

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI OUZOU



FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES
AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Science Alimentaire

Filière : Science alimentaire

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Thème

**Recherche des résidus d'antibiotiques dans les viandes
commercialisées dans certaines régions de la wilaya de Tizi-Ouzou**

Présenté par:

- Monir Kahina
- Si lakhal Fairouz

Devant le jury :

- Président : M^R AMROUCHE T. PROFESSEUR UMMTO
- Examinatrice 1: Mme REMANE Y. MAA UMMTO
- Examinatrice 2: Mme CHENAH M. MCB UMMTO
- Encadrante : Mme BOUDAUD S. MCB UMMTO
- Co-encadrant : M^R MSELA A. MCB UMMTO

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements :

Nous tenons à remercier le Dieu tout puissant qui nous a accordé santé et courage pour mener ce travail jusqu'à son terme. Nous tenons à remercier notre promotrice *Mme. Boudaoud Sonia* qui a accepté de nous encadrer et qui nous a toujours guidées dans la réalisation de ce mémoire, pour sa présence, sa patience, ses précieux conseils et sa grande disponibilité pour l'aboutissement de ce travail. Nous remercions aussi le Co-promoteur *Mr Msela Amine* pour ses explications et orientations. Nous remercions également le président *Mr. Amrouche .T* d'avoir présidé le jury, et les deux examinatrices *Mme Remane.Y* et *Mme Chenah M* d'avoir accepté d'examiner notre mémoire. Nous remercions également tous les membres de laboratoire de microbiologie, pour leurs aide technique. Nous remercions chaleureusement nos familles et nos amis (es) pour leurs soutiens. En fin Nous tenons à remercier également tous ceux qui ont participé de prêt ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes chères parents Hocine et Fazia ; Pour tout ce que vous avez fait pour moi, tout ce que le mot «merci » ne pourra jamais exprimer, Vous m'avez préparé au monde et vous m'avez ouvert les portes, et c'est avec émotion que je vous exprime toute mon affection et mon respect pour l'éducation que vous m'avez donné.

Je vous souhaite de partager avec moi par la grâce de notre Dieu, les fruits de vos sacrifices.

A ma grande mère que dieu l'accueille dans son grand paradis inchallah c'est celle qui m'a agrandi et m'a donné la tendresse et sagesse dans la vie .

A mon grand père que dieu te donne une longue vie

A mes frères Ravah ; Walid merci de remplir nos vies de joie et de bonheur

A ma chère sœur Kenza que dieu la protège pour moi.

A tous mes oncles maternelles et paternels chacun avec son nom sans exception.

A ma très chère tante maternelle Karima

A mon cousin Marzouk qui est comme mon grand frère il m'a orienter et conseiller dans mon chemin.

A toute la famille Monir.

A ma chère binôme Si lakhel Fairouz ainsi que sa famille adorable.

A toutes mes amies : Mélissa ; Hayat ; Miassa ; et surtout ma chérie Diana et ceux ou celles que j'ai oublié de citer, qu'il me pardonne.

A tous ceux qui ont participé de loin ou de près à la réalisation de ce travail

A toute la promotion technologie agroalimentaire et contrôle de qualité 2022 /

2023

Kahina

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

Ma mère Djoher

Affable, honorable, aimable : tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.

Mon père Ammar:

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous..

Ce travail est le fruit de tes sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation.

Mes frères Ouahab et Mohammed:

Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous .Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

Ma sœur Hanane:

En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour toi .Je te remercie pour ton hospitalité sans égal et ton affection si sincère. Je te dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

Ma grande mère maternelle

A la mémoire de la grande dame qui a tant sacrifié pour moi je te souhaite une longue vie.

Mon grand père maternelle

A la mémoire de grand monsieur qui ma donnée autant de tendresse, éducation, bonté que dieu l'accueille dans son vaste Paradies

A tout ma famille maternelle et paternelle, oncles et tantes, cousines et cousins.

Ma chère binôme

Kahina ma camarade d'enfance 17ans d'études=17ans d'amitié je te remercie au fond de mon cœur d'être toujours à mes cotés.

Mes copines et mes amis :

A mes copines, mes sœurs Siham, Miassa, Hayet, Melissa, Diana ainsi mes cousins d'amour : Zohra, Ouiza, Rachida, Razika, Imane, Amira, Mariem, Amel je vous remercie d'être toujours présents à mes cotés.

A toute la promo TAACQ 2022 / 2023

Fairouz Slkhl

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius.
AFNOR : Agence Française de Normalisation.
an : Année.
ATCC : American Type Collection Culture.
BHIB : Brain Heart Infusion Broth.
BS : Bacillus Steriothermophilus.
cm : Centimètre.
CPG : Chromatographie en Phase Gazeuse.
DJA : Dose Journalière Acceptable.
DO : Densité Optique.
ELISA : Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay.
g : Gramme.
h : Heure.
HPLC : Chromatographie Liquide Haute Performance.
ISO : Organisation Internationale de Standardisation.
Kg : Kilogramme.
L : Litre.
LC-MS : Chromatographie Liquide couplée à la Spectrométrie de Masse.
LMR : Limite Maximale des Résidus.
MH: Mueller Hinton.
min : Minute.
ml : Millilitre.
mm : Millimètre.
MS/ MS : Spectrométrie de masse en tandem.
NaCl : Chlore de sodium.
NB : Note Bien.
nm : Nanomètre.
OMS : Organisation Mondiale de la Santé.
PBP : Penicillin Binding protein.
pH : Potentiel d'Hydrogène.
CRE : Capacité à Rétention d'Eau.
PLP : Protéine de Liaison des Pénicillines.
QqQ : Triple-Quadripôle.
RIA : Radio-Immuno-Assay.
sec : Seconde.
UMMTO : Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.
AGPI : Acides Gras Polyinsaturés.
AGS : Acides Gras Saturés.
AGMI : Acides Gras Monoinsaturés.

