmacovigilance).

Dans l'intérêt d'aider les exploitants du secteur agroalimentaire et à respecter les règles d'hygiène alimentaire à toutes les étapes de la chaîne alimentaire et appliquer les principes HACCP développés par le Codex alimentarius aussi les guides de bonnes pratiques constituent un outil précieux.

Ainsi, pour aider les entreprises dans ce processus de mise en conformité, les guides de bonnes pratiques d'hygiène (GBPH) ont été développés au niveau européen.

Le secteur avicole est un secteur sensible et spécifique, Il faut reconnaître que la maîtrise de la sécurité sanitaire des viandes de volailles demeure toujours tributaire de l'amélioration des «conditions d'élevage», et aussi des «conditions d'hygiène» générale de manipulation et de conservation de ces produits caractérisés par des risques sanitaires particuliers et bien spécifiques à cette filière, dominés par le danger «salmonellique» et le danger «résidus médicamenteux» imposant le respect des principes réglementaires suscités.

L'application effective des bonnes pratiques d'hygiène et les fondements de la traçabilité sont préalables à la mise en place du système HACCP qui permet d'aider les professionnels à répondre à l'exigence de l'analyse des dangers potentiels à toutes les étapes de la chaîne de production et cela pour avoir la qualité qui est une nécessité et une exigence.

D'ailleurs, ce guide peut être mis à profit pour la mise en place des systèmes de managements de la qualité et de la sécurité sanitaire des aliments en vue d'une certification selon les normes ISO 9001 et ISO 22.000. Les professionnels du secteur peuvent également se référer à ce guide dans leur démarche pour l'agrément sanitaire vétérinaire des établissements d'abattage et de découpe de viandes de volailles afin de se conformer à la réglementation en vigueur.

## **PARTIE III : Les méthodes de détection et de quantification des antibiotiques**

Deux types de tests sont utilisés pour rechercher les résidus d'antibiotiques dans les denrées d'origine animale :

- Des tests microbiologiques qui utilisent le principe de la croissance bactérienne, ce sont des méthodes bactériennes encore appelées méthodes d'inhibition.
- Des tests qui utilisent des méthodes physico-chimiques, tel que la chromatographie en couche mince, la chromatographie en phase liquide ou la chromatographie en phase gazeuse, des techniques enzymatiques ou des techniques immunologiques (**Stoltz, 2008**).

### **III.1 Méthodes de détection microbiologique**

Ces méthodes ont pour objet, à l'aide de microorganismes sensibles, la mise en évidence des résidus de substances à activité antibiotique sans déterminer leur identité (**Pavlov et al, 2008**).

#### **1.1 Méthode Alternative (PremiTest)**

Elle permet de détecter les substances antimicrobiennes présentes dans la viande fraîche, la charcuterie, les reins, les poissons et les œufs. C'est un test à large spectre, qui permet de détecter un grand nombre d'antibiotiques couramment utilisés pour la viande en moins de 4 heures et sur du jus de viande (**Eloit, 2004**).

#### **1.2 Méthode de Référence (Méthode des 4 boîtes)**

C'est la méthode officielle française de détection des résidus d'antibiotiques dans la viande. Elle a pour objet, à l'aide de microorganismes sensibles, la mise en évidence de résidus de substances à activité antibiotique sans déterminer leur identité. Elle est applicable aux muscles d'animaux de boucherie et volailles, aux muscles et foies (**Gaudin et al, 2006**).

Il existe de nombreuses méthodes microbiologiques pour la détection des résidus d'antibiotiques dans les viandes. Elles ont toutes les mêmes principes et se distinguent uniquement par une certaine modalité pratique (tableau XI).