Liste des tableaux

Tableau 1. Composition moyenne de muscle squelettique	4
Tableau 2. Les différentes catégories de protéine de viande	5
Tableau 3. Caractéristiques de la souche utilisée	28
Tableau 4. Nombre d'échantillons et parties prélevées des deux types de viande.....	28
Tableau 5. Familles d'antibiotiques recherchés.	31

Liste des figures

Figure 1. Qualités de la viande	6
Figure 2. État de la myoglobine et couleur de la viande	7
Figure 3. Organisation générale du muscle d'une viande	10
Figure 4. Trame conjonctive du muscle	11
Figure 5. Photographie de Alexander Fleming.....	13
Figure 6. Mécanisme d'action des antibiotiques	15
Figure 7. Les différents mécanismes de la résistance d'une bactérie aux antibiotiques	19
Figure 8. Premi®Test utilisé pour recherche de la présence des antibiotiques dans les denrées alimentaires d'origine animale	23
Figure 9. Principe du test ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay).....	24
Figure 10. Schéma du principe de RIA et du RRA	24
Figure 11. Principe de la chromatographie sur couche mince (CCM)	25
Figure 12. Principe de la chromatographie en phase gazeuse	25
Figure 13. Principe de la chromatographie en phase liquide	26
Figure 14. Schéma de couplage de la chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem	27
Figure 15. Conditionnement des échantillons	30
Figure 16. La suspension bactérienne après revivification	32
Figure 17. Boîte pétri après poussée des bactéries	33
Figure 18. Observation de <i>B. stearothermophilus</i> après une coloration de Gram sous microscope optique au grossissement 1000x	34
Figure 19. Prélèvements des colonies isolées puis prolonger dans l'eau physiologique	35
Figure 20. Ajustement de la suspension bactérienne en utilisant un spectrophotomètre	35
Figure 21. Homogénéisation de la suspension bactérienne quelques minutes avec un vortex	35.
Figure 22. Suspension bactérien standardisée	36
Figure 23. Gélose MH colée sur boîtes pétri	36
Figure 24. Méthode des puits réalisée sur boîte de pétri (carottage).....	38
Figure 25. Technique d'ensemencement sur la gélose MH	38
Figure 26. Dépôt des rondelles de viande	39
Figure 27. Plan de disposition des disques des viandes	40

Figure 28. Incubation des boites à l'étuve à 55C°pendant 24h.....	40
Figure29. Distribution des zones d'inhibitions	41
Figure30. Résultats de la recherche des résidus d'antibiotiques sur tous les échantillons analysés	42
Figure31. Répartition des résultats positifs selon le type de la viande.....	43
Figure32. Répartition des résultats positifs selon la partie prélevée de la viande rouge (bovins).....	45
Figure33. Répartition des résultats positifs selon la partie prélevée de la viande blanche (Poulet).	45
Figure 34. Exemple de quelques résultats positifs sur des échantillons de la viande blanche (parties cœur et abats). Les résultats positifs présentent une zone d'inhibition autour de l'échantillon d'un diamètre de = ou > à 9mm	46

Table des matières

Introduction	1
Chapitre I : Généralité sur les viandes.....	3
1.Définition de la viande.....	3
2.Classification des viandes	3
3.Composition chimique de la viande.....	4
4.La qualité de la viande	5
4.1. La qualité nutritionnelle	6
4.2. La qualité hygiénique	6
4.3. La qualité organoleptique.....	6
4.4. La qualité technologique	8
5.La valeur nutritive de la viande	9
5.1. La valeur énergétique	9
5.2. La valeur protidique	9
6.Structure du muscle d'une viande.....	9
6.1. Tissu conjonctif.....	10
6.2. Tissu musculaire.....	11
6.3. Tissu adipeux	11
7. Consommation de la viande en Algérie	11
Chapitre II : Les antibiotiques	13
1.Historique.....	13
2.Définition des antibiotiques	13
3.Caractéristiques des antibiotiques.....	14
4.Classification des antibiotiques	14
5.Mode d'action des antibiotiques	15
6.Les familles des antibiotiques.....	16
7.Utilisation des antibiotiques.....	16
Chapitre III : Les résidus des antibiotiques	17
1.Définition	17
2.Facteur de persistance	17
3.Risques sanitaires liées à la présence de résidus d'antibiotiques.....	17
3.1. Toxicité directe.....	17

3.2. Risques allergiques.....	17
3.3. Risques cancérogènes	18
3.4. Risque de perturbation de la flore intestinale.....	18
3.5. Risque de résistance aux antibiotiques.....	18
4.Prévention des risques de présence des résidus d'antibiotiques.....	21
4.1. La limite maximale des résidus (LMR)	21
4.2. La dose journalière acceptable (DJA)	21
4.3. Le délai d'attente	21
5.Méthodes de détection des résidus d'antibiotiques.....	21
5.1. Les tests microbiologiques	19
a.Méthode de diffusion dans la gélose	22
b.La méthode référentielle (méthode des quatres boites).....	22
c.Méthode alternative (Premi®Test)	22
5.2. Les tests physico-chimiques.....	23
a. Méthodes enzymatiques.....	23
b. Méthodes immuno-enzymatiques et immunologiques	23
c. La chromatographie haute performance en couche mince	25
d.Chromatographie en phase gazeuse (CPG)	25
e. La chromatographie liquide haute performance (HPLC)	26
f. Chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse (LC-MS) ...	26
Chapitre IV : Matériels et méthodes.....	28
1.Objectifs de travail.....	28
2.Cadre d'étude	28
3.Matériels	28
4.Méthodes.....	28
4.1. Milieux de culture et réactifs utilisées	28
4.2. Origine des souches.....	29
4.3. Échantillonnage.....	29
4.4. Prélèvement et stockage	30
4.5. Traitement des échantillons.....	30
4.6. Méthode de détection des résidus d'antibiotique	30

oPrincipe.....	30
oMode opératoire.....	32
a.Revivification de la souche.....	32
b.Vérification de la pureté de la souche	32
c.Standardisation de l'inoculum	34
d.Préparation des boites pétries	36
e.Ensemencement sur la gélose Mueller-Hinton	37
f.Dépôt des rondelles de viande.....	38
5.Interprétation des résultats	40
Chapitre V : Résultats.....	42
1. Résultats dans les viandes analysées	42
2. Résultats selon le type de viande analysé	43
3. Résultats selon la partie prélevée de l'animal.....	44
3.1. Viande rouge (bovin)	44
3.2. Viande blanche (poulet)	45
Chapitre VI : Discussion des résultats.....	47
Conclusion.....	50
Recommandations	51
Références bibliographies	
Annexes	
Résumé	

La viande, par sa grande valeur nutritionnelle, est un aliment très prisé. C'est une source riche en nutriments, notamment en acides aminés essentiels, qui fait d'elle un aliment irremplaçable ; et d'autre composent essentiels tel que les protéines, les lipides, les minéraux etc.

La consommation régulière de la viande est d'une importance primordiale à l'échelle mondiale. Cependant, l'Algérie est parmi les pays du Maghreb les plus faibles dans la consommation de cet aliment. Cela est à cause de la production modeste de cet aliment au niveau national et à la situation économique précaire des ménages qui ont un pouvoir d'achat limité.

Malgré leur grande valeur, les viandes peuvent, parfois, être une source des problèmes sanitaires quand elles subissent des contaminations chimiques et/ou microbiologiques. La présence des médicaments vétérinaires dans les viandes, utilisés essentiellement dans le système d'élevage comme facteur de croissance des animaux ou additifs alimentaires, est l'un des grandes raisons des risques sanitaires. Parmi ces médicaments on trouve les antibiotiques en élevage moderne.

Les antibiotiques sont employés depuis l'an 1940 dans la médecine humaine et vétérinaire pour une fin thérapeutique (le traitement préventif et curatif contre les germes pathogènes). Après leur administration par les animaux, ces traitements peuvent se trouver sous forme de résidus dans les tissus et les aliments produits avec ces animaux.