**Tableau XII** : Les différentes méthodes microbiologiques pour détecter les résidus d'antibiotiques (Belmahdi, 2010).

Nom de la méthode	Microorganismes utilisés	pH du milieu de culture	Antibiotique détectés
<b>PremiTest</b>	<i>Bacillus stearothermophilus</i>	Se trouve sous forme de tubes contenant des spores de <i>B.stearothermophilus</i> dans une gélose.	Tous les antibiotiques
<b>Méthode Star</b>	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Micrococcus luteus</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Bacillus cereus</i> <i>Bacillus stearothermophilus</i>	pH 8 pH 8 pH 8 pH 6 pH 7,4	Aminosides β-lactamines+macrolides Tétracyclines Quinolones Sulfamides+ β -lactamines
<b>Méthode de référence (méthode des 4 boîtes)</b>	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Micrococcus luteus</i>	pH 6 pH 7,4 pH 8 pH 8	β -lactamines + tétracycline sulfamides aminosides β -lactamines + macrolides
<b>Test rénal</b>	<i>Bacillus subtilis</i>	Sous forme de kit	Tous les antibiotiques
<b>Test stop (Swab test on premises)</b>	<i>Bacillus subtilis</i>	pH 7,9	Aminosides
<b>Test des 2 boîtes (Two-plate test)</b>	<i>Bacillus subtilis</i>	pH 6 pH 8	β - lactamines+tétracyclines, sulfamides

### III.2 Méthodes de détection physico-chimique

Ces techniques de recherche des antibiotiques se sont considérablement développées ces dernières années. Elles constituent des applications particulières de principes analytiques déjà employés pour le dosage d'autres types de molécules. Parmi ces méthodes :

#### 2.1 Méthodes enzymatiques

Elles ont pour principe l'inhibition d'une enzyme en présence d'un résidu d'antibiotique spécifique. Cette enzyme n'est alors plus révélée par un indicateur coloré (**Brouillet, 2002**).

#### 2.2 Méthodes immuno-enzymatiques et immunologiques

Elles sont basées sur l'interaction antigènes-anticorps, qui est très spécifique pour un résidu particulier. La technique la plus répandue est l'Enzyme-Linked-Immuno Sorbent-Assay (E.L.I.S.A.) et le système de détection peut être basé sur des réactifs à enzymes marquées. Il y a différentes méthodes pour la quantification des antigènes, comme la méthode « double anticorps » encore appelée ELISA sandwich, Les Radio-Immuno-Assay (R.I.A.) sont basés sur la mesure de la radioactivité du complexe immunologique. D'autres tests utilisent la luminescence ou la fluorimétrie comme méthode de détection.

Les tests enzymatiques et immuno-enzymatiques sont plus utilisés par les laiteries, ces tests permettent un dépistage simple, peu onéreux, rapide et à un seuil proche ou inférieur à la LMR, de ces résidus d'antibiotiques et ainsi permettent le contrôle de la conformité des laits de collecte (**Brouillet, 2002**).

#### 2.3 Capteurs biologiques

Différents types de capteurs biologiques ont été développés pour le dépistage des résidus de médicaments vétérinaires dans la viande, dont bien sûr les résidus d'antibiotiques. Ces capteurs contiennent un anticorps comme élément de reconnaissance qui interagit avec l'analyte. Le signal biochimique qui en résulte est mesuré optiquement ou converti en un signal électronique qui est ensuite traité dans un équipement approprié.

Les capteurs biologiques sont capables de détecter simultanément de multiples résidus dans un échantillon et en une seule fois ce qui les rend intéressants pour le contrôle en laboratoire car ils permettent l'analyse d'un grand nombre d'échantillons et de résidus en un minimum de temps et avec un minimum de consommables utilisés pour l'analyse. Ils représentent aujourd'hui une vraie alternative aux tests ELISA (**Haughey et Baxter, 2006**).

### 2.4 Chromatographie liquide haute performance (HPLC)

Cette méthode s'est beaucoup développée durant les années 90. Elle est utilisée dans la détection de multiples résidus d'antibiotiques tel que les résidus de quinolone, de sulphonamide, de  $\beta$ -lactamine, de macrolide, de tétracycline, et ce, dans des types d'échantillons très variés tels que le lait ou les tissus (**Kennedy et al, 1998**).

### 2.5 Chromatographie liquide couplée à des techniques de spectrométrie de masse (LC-MS)

Le développement important de la chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse (LC-MS) dans le domaine de l'environnement a fait de cette technique un outil puissant pour la détermination précise des résidus d'antibiotiques (**Diaz-Cruz et Barcelo, 2007**). Cette méthode est utilisée pour l'analyse des aliments tels que : le lait, les poissons, et les tissus musculaires, (**Becker et al, 2004**).