Les résidus d'antibiotiques dans les produits alimentaires d'origine animale, sont le résultat de non-respect des conditions d'utilisation, notamment le délai d'attente et la limite maximale d'utilisation. Par conséquent, ils conduisent à l'apparition des toxicités, des risques allergiques et cancérigènes, ainsi qu'au développement des résistances aux antibiotiques.

Afin de détecter la présence de ces résidus d'antibiotiques dans les produits alimentaires d'origine animale, nous faisons appel à différentes méthodes microbiologiques et physico-chimiques, dans l'intérêt de la protection de l'homme contre les conséquences liées à la présence de ses substances.

Dans cette présente étude, nous essayons de mettre une lumière sur cette notion de résidus d'antibiotiques dans les produits alimentaires d'origine animale, type viande, en Algérie.

L'objectif tracé est de chercher la présence de ces résidus d'antibiotiques dans deux types de viande, blanche (provenant de Poulet) et rouge (provenant de bovin), commercialisées dans certaines régions de la wilaya de Tizi-Ouzou, en Algérie.

Nous essayons donc d'apporter des éléments de réponses à trois grandes questions scientifiques :

1. Les viandes consommées dans certaines régions de la wilaya de Tizi-Ouzou, contiennent-elles des résidus d'antibiotiques ?
2. Existe-il une différence dans la contamination avec les résidus d'antibiotiques, entre les deux types de viandes les plus consommées dans cette wilaya, la viande blanche de poulet et la viande rouge bovine ?
3. Si les tissus de ces deux animaux sont contaminés, quelles sont les organes les plus touchés ?

Ainsi, nous avons, dans un premier temps, fait l'étude sur la présence des résidus d'antibiotiques dans un nombre d'échantillons de viande blanche et de viande rouge, achetés dans certaines boucheries de la région de Tizi-Ouzou. Ensuite, nous avons procédé à la comparaison de ces deux types de viande pour leur contenu en résidus d'antibiotiques. Et enfin, nous avons cherché l'organe le plus contaminé avec ces résidus, chez le poulet et chez le bovin.

Cette étude s'articule en deux grandes parties, divisées en cinq chapitres :

I. La partie une, propose une revue bibliographique qui décrit les viandes ; les antibiotiques et les résidus d'antibiotiques et leurs méthodes de détection.

II. La partie deux est la partie expérimentale, dans laquelle nous avons procédé à la recherche de la présence des résidus d'antibiotiques dans des différents échantillons de viande rouge et blanche en utilisant une méthode microbiologique. Dans cette partie, nous présentons tout le matériel utilisé pour les différentes manipulations, ainsi que les méthodes et les protocoles de référence. Ensuite, nous finissons avec les résultats obtenus et une discussion générale de l'ensemble des résultats au regard de la bibliographie et de certaines idées basant sur des prérequis. Cette discussion s'achève par une présentation des perspectives scientifiques de ce travail, sous forme d'une conclusion.

1. Définition de la viande

Depuis l'époque du paléolithique, la viande a constitué un élément essentiel de l'alimentation humaine en tant qu'aliment riche en nutriments. Elle a joué un rôle crucial dans l'évolution et le développement de l'humanité en tant qu'espèce omnivore (Mann, 2007).

La viande est un aliment dérivé des muscles des animaux, principalement des mammifères et des oiseaux. Traditionnellement, est considérée comme de la viande, la chair issue des types d'animaux suivants :

- o Les animaux de boucherie : bovin, veau, porc, mouton, agneau, cheval, chevreau, ...
- o Les animaux de basse-cour : poulet, dinde, canard, pintade, oie, pigeon, lapin, ...
- o Le gibier : sanglier, chevreuil, lièvre, ... (Chriki, 2013).

Selon le Codex Alimentarius (2005) : la viande correspond à « toutes les parties d'un animal destinées à la consommation humaine ou jugées saines et propres à cette fin » (Hocquette et *al.*, 2013).

2. Classification des viandes

La classification de la viande est variée, et peut être basées sur plusieurs critères :

2.1. Classification selon le groupe zoologique

- o **Les mammifères** : cela est inclut la bœuf, le veau, le mouton, l'agneau, le cheval et le porc.
- o **Les petits mammifères** : ce sont les hôtes de la basse-cour autres que les volailles (exemple : lapins).
- o **Les volailles** : on retrouve dans ce groupe comprend la poule, le coq, la pintade, l'oie, le poulet, le canard, la dinde, le pigeon, le coquelet...

Ces trois groupes présentent une certaine homogénéité car la partie consommée est constituée :

- o Soit des pièces composées d'os, de graisses et de tissus musculaires en pourcentage variable.
- o Soit des muscles parés (tissu musculaire débarrassé du gras qui l'entoure et des enveloppes conjonctives externes).

Dans ces trois groupes, la partie nutritionnellement intéressante est le muscle. Par conséquent, le rendement en viande dépendra de l'importance du parage.

2.2. Classification diététique : Elle comprend 4 groupes :

- o Les viandes de boucherie.
- o Les viandes des animaux de basse-cour (volailles et lapins).
- o Les viandes de gibier.
- o Les abats (Fredot, 2009).

3. Composition chimique de la viande

La composition globale de la viande est variable selon l'espèce, d'un animal à un autre, d'un muscle à un autre, et chez la même espèce d'un muscle à un autre (Zeghilet, 2009) (Tableau 01).

Tableau 1. Composition moyenne de muscle squelettique (Zeghilet, 2009).

<i>Composant chimique</i>	<i>Pourcentage (%)</i>
<i>Eau</i>	75
<i>Protéines totales</i>	20
<i>Lipides</i>	2,5
<i>Glucides</i>	1,2
<i>Substances solubles non protéiques</i>	1,3

- o **Eau :** Le muscle contient environ 60 à 80 % d'eau, dont 90 à 95 % sous forme libre et environ 5 à 10% sous forme liée (Coibion, 2008).
- o **Protéines :** La viande renferme en moyenne 20% de protéines. Elles sont caractérisées par leur richesse en acides aminés indispensables, notamment en acides aminés soufrés. Nous distinguons plusieurs catégories, comme indiqué dans le (Tableau 02).

Tableau 2. Les différentes catégories de protéine de viande (Viala & Botta, 2005).