**Tableau XIII** : Comparaison entre les méthodes bactériennes et les méthodes physico-chimique et immunologiques pour la recherche des résidus d'antibiotiques dans les denrées d'origine animale (Stoltz, 2008).

	<b>Méthodes bactériennes</b>	<b>Méthodes physico-chimiques et immunologiques</b>
<b>Principe</b>	- Mise en évidence du pouvoir d'inhibition de la croissance des souches sélectionnées	Dosage des molécules (résidus)
<b>Les différentes méthodes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Méthode officielle des quatre boîtes</li> <li>- Méthode des trois boîtes</li> <li>- Le « Fast antibiotic screen test »</li> <li>- Le PremiTest</li> <li>- Le Delvotest</li> <li>- Le Copan test P et S 100</li> <li>- Le Valio T101</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spectrométrie de masse</li> <li>- Chromatographie en phase liquide</li> <li>- Chromatographie en phase gazeuse</li> <li>- Chromatographie en couche mince</li> <li>- La méthode E.L.I.S.A</li> <li>- Tests enzymatiques : exemple : le Penzym</li> <li>- Tests immuno-enzymatiques</li> </ul>
<b>Particularités</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Large spectre de recherche de molécule antibiotique</li> <li>- Première étape des plans de contrôle</li> <li>- Utilisées quand l'antibiotique est Inconnu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grande variabilité des seuils de détection</li> <li>- Utilisées pour doser un antibiotique connu</li> </ul>

# *CONCLUSION*

---

---

## *Conclusion*

Plusieurs études ont mis en évidence les résidus d'antibiotiques dans la viande de poulet de chair conséquence de l'antibiothérapie inadaptée chez les animaux de production .la présence de ces contaminants chimiques dans les la viande de poulets, constitue un danger potentiel pour la santé humaine pour cela des mesures devraient probablement être prises par les acteurs des filières concernées. Ces mesures semblent être soit insuffisantes, soit n'ont pas encore été suivies d'effets. Des études doivent être suivies par les méthodes quantitatives qui vont mener à identifier clairement la nature du ou des antibiotiques présent(s) dans cette denrée, ainsi que les teneurs exactes. qui serviront de base de données scientifiquement exploitables par les pouvoirs publics, pour l'élaboration de réglementations et des prises de décisions visant à protéger la santé des consommateurs. En effet, l'Algérie à l'instar de nombreux pays du continent accuse un retard par rapport au reste du monde en matière de réglementation des résidus d'antibiotiques dans les denrées et ne possède pas de véritables plans de surveillance de la commercialisation, de l'utilisation et de la présence des résidus d'antibiotiques dans les poulets de chair. Ce qui nous amène à formuler un certain nombre de recommandations a l'adresse:

- Des pouvoirs publics pour l'adoption rapide des textes réglementant la présence des résidus d'antibiotique dans les denrées alimentaires et le renforcement des capacités des laboratoires de contrôle
- Des éleveurs pour l'abandon des mauvaises pratiques, la santé animale devant incomber uniquement aux professionnels (vétérinaire et auxiliaires bien formés)Des vétérinaires et pharmaciens vétérinaires pour une plus grande rigueur dans la délivrance des ordonnances et la vente des antibiotiques
- Des associations de consommateurs pour plus de sensibilisation sur le sujet et une réelle implication dans les organismes de normalisation nationaux.

Par ailleurs une attention particulière est impérativement accordé a l'effet combiné d'autres contaminatants chimiques avec les résidus d'antibiotiques sur la santé du consommateur.



## *Conclusion*

## **Références bibliographiques**

-A-

**Abdelouahed O(2007)** - Cours de nutrition humaine. Chapitre viandes, poissons et oeufs, page 2-4. Magistère surveillance de la chaîne alimentaire de la filière viande. Laboratoire de recherche de pathologie animale, développement des élevages et surveillance de la chaîne alimentaire. Département des sciences vétérinaires El Khroub (UMC) (Année 2006/2007).