<i>Groupes</i>	<i>Teneur /Caractéristiques</i>	<i>Exemples</i>
<i>Protéines de la chair musculaire</i>	Environ 60% des protéines de la viande font partie de ces protéines fibreuses	Myosine Actine Les protéines de strie Z
<i>Protéines du jus de viande</i>	Elles constituent le sarcoplasme. Leur part aux protéines est de 35%. Elles font partie des protéines globulaires hydrosolubles	Enzyme Myoglobine Hémoglobine
<i>Protéines du tissu conjonctif</i>	Elles font partie des protéines fibreuses, insolubles dans l'eau. Leur part aux protéines de la viande est de 5-6% selon le morceau	Collagène Elastine Réticuline

- o **Lipides et acides gras** : Le muscle squelettique est composé d'environ 5% de lipides (Keeton & Eddy, 2004). La composition en acides gras de la viande se représente comme suit :
 - 45 à 55 % d'acides gras saturés (AGS) : acides gras palmitique et stéarique principalement.
 - 40 à 45 % d'acides gras monoinsaturés (AGMI) : majoritairement acide oléique.
 - 5 à 15 % d'acides gras polyinsaturés (AGPI) : majoritairement acide linoléique (Evrat-Goergel, 2005).
- o **Minéraux** : La viande bovine contient en moyenne 4,1 µg de zinc/ 100 g de viande (Evrat-Goerbel, 2005), 2,2 µg de fer/ 100 g (Soucheyre, 2008) et 8,9 µg / 100 g de sélénium (Interbew, 2005).
- o **Vitamines** : Les viandes sont une bonne source du fer et constituent également une source principale du zinc, mais elles contiennent très peu de calcium. La viande est la principale source des vitamines B6 et B12 (Moevi, 2007).

4. La qualité de la viande

De manière générale, et puisque l'évaluation d'un produit peut varier d'un individu à un autre, la qualité peut être définie selon (AFNOR, 1982) comme étant « L'aptitude d'un produit ou d'un service à satisfaire les besoins des utilisateurs ». Elle est définie aussi selon le norme

(ISO, 1994) comme « L'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit qui lui confère l'aptitude à satisfaire les besoins exprimés ou implicites ».

La qualité de la viande englobe différents aspects, tels que la qualité technologique, la qualité organoleptique, la qualité nutritionnelle et la qualité hygiénique (Salifou et *al*, 2013).

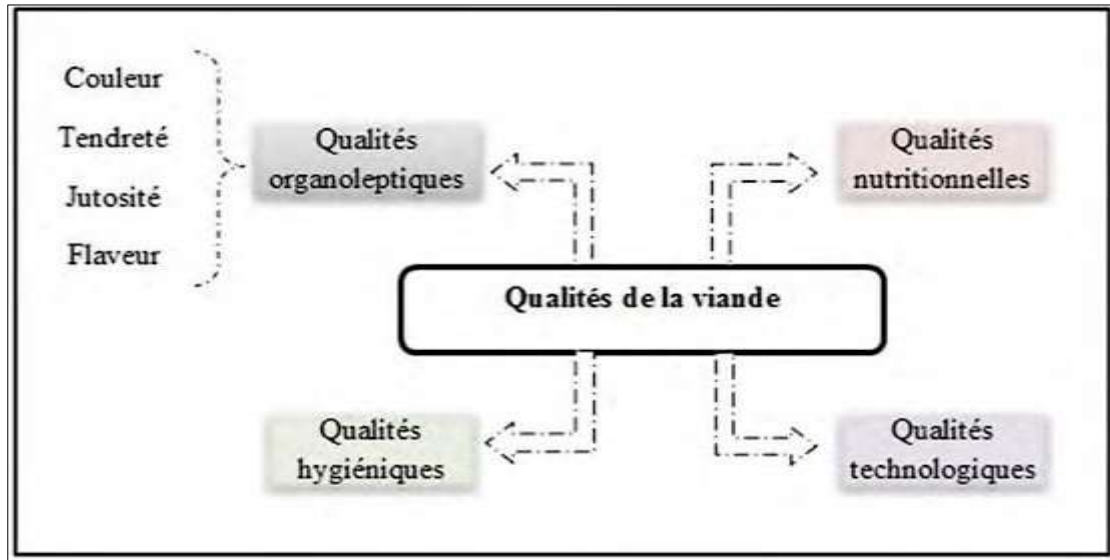


Figure 1. Qualités de la viande(Anonyme1).

4.1. La qualité nutritionnelle

En ce qui concerne la composition nutritionnelle de la viande, elle est généralement homogène, du moins en ce qui concerne les protéines et les micronutriments. En effet, la quantité moyenne de protéines dans la viande crue présente environ 20 %. Tout comme les autres sources de protéines animales, la viande présente une composition en acides aminés qui répond aux besoins nutritionnels d'un être humain grâce à son équilibre, dont les acides aminés essentiels (Lecerf, 2014).

4.2. La qualité hygiénique

La garantie d'une qualité hygiénique de la viande implique la gestion des risques chimiques, biologiques et physiques à chaque étape, depuis l'élevage de l'animal jusqu'à sa consommation. Cela inclut les opérations d'abattage, de transformation et de distribution des produits alimentaires (Dognon et *al.*, 2018).

4.3. La qualité organoleptique

C'est un ensemble de caractéristiques détectés par les sensations du consommateur, et qui représente l'aspect, la couleur, le goût, la saveur, l'odeur et la flaveur, ainsi que la consistance et la texture d'un aliment (Coibion, 2008).

La couleur : est souvent l'un des premiers aspects qui attirent les consommateurs, car elle constitue une raison importante dans leur choix d'achat (Cassignol, 2018). La couleur de la viande est le résultat de la présence d'une protéine : la myoglobine. Il est responsable du transport de l'oxygène dans les muscles (Lebret & Picard, 2015). En effet, c'est la quantité de myoglobine et son état chimique qui influenceront la couleur de la viande. Plus le muscle contient de myoglobine plus il sera rouge. La myoglobine au contact de l'air sera rouge vif et passera au rouge pourpre en absence d'oxygène. Si, avec le temps, la myoglobine s'oxyde, la viande pourra avoir une teinte allant jusqu'au brun, la rendant moins appétissante (Cayron, 2020).

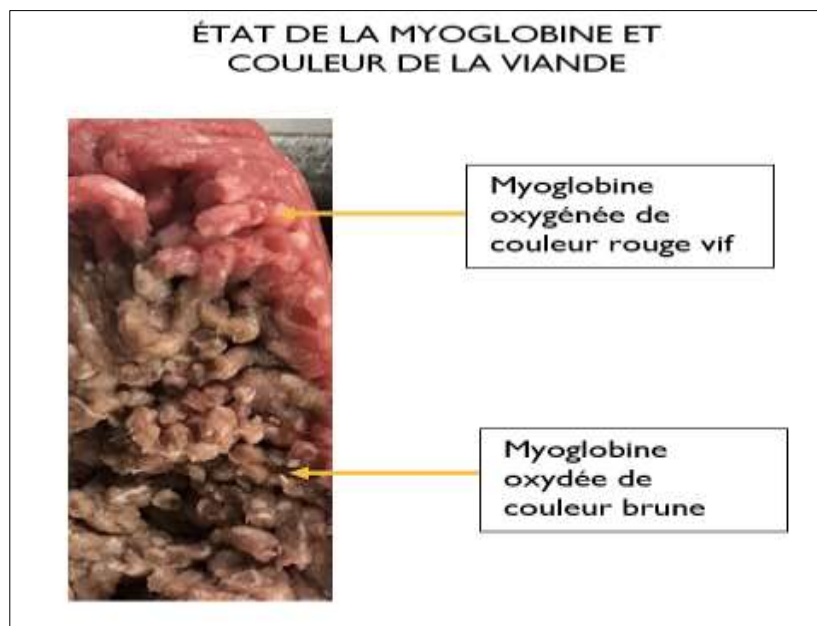


Figure 2. État de la myoglobine et couleur de la viande (Anonyme 2).