**ALAMARGOT, J. (1982).** L'appareil digestif et ses annexes. *Manuel d'anatomie et d'autopsie aviaires*. Edition: *Le point vétérinaire*, 15-32.

**Alemayehu T. & Serawit D., 2015.** Overview on Mechanisms of Antibacterial Resistance. *International Journal of Research in Pharmacy and Biosciences*, **2** (1): 27-36.

**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, 1.*

**Anonyme (2007)** Les viandes de boucherie,page26.[http://www.restena.lu/ltb/downloads/memoire\\_sauber/viandes.pdf](http://www.restena.lu/ltb/downloads/memoire_sauber/viandes.pdf) (Consulter le13-05-2008.

**Anonyme 1 f (2007).** Cours de nutrition humaine. Chapitre viandes, poissons et oeufs, page 2-4. Magistère surveillance de la chaîne alimentaire de la filière viande. Laboratoire de

**Anonyme 1 g (2007).**La chromatographie, page 1-10. Centre de recherche et de restauration des musées de France C2RMF, 6 rue des Pyramides 75041 Paris cedex 01.

**Anonyme, (2018).**Arbor Acres, Guide d'élevage du poulet de chair.

Recherche de pathologie animale, développement des élevages et surveillance de la chaîne alimentaire. Département des sciences vétérinaires El Khroub (UMC)(Année 2006/2007).

-B-

**Beaumont, C., Le Bihan-Duval, E., Juin, H., & Magdelaine, P. (2004).** Productivité et qualité du poulet de chair.

**Becker, M., Zittlau, E., & Petz, M. (2004).** Residue analysis of 15 penicillins and cephalosporins in bovine muscle, kidney and milk by liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, **520**(1-2), 19-32.

**Belhadj, M. T. (2008).** *Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des viandes hachées commercialisées dans la wilaya de Bordj Bou Areridj* (Doctoral dissertation, Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire).

**Belmahdi, M., & Touati, A. E. (2009).** Etude de la résistance aux antibiotiques des souches d'entérobactéries isolées de la volaille.

**Belouam, A. (2000).** Etude de l'évolution des paramètres technico-économiques de la production avicole en Algérie: cas du poulet de chair. *Mémoire Ing. Agr., Université de Batna.*

**BENAYAD, S., BORDES, M., DAIX, A., DUFAY-LEENAERT, C., LOANNIDIS, V., LEVI, S., & SACAROGLU, V.** Réduction de la consommation de viande: Analyse des steaks végétaux comme alternative à la consommation de viande en Belgique. Impacts environnementaux et durabilité.

**Bernard A., 2003.** Nitrofurans residues in Belovo egg products: evaluation of the health risks for the consumer. *Rapport d'expert*, Université Catholique de Louvain (Belgique), 3p.

**Bonnet, J. (2014).** *Utilisation raisonnée des antibiotiques en élevage porcin. Démarche d'accompagnement dans sept élevages* (Doctoral dissertation).

**Boukhalfa, L. (2006).** L'aviculture en Algérie. Journée sur la grippe aviaire. *Batna. Algérie. Les, 15.*

**Brouillet P. (2002).** Residus de médicament dans le lait et test de détection.

**Brunel, V., Jehl, N., Drouet, L., & PORTHEAU, M. C. (2006).** Viande de volailles: Sa valeur nutritionnelle présente bien des atouts. *Viandes et produits carnés (Aubière), 25(1).*

Bull. Groupements techniques vétérinaires. V.15.171P.

-C-

**Chardon, H., & Brugere, H. (2014).** Usages des antibiotiques en élevage et filières viandes. *Cahiers Sécurité Sanitaire Santé Animale du Centre d'Information des Viandes.*

**Châtaigner, B., & Stevens, A(2005).** INVESTIGATION SUR LA PRESENCE DE RESIDUS D'ANTIBIOTIQUES DANS LES VIANDES COMMERCIALISEES A DAKAR.

**Chauvin C., Colin P., Guillot J.F., Laval A., Milleman Y., Moulin G. and Pellanne I. (2006).** Usage des antibiotiques chez l'animal. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA). Ploufragan.214P.