La tendreté : c'est la facilité d'une viande à être mastiquée ou laissée. Elle joue un rôle très important dans l'estimation d'une viande. Elle varie d'une viande à une autre, et constitue la qualité la plus recherchée par le consommateur.

La tendreté de la viande est déterminée par deux tissus : le tissu conjonctif, dans lequel la viande dépend de la teneur en collagène, et les myofibrilles (Coibion, 2008).

Le tissu conjonctif est souvent lié à ce qu'on appelle la fermeté fondamentale d'une viande, en raison de sa structure conjonctive qui ne subit pas de modifications significatives

lors des étapes post mortem. La dureté d'une viande est directement liée à sa teneur en collagène : plus il y a de collagène, plus la viande est dure. L'effet du collagène sur la tendreté de la viande dépend de deux facteurs : sa quantité et sa solubilité.

Les myofibrilles conduisent à l'installation de la rigidité cadavérique. Cependant, lors de la maturation de la viande, les myofibrilles se dégradent progressivement sous l'action des enzymes présentes dans le muscle. Cette dégradation est la principale responsable de l'attendrissement de la viande (Oury *et al.*, 2007).

La flaveur : Elle « correspond à l'ensemble des impressions olfactives et gustatives que l'on éprouve au moment de la dégustation » (Dognon *et al.*, 2018).

Dans le langage courant, la flaveur de la viande est souvent désignée par le terme de "goût". En réalité, Elle résulte de la sollicitation du goût et l'odorat, constituant ainsi une perception olfacto-gustative de la viande (Cassignol, 2018). La flaveur de la viande est influencée par environ 250 substances, parmi lesquelles on retrouve les acides aminés, les sucres, les nucléides et les acides gras (Dudouet, 2010). La flaveur de la viande est principalement déterminée par la teneur en lipides intramusculaires et les caractéristiques spécifiques de ces lipides (Hocquette *et al.*, 2005).

La jutosité : désigne l'aptitude de la viande à libérer du jus lors de la mastication. Elle représente essentiellement la quantité d'eau présente dans la viande après la cuisson. Nous distinguons deux types de jutosité :

La jutosité initiale, ou jutosité primaire, qui correspond à la quantité de suc musculaire libéré lors des premières mastications.

La jutosité finale, ou jutosité secondaire, qui est induite par la salivation stimulée par la présence de matières grasses dans la viande.

La jutosité reflète le bon pouvoir de rétention d'eau. Cette propriété se réfère principalement à l'eau libre présente dans la viande, qui diffère de l'eau liée constituant environ 10% de la teneur totale en eau de la viande (Pascua *et al.*, 2013 ; Peachey *et al.*, 2002).

4.4. La qualité technologique

La qualité technologique de la viande montre sa capacité à être transformée. Elle dépend du produit à produire (viande crue, viande hachée et viande crue non hachée), et exprimée principalement par le pH et la capacité à rétention d'eau (CRE) (Dognon *et al.*, 2018).

Le pH est un paramètre chimique qui influence la capacité de transformation de la viande. Une viande à pH élevé est associée à divers événements qui se produisent avant la mort de l'animal. Les perturbations auxquelles l'animal peut être soumis entraîne une diminution des réserves musculaires en glycogène ; ce qui donne une viande à coupe sombre après abattage (Cartier & Moevi, 2007).

Le pouvoir de rétention d'eau : une bonne capacité de rétention d'eau dans les viandes peut réduire les pertes de poids lors de stockage et de la transformation en produits cuits.

La rétention d'eau dans la viande est principalement assurée par les protéines myofibrillaires via les capillaires. Les changements dans la capacité de la rétention l'eau peuvent être expliqués par des changements dans les protéines myofibrillaires (Salifou et al., 2013).

5. La valeur nutritive de la viande

5.1. La valeur énergétique

La viande est considérée comme une source d'énergie, elle est surtout en proportion de sa surcharge en graisse. Dans l'organisme, les protides peuvent être transformés partiellement en glucide ou lipides et donc devenir une source d'énergie (Hadeff, 2009).

5.2. La valeur protidique

Les protéines d'origine végétale sont moins digestibles que celles d'origine animale. La viande apporte des protéines de la qualité, riches en acides aminés indispensables. Dans une ration équilibrée, la viande apporterait en moyenne : 21,8% des calories, 42% des protides, 41,2% des lipides, 3,4% de calcium, 29,9% de phosphore, 38,8 % de fer, 14,6 % de la vitamine A, 1,8% de la vitamine C, 30% de la vitamine B2, 52,8% de la vitamine B1 et 65,3 % de la vitamine PP (Hadeff, 2009).

6. Structure du muscle d'une viande

Le muscle squelettique est principalement composé de fibres musculaires et de tissu conjonctif. Le tissu conjonctif est réparti en trois niveaux. Au niveau de la fibre musculaire, nous trouvons l'endomysium, puis le pérимysium qui divise le muscle en faisceaux de fibres, et enfin l'épimysium qui constitue l'enveloppe externe du muscle. À l'intérieur des fibres, les myofibrilles occupent presque tout le volume intracellulaire. Le sarcomère est l'unité contractile de la fibre musculaire (Listrat et al., 2015).