**Corpet, D. E. (2000).** Mécanismes de la promotion de croissance des animaux par les additifs alimentaires antibiotiques [Mechanism of antimicrobial growth promoters used in animal feed]. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 151(2), 99-104.

**Cup, J-L, (2008).** Microbiologie alimentaire. Chapitre les agents antimicrobiens, page 125-130. <http://diffusiondessavoirs.uomlr.fr/balado/wp->

**-D-**

**Davies, J., & Davies, D. (2010).** Origins and evolution of antibiotic resistance. *Microbiology and molecular biology reviews*, 74(3), 417-433.

**Deman, C. (2016).** Perspectives de marché et compétitivité des filières avicoles européennes.

**Demoly, P., Leynaert, B., Neukirch, F., & Bousquet, J. (2000).** Epidemiologic evidence for asthma and rhinitis comorbidity. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 106(5), S201-S205.

**Devie P., Divol A., Gilbert G., Laurent S., Legoasiou A., Olivon M., Petit J. (2006).** Les antibiotiques dans l'alimentation animale. P6.

**Díaz-Cruz, M. S., & Barceló, D. (2007).** Recent advances in LC-MS residue analysis of veterinary medicines in the terrestrial environment. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 26(6), 637-646.

**Djezzar, R. (2009).** *Le probiotique pediococcus acidilactici comme alternatif aux antibiotiques chez le poulet de chair* (Doctoral dissertation, Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire).

**Dougherty T.J. & Pucci M.J., 2012.** Antibiotic Discovery and Development. Edition: 1, Chapter: 22, Publisher: Springer US, pp. XVII, 1127.

**Dusser, P. (2005).** La réorganisation des échanges internationaux de produits agricoles-Quelles perspectives pour l'agriculture européenne. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 12(3), 203-210.

**-E-**

**Eliot M. (2004).** Plan de contrôle des résidus d'antibiotiques dans les viandes d'animaux de boucherie, de volaille, de gibiers, de lapin et de poisson d'élevage. P2.

-F-

**Fabre. J-M, Petit. C, Bosquet. G (2006)** – Comprendre et prévenir les risques de résidus d'antibiotiques dans les denrées d'origine animale, édition 2006, page 4. [www.delvotest.com](http://www.delvotest.com) (Consulter le 13-02-2017).

**Favier, J. C., Ireland, J., & Feinberg, M. (2002).** Répertoire général des aliments.

**Feliachi, K. (2003).** Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales: Algérie Octobre 2003 commission nationale AnGR. *P/Point focal algérien pour les ressources génétiques. Direction Générale de l'INRAA.*

**Fenardji, F. (1990).** Organisation, performances et avenir de la production avicole en Algérie. *L'aviculture en Méditerranée, Montpellier, CIHEAM, Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens, 253-261.*

**Ferrah A., 2004.** Les systèmes d'élevage en Algérie cas des petits élevages, OFAAL. 30p

**Fontaine M. et Cadoré J.L. (1995).** Vade-mecum vétérinaire vigot. Ed.16.

**Fontaine M. et Cadoré J.L. (1995).** Vade-mecum vétérinaire vigot. Ed.16.

-G-

**Gaudin V. Fabre J.M. and 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. Laboratoire d'étude et de recherches sur les médicaments vétérinaires et les désinfectants. Laboratoire communautaire de référence. FOUGERES. France. 86P.

**Guillemot. D (2006).** Usages vétérinaires des antibiotiques, résistance bactérienne et conséquences pour la santé humaine, page 10-214. (AFSSA Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments).

**Gurérin-Faubleé. V (2001).** Principes de l'utilisation des antibiotiques en pratique vétérinaire, page 2-6.

**Gysi M., 2006.** Antibiotiques utilisés en production laitière en 2003 et 2004. *Suisse Agric.* **38** (4) : 215-220.

**-H-**

**Haughey S.A. et Baxter C.A. (2006).** Biosensor for veterinary residues in food stuffs of A.O.A.C in international.P862-867.