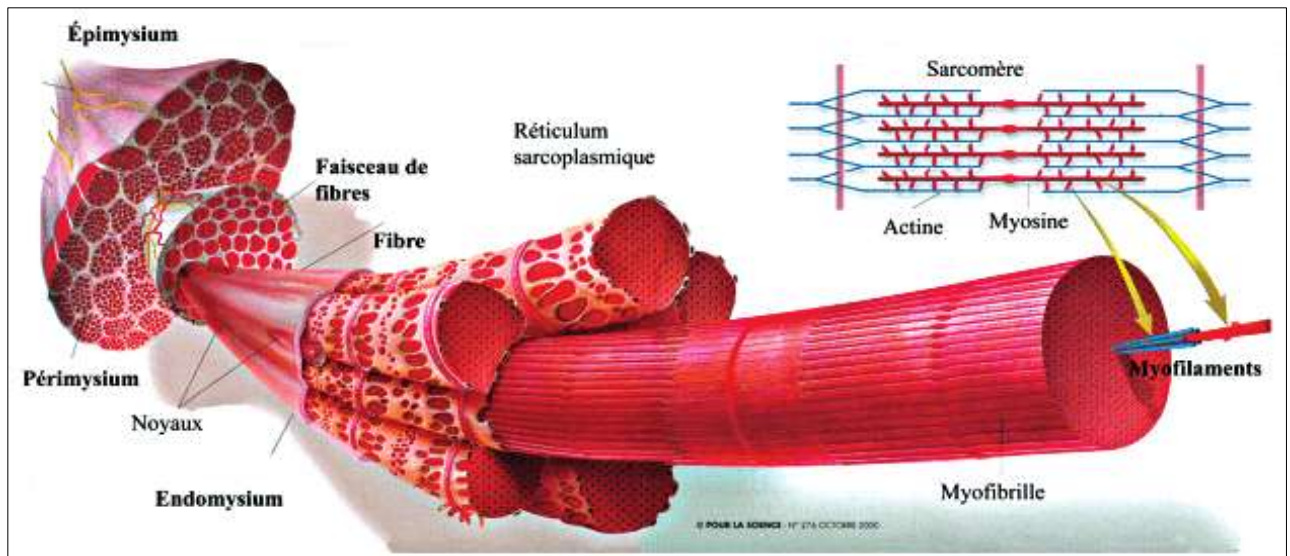


Figure 3. Organisation générale du muscle d'une viande (Listrat et *al.*, 2015).

6.1. Tissu conjonctif

Les fibres musculaires se regroupent en faisceaux et sont séparées les unes des autres par une trame conjonctive complexe riche en collagène. La structure de cette trame varie en fonction des muscles et des espèces animales. L'élastine et la réticuline sont les autres composants majeurs du tissu conjonctif.

La trame collagénique est présente à trois niveaux : l'épimysium qui enveloppe le muscle de manière externe, le périmysium qui entoure les faisceaux de fibres musculaires et les relie les uns aux autres, et l'endomysium qui est une fine couche de matrice extracellulaire entourant le sarcolemme de chaque fibre musculaire (Geay et *al.*, 2002).

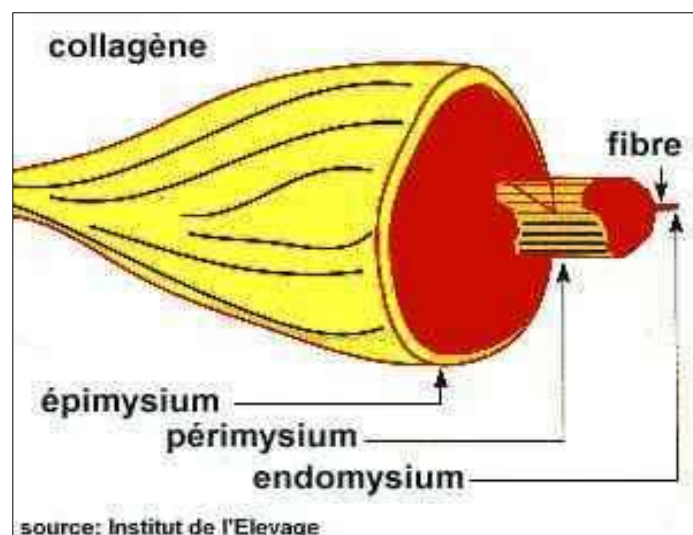


Figure 4. Trame conjonctive du muscle (Anonyme 3).

6.2. Tissu musculaire

Le tissu musculaire constitue la composante prédominante de la viande en termes de quantité. En effet, il représente jusqu'à 60% du poids total de la carcasse. Il est majoritairement constitué d'eau et de protéines, bien qu'il contienne également de faibles quantités de lipides et de glucides. Il englobe toutes les protéines nécessaires à la contraction musculaire, qui est essentielle pour les mouvements du corps.

La fibre musculaire est l'unité de base du tissu musculaire, composée de cellules plurinucléées mesurant plusieurs centimètres de long. Cette fibre présente une alternance de bandes sombres et de bandes claires. Ces bandes sont attribuées à la présence de protéines de tailles différentes : la myosine, un filament épais, et l'actine, un filament fin. Le glissement de l'actine entre les filaments de myosine est responsable de la contraction et du relâchement musculaires (Brahimi, 2021).

6.3. Tissu adipeux

Le tissu adipeux joue un rôle essentiel en tant qu'organe principal de stockage d'énergie, permettant de maintenir l'équilibre entre les besoins de l'animal et les apports alimentaires. Il se forme dans diverses zones anatomiques. Selon leur localisation on peut distinguer : les gras internes, externes, intermusculaires et intramusculaires (Bas & Sauvant, 2001).

Le tissu adipeux se compose de cellules appelées adipocytes, qui ont pour fonction principale de stocker et de libérer des lipides. Les lipides présents dans le tissu adipeux sont principalement des triglycérides, représentant en moyenne 85% des lipides totaux. On trouve également une proportion plus faible de phospholipides (environ 12% des lipides totaux) et de cholestérol (environ 3% des lipides totaux) (Bauchart et *al.*, 2008).

7. Consommation de la viande en Algérie

La consommation de viande en Algérie est parmi la plus faible de tous les pays du Maghreb, en raison principale de la diminution de la production. Cette diminution de consommation, en particulier de la viande rouge, est causée par la situation économique précaire des ménages qui ont un pouvoir d'achat limité.

La consommation de viande en Algérie est largement influencée par des événements tels que l'Aïd al-Adha, le Ramadan et d'autres fêtes. Pendant ces périodes, en particulier lors de l'Aïd al-Adha, la consommation de viande de mouton est significativement plus élevée que les

jours normaux. En revanche, la viande de volaille est consommée quotidiennement tout au long de l'année (Chikhi & Bencharif, 2016).

Globalement, dans les pays en développement, une croissance économique régulière pourrait favoriser une augmentation minimale à 32 kg/an par habitant tandis que la consommation dans les pays développés reste à 78,4 kg/an par habitant (Benabdelmoumene, 2016).

1. Historique

Les antibiotiques ont été découverts pour la première fois par Alexander Fleming, en 1929, à l'hôpital Saint Mary, à Londres. Lors de son contrôle sur la culture des staphylocoques en boîtes de Pétri, il a observé un développement non voulu de certaines moisissures (*Penicillium notatum*) qui empêchaient le développement de ses bactéries. Il a suggéré par la suite, que ces moisissures sécrètent des substances nuisibles pour le développement des Staphylocoques, qu'il a nommé « Pénicilline ». Ces substances ont été introduites en usage thérapeutique pendant la deuxième guerre mondiale, en 1941.

Par la suite, plusieurs antibiotiques ont été préparés ou isolés à partir des champignons inférieurs et des bactéries telluriques. Les sulfamides étaient le premier groupe d'antibactériens qui ont été préparé en 1935. En 1950, était la découverte des tétracyclines (Zeghilet, 2009).