**-J-**

**Jumaa S. & Karaman R., 2015.** Antibiotics. Edition: 1, Chapter: 2, Publisher: Nova Science Publishers, pp. 41-73.

**-K-**

**Kaci, A., & Cheriet, F. (2013).** Analyse de la compétitivité de la filière de viande de volailles en Algérie: tentatives d'explication d'une déstructuration chronique.

**Kechih-Boumar, S. (2011).** *standardisation de l'antibiogramme à l'échel national. Médecine humaine et vétérinaire. Ed. 6. Document édité avec la collaboration de l'OMS.* P-133-134-135.

**Kennedy, D. G., McCracken, R. J., Cannavan, A., & Hewitt, S. A. (1998).** Use of liquid chromatography–mass spectrometry in the analysis of residues of antibiotics in meat and milk. *Journal of chromatography A*, 812(1-2), 77-98.

**-L-**

**Lavigne J.P. (2007).** Effets des antibiotiques et mécanismes de résistance. P1

**-M-**

**MADR, 2011.** (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural), *Statistiques agricoles, séries A et B.* Alger, Algérie.

**Maillard R. (2002).** Antibiothérapie respiratoire de la dépêche vétérinaire. V.80.P15-17.

**Martin, C. (2008).** Urgences et infections. Guide de bon usage des antibiotiques, antifongiques, antiviraux, antiseptiques.

**Mensah, S. E. P., Koudandé, O. D., Sanders, P., Laurentie, M., Mensah, G. A., & Abiola, F. A. (2014).** Résidus d'antibiotiques et denrées d'origine animale en Afrique: risques de santé publique. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz*, 33(3), 1-27.

**Merad M., 2001.** Toxicité des antibiotiques. *Médecine du Maghreb*, 91 : 17-21.

**Mevius, D. J., Sprenger, M. J. W., & Wegener, H. C. (1999).** EU conference 'the microbial threat'. *International journal of antimicrobial agents*, 11(2), 101-105.

**Mevius. D-J, Rutter. J-M, Hart. C-A, Imberechts. H, Kempf. G, Laffont. J- P, Luthman. J, Moreno. M-A, Pantosti. A, Pohl. P, Wallasey. C-M (1999)** Antibiotic resistance in the European Union associated with the therapeutic use of veterinary medicines. Report and qualitative risk assessment by the committee for veterinary medicinal products, page 1-57. Editions Le point vétérinaire 2001.

**Mezouane M., 2010.** 1er Symposium des Sciences Avicoles, 9-11 Nov. Batna.

**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), page 25-40. Editions Le point vétérinaire 2001.

**Milhaud, G. (1978).** L'utilisation rationnelle des médicaments vétérinaire et le temps d'attente. *Rec. Méd. Vet*, 154(02), p177-185.

**Morin R., Uhland C. & Lévesque G., 2005.** L'utilisation des antibiotiques en pisciculture au Québec. *Aquicole*, 9 (3): 06.

-N-

**Ndiaye, M. L. (2002).** Contribution à l'étude de la contamination microbiologique de la viande de volailles. *Mémoire de DEUA, Faculté des sciences et techniques institut de technologie nucléaire appliquée ITNA Université Cheikh Anta Diop de Dakar.*

**NOUWS et VERDYK, (1991).** Injections sites and with drawl times, *Ann.Rech. Vet*, P145-150.

-O-

**Ouali, A. (1991).** Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande.

-P-

**Pavlov, A., Lashev, L., Vachin, I., & Rusev, V. (2008).** Residues of antimicrobial drugs in chicken meat and offals. *Trakia J Sci*, 6(1), 23-25.

**Perrin-Guyomard, A., Poul, J. M., Corpet, D. E., Sanders, P., Fernández, A. H., & Bartholomew, M. (2005).** Impact of residual and therapeutic doses of ciprofloxacin in the

human-flora-associated mice model. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 42(2), 151-160.

**Pujol-Dupuy, C. (2004).** *Accidents alimentaires d'origine bactérienne liés à la consommation de laits et produits laitiers* (Doctoral dissertation, Thèse doctorat médecinepharmacie, université Claude-Bernard-Lyon I, 20-25).

**-R-**

**Rahmani, T. (2006).** Situation de l'élevage du poulet de chair dans la daïra de Touggourt:(Casse Sidi-Mahdi-Commune de Nezl a). *Mémoire d'ingénieur: Université d'Ouargla*.

**Rezgui, A. (2009).** Analysis of antibiotic residues in foodstuffs in Tunisia: The tetracyclines, quinolones, and Sulphonamides; Analyse des résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires en Tunisie: Les tetracyclines, les quinolones et les sulfamides.

**Rotschafer J.C., Andes D.R. & Rodvold K.A., 2016.** Antibiotics pharmacodynamics. Edition: 1, Chapter: 4, Publisher: Humana Press, pp. XI, 666.

**Rowland M. & Tozer T-N., 2011.** Distribution kinetics. *Clinical Pharmacokinetics and Pharmacodynamics*, 4th ed. Pp : 561-602.

**-S-**

**Sanders P., 2005.** L'antibiorésistance en médecine vétérinaire : enjeux de santé publique et de santé animale. *Bull. Acad. vét. Fr.*, **158** (2) : 137–142.

**Scippo, M. L. (2008).** Introduction à la qualité et la sécurité des aliments Technologie, sécurité et qualité des aliments, introduction à la qualité et la sécurité des Aliments: aspects chimiques, 1er Master Méd. Vét. *VETE1023-1, Faculté de médecine vétérinaire, université de Liège*. p, 8-32.

**Silbergeld, E. K., Graham, J., & Price, L. B. (2008).** Industrial food animal production, antimicrobial resistance, and human health. *Annu. Rev. Public Health*, 29, 151-169.

**Spertini F., Comte D., Petitpierre S. & Bart P.A., 2012.** Allergie aux bêta-lactamines. *In Revue Médicale Suisse*, **337** : 836-842.

## Références bibliographique


**Stoltz, R. (2008).** Les résidus d'antibiotiques dans les denrées d'origine animale: évaluation et maîtrise de ce danger. *Ecole nationale vétérinaire de Lyon*, 50p.

**-T-**

**Talbert M., Willoquet G. et Gervais R. (2009).** Pharmacologie clinique le guide. Ed. le moniteur, Paris, p.p. 654-665.

**-V-**

**Van-Alestine W.G et Dyer D.C. (1995).** Antibiotic aerosolization: tissue and tissue and plasma oxytetracycline concentration in turkey poult. *Avian diseases*. V.29.P43



## ***Références bibliographiques***

La production de volaille est l'une des industries qui a une croissance très rapide dans le monde, elle représente l'une des principales sources de viande.

Les aviculteurs utilisent des antibiotiques de différentes classes préventifs et promoteurs de croissance afin d'augmenter le taux d'assimilation des aliments et de réduire l'incidence de la mortalité causée par une attaque pathogène, dans cette optique plusieurs pathologies peuvent être évoquées entre autres la coccidiose, colibacillose, salmonellose et la grippe aviaire. Les antibiotiques sont définis comme étant des substances naturelles substances antibactériennes d'origine biologique, c'est-à-dire produite par des micro-organismes ou de synthèse chimique qui est capable d'inhiber spécifiquement la vitalité d'autres micro-organismes par un mécanisme spécifique particulier jouant sur les mécanismes vitaux du germe. Cependant Les antibiotiques sont considérés comme étant des contaminants chimiques peuvent entraîner un dysfonctionnement du microbiote intestinal bénéfique et augmenter la résistance des agents pathogènes microbiens chez la volaille. En effet, l'usage intensif de ces derniers en aviculture pourrait favoriser, en cas de non-respect du délai d'attente, l'apparition de résidus d'antibiotiques dans la chaîne alimentaire et par conséquent engendrent des risques potentiels pour la santé du consommateur à savoir les risques cancérigènes, allergiques, foetotoxiques et l'antibiorésistance.