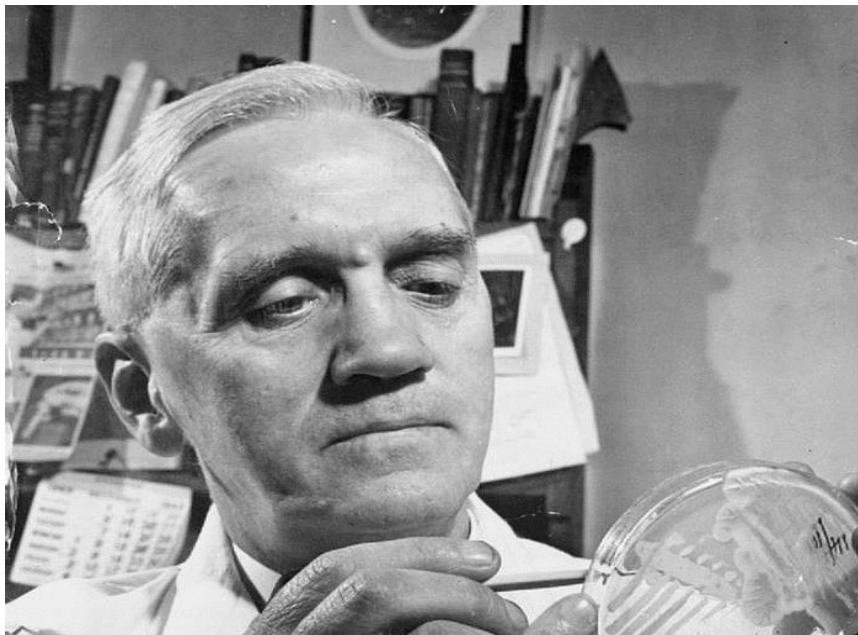


Figure 5. Photographie d'Alexander Fleming (Simpson, 2022).

2. Définition des antibiotiques

En 1942, Waksman a défini les antibiotiques comme « des substances chimiques, produites par des micro-organismes qui sont capables à des concentrations faibles d'inhiber la croissance d'autres microorganismes ou même de les détruire ». Cette définition classique, permettant de différencier les antibiotiques des substances de synthèse dotées d'un pouvoir antibactérien, ne semble plus justifiée car de nombreuses substances, autrefois obtenues à

partir de culture, sont actuellement synthétisées ou modifiées par synthèse (Janin, 2010). Les antibiotiques vétérinaires sont couramment employés dans les exploitations d'élevage à diverses fins, notamment thérapeutiques, prophylactiques, métaphylactiques, ainsi qu'en tant qu'additifs alimentaires ou promoteurs de croissance (Mensah et *al.*, 2014).

3. Caractéristiques des antibiotiques

Les antibiotiques sont caractérisés par :

- Une activité antibactérienne (spectre d'activité).
- Une toxicité sélective (mode d'action).
- Une activité en milieu organique (pharmacocinétique).
- Une bonne absorption et diffusion dans l'organisme.

Toutes ces caractéristiques conditionnent les indications de leur utilisation et les possibilités d'association à des différentes molécules afin d'élargir le spectre d'action (Yala et *al.*, 2001).

4. Classification des antibiotiques

Les antibiotiques sont classés selon différents critères :

a. Selon l'origine

- Antibiotiques d'origine biologique, obtenus à partir d'autres microorganismes.
- Antibiotiques d'origine synthétique, obtenus par synthèse chimique pure ou en association à des produits de synthèse ou à des produits biologiquement obtenus (semi synthétique) (Kone, 2009).

b. Selon le mode d'action

Il existe Plusieurs mécanismes d'action on cite (MOHAMMEDI, 2012) :

- La paroi
- Membrane cytoplasmique
- Synthèse des protéines
- Synthèse des acides nucléiques

c. Selon la structure chimique

Très variable, souvent basée sur une structure de base telle que le cycle β -lactame, sur lequel une hémisynthèse est ensuite effectuée. La classification selon la nature chimique nous permet de classer les antibiotiques en familles (b β -lactamines, aminosides, t β tracyclines) (Van Bambeke & Pharm, 2010).

5. Mode d'action des antibiotiques

A la diff \acute erence des antiseptiques et des d \acute sinfectants, les antibiotiques agissent en g \acute neral de fa \acute on tr \acute s sp \acute cifique sur certaines structures de la cellule bact \acute rienne ; cette grande sp \acute cificit \acute e d'action explique pourquoi les antibiotiques sont actifs \grave tr \acute s faible concentration (KEBIR, 2012).

Les quatre grands m \acute canismes d'action des antibiotiques sont les suivants (KONATE, 2005) :

- Perturbation de la formation de la paroi bact \acute rienne, nous citons les P \acute nicillines, les C \acute phalosporines, les Vancomycine et les Polymyxines.
- Inhibition de la synth \acute se des prot \acute eines : Chloramph \acute nicol, Streptomycine, Erythromycine.
- Blocage de la r \acute plication de l'ADN bact \acute rien ou la synth \acute se de l'ARN : Quinolone (pour la r \acute plication de l'ADN) et Rifampicine (pour la synth \acute se de l'ARN).
- Modification du m \acute tabolisme \acute nerg \acute tique de la bact \acute rie : Sulfamides, Trim \acute thopriime.

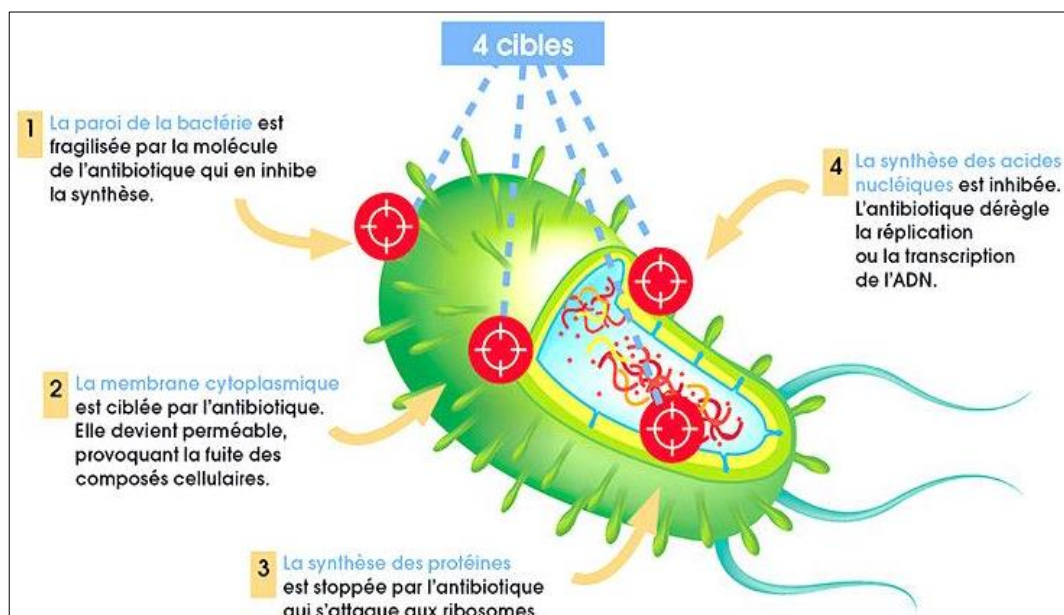


Figure 6. M \acute canisme d'action des antibiotiques (Marin, 2019).