La présence de résidus d'antibiotiques dans la viande de volaille et les produits à base de viande au-delà des limites maximales admissibles est un sujet de grave préoccupation. Les traitements thermiques peuvent réduire le risque de certains sulfamides, tétracyclines et fluoroquinolones mais ne garantissent pas l'élimination complète ou la dégradation de ces résidus d'antibiotiques présents dans la viande de poulet. Certains pays développés, dont la Suède, la Norvège, le Danemark et l'Union européenne, ont déjà interdit l'application d'antibiotiques à des fins préventives et de croissance. Former les éleveurs à surveiller les délais d'attente quant aux méthodes de recherche et d'investigation sur ces contaminants préjudiciables plusieurs méthodes ont été développés notamment le test de référence celle des quatre boîtes qui sert à dépister et la méthode chromatographique HPLC la plus utilisée pour leur quantification.

Mots clés : volaille, antibiotiques, contaminants chimiques, résidus d'antibiotiques, résistance.

Poultry production is one of the fastest growing industries in the world, representing one of the main sources of meat.

Poultry farmers use antibiotics of different classes as preventive and growth promoters in order to increase the rate of assimilation of food and to reduce the incidence of mortality caused by pathogenic attack, in this perspective several pathologies can be mentioned among others coccidiosis, colibacillosis, salmonellosis and avian influenza. Antibiotics are defined as natural substances antibacterial substances of biological origin, is produced by microorganisms or chemical synthesis that is able to specifically inhibit the vitality of other microorganisms by a particular specific mechanism playing on the vital mechanisms of the germ. However, antibiotics are considered to be chemical contaminants that can cause dysfunction of the beneficial microbiota and increase the resistance of microbial pathogens in poultry. In fact, the intensive use of antibiotics in poultry farming could lead to the appearance of antibiotic residues in the food chain if the withdrawal period is not respected, and consequently to potential health risks for the consumer, namely carcinogenic, allergic, fetotoxic and antibiotic resistance risks.

The presence of antibiotic residues in poultry meat and meat products above the maximum allowable limits is a serious concern. Heat treatments can reduce the risk of some sulfonamides, tetracyclines and fluoroquinolones but do not guarantee the complete removal or degradation of these antibiotic residues from chicken meat. Some developed countries, including Sweden, Norway, Denmark and the European Union, have already banned the application of antibiotics for preventive and growth promotion purposes. To train farmers to monitor the waiting period for these harmful contaminants, several methods have been developed, including the four-box test for screening and the HPLC chromatographic method most commonly used for their quantification.

Key words: Antibiotic, Antibiotic residues, chemical contaminants, Heat treatments, resistance.



يعتبر إنتاج الدواجن من أسرع الصناعات نموًا في العالم، فهو أحد مصادر اللحوم الرئيسية. يستخدم مزارعو الدواجن المضادات الحيوية من فئات وقائية مختلفة ومحفزات للنمو من أجل زيادة معدل استيعاب الطعام وتقليل معدل الوفيات الناجمة عن الأمراض من بينها الكوك سيديا، وداء العصبية القولونية، وداء السالمونيال وأنفلونزا الطيور. من خلال آلية محددة خاصة بالآليات الحيوية للجراثيم. تعتبر مضادات الجراثيم من الملوثات الكيميائية التي يمكن أن تسبب خللاً في الميكروبات المعوية المفيدة وتزيد من عوامل المقاومة الميكروبية للدواجن. في الواقع، يمكن أن يؤدي الاستخدام المكثف لهذا الأخير في تربية الدواجن، لحالة عدم المتثال لفترة التسحاب، إلى ظهور بقايا المضادات الحيوية في السلسلة الغذائية وبالتالي يؤدي إلى مخاطر على صحة المستهلك. يعد وجود بقايا المضادات الحيوية في لحوم الدواجن ومنتجاتها أعلى من الحدود القصوى المسموح بها أمرًا يدعو إلى القلق الشديد. قد تقلل المعالجات الحرارية من مخاطر بعض السلفوناميدات والتترسيكلين والفلوروكينولونات، ولكن الازيل أو تفكك بقايا المضادات الحيوية كلها. بعض البلدان المتقدمة، بما في ذلك

السويد والنرويج والدنمارك والاتحاد الأوروبي، حظرت بالفعل استخدام المضادات الحيوية أغراض الوقاية والنمو.

الكلمات الرئيسية: الدواجن، المضادات الحيوية، بقايا المضادات الحيوية