6. Les familles des antibiotiques

Les principales familles d'antibiotiques à usage vétérinaire sont citées dans (Annexe01).

7. Utilisation des antibiotiques

Il existe quatre façons ou raisons d'utiliser les substances présentant une activité antimicrobienne chez les animaux : thérapie, métaphylaxie, prophylaxie et stimulation de la croissance (Schwarz et *al.*, 2001).

- ***A titre thérapeutique curatif*** : dont l'objectif est de guérir les animaux cliniquement malades à très court terme, d'empêcher l'excrétion bactérienne dans les produits alimentaires d'origine animale (viandes, lait) et d'éviter la contamination humaine lors d'infections zoonotiques (Danan, 2006).
- ***En métaphylaxie*** : le but est d'empêcher la contamination de tous les animaux d'un lot d'élevage, lorsqu'une infection collective se déclare chez quelques-uns seulement ou lorsque les manifestations cliniques sont très discrètes. La métaphylaxie est généralement mise en œuvre à partir d'un seuil d'atteinte des animaux au sein du lot de 10 à 15 % de l'effectif (Stoltz, 2008).
- ***A titre préventif*** : dans ce cas, les animaux ne sont pas cliniquement malades mais exposés à un facteur de risque (sevrage, transport, etc.), ils ont alors une forte probabilité de développer une maladie à très court terme. Un traitement préventif permet d'éviter l'expression de la maladie (Chardon & Brugere, 2014).
- ***Usage comme additifs alimentaires*** : Les antibiotiques régulateurs de la flore, également appelés antibiotiques facteurs de croissance, sont utilisés à des faibles doses en tant qu'additifs alimentaires pour les animaux. Ils présentent un effet régulateur sur la flore intestinale ce qui favorise une meilleure absorption des aliments et entraîne une augmentation de la vitesse de croissance. En utilisant ces antibiotiques, nous pouvons obtenir un gain de poids maximal en un temps minime (Boutrid, 2019).

1. Définition

Les résidus sont des substances pharmacologiquement actives, qu'elles soient des principes actifs, d'excipients, ou des métabolites présents dans les liquides et tissus des animaux après l'administration des médicaments. Ces résidus peuvent être retrouvés dans les denrées alimentaires produites par ces animaux (Laurentie et *al.*, 2002).

2. Facteur de persistance

La stabilité du résidu varie en fonction de plusieurs facteurs :

- L'antibiotique lui-même
- La forme pharmaceutique
- Les modes d'injection
- Site d'injection
- Sévérité de l'irritation locale, (Châtaigner & Stevens, 2003).

3. Risques sanitaires liées à la présence de résidus d'antibiotiques

3.1. Toxicité directe

La détection de la toxicité des résidus d'antibiotiques est souvent complexe, car elle est généralement chronique. Cette toxicité ne se manifeste que suite à une consommation répétée d'aliments contenant des résidus du même antibiotique. Certains scientifiques évoquent la possibilité d'une toxicité hépatique dans de tels cas (Jeon et *al.*, 2008).

3.2. Risques allergiques

Les résidus d'antibiotiques présents dans les aliments peuvent parfois être impliqués dans les réactions allergiques chez les humains. Ces réactions allergiques sont souvent associées à plusieurs facteurs, tels que : faibles concentrations, administration orale, exposition occasionnelle et discontinue.

Les familles d'antibiotiques les plus fréquemment associées à ces réactions sont les β -lactamines, les tétracyclines, les quinolones, les macrolides et les sulfamides. Les composants actifs des médicaments ainsi que les molécules de faible poids moléculaire (haptènes) ont la capacité de se lier de manière irréversible à des macromolécules, généralement des protéines, appelées molécules porteuse. Cette liaison entraîne la formation d'un complexe qui peut être à

l'origine d'une réponse immunitaire et d'allergies (Demoly *et al.*, 2003) (Khattab *et al.*, 2010).

3.3. Risques cancérigènes

La consommation régulière des aliments présentant des résidus d'antibiotiques peut avoir des effets cancérigènes à long terme. Par conséquent, L'utilisation de ces antibiotiques chez les animaux de rente est alors interdite. Les nitrofuranes, par exemple sont des molécules cancérigènes génotoxiques bien connues. Des études sur des animaux de laboratoire ont démontré que leur utilisation à long terme peut entraîner des modifications du matériel génétique et l'apparition de tumeurs (Stoltz, 2008).

3.4. Risque de perturbation de la flore intestinale

L'écosystème bactérien intestinal est extrêmement complexe et densément peuplé par des bactéries. L'arrivée des antibiotiques peuvent modifier les mécanismes de résistance à la colonisation et faciliter l'implantation de souches bactériennes provenant de l'extérieur. Ce processus global conduit à la dissémination de bactéries résistantes dans l'environnement. Les conséquences de cette dissémination en termes de santé humaine seront abordées et discutées (Andremont, 2000).

L'effet des résidus d'antibiotiques peut conduire à la mort de certaines bactéries ou réduire leur capacité à se multiplier dans l'intestin. Cela se manifeste par une diminution de leur vitesse de croissance, une diminution de leur affinité pour les substrats nutritionnels ou une diminution de leur capacité d'adhésion. L'impact sur certaines populations bactériennes qui font partie de la flore intestinale normale peut favoriser le développement d'autres populations bactériennes potentiellement pathogènes ou opportunistes (Perrin-Guyomard *et al.*, 2005).

3.5. Risque de résistance aux antibiotiques

Selon la définition microbiologique, on qualifie une souche de « résistante » lorsqu'elle est capable de se cultiver en présence d'une concentration d'antibiotique plus élevée par rapport à d'autres souches qui lui sont phylogénétiquement liées.

Selon la définition clinique, une souche est considérée comme résistante lorsqu'elle survit à la thérapie antibiotique qui lui est administré. Il convient également de signaler que,

dans les conditions *in vivo*, la capacité de résistance ou de sensibilité de la souche à la thérapie antimicrobienne mise en place sera dépendante de différents paramètres, tels que : la localisation de la bactérie, le dosage et le mode d'administration de l'antibiotique, ainsi que l'état du système immunitaire de l'individu traité (Muylaert & Mainil, 2013).

- **Les mécanismes de résistances bactériennes**

Les bactéries favorisent des différents mécanismes afin de neutraliser l'action des agents antibactériens, les plus répandus :

- L'inactivation enzymatique de l'antibiotique,
- La modification ou le remplacement de la cible de l'antimicrobien,
- L'efflux actif.
- La pénétration réduite de la molécule.
- D'autres mécanismes tels que la protection ou la surproduction de la cible de l'antibiotique (Muylaert & Mainil, 2013).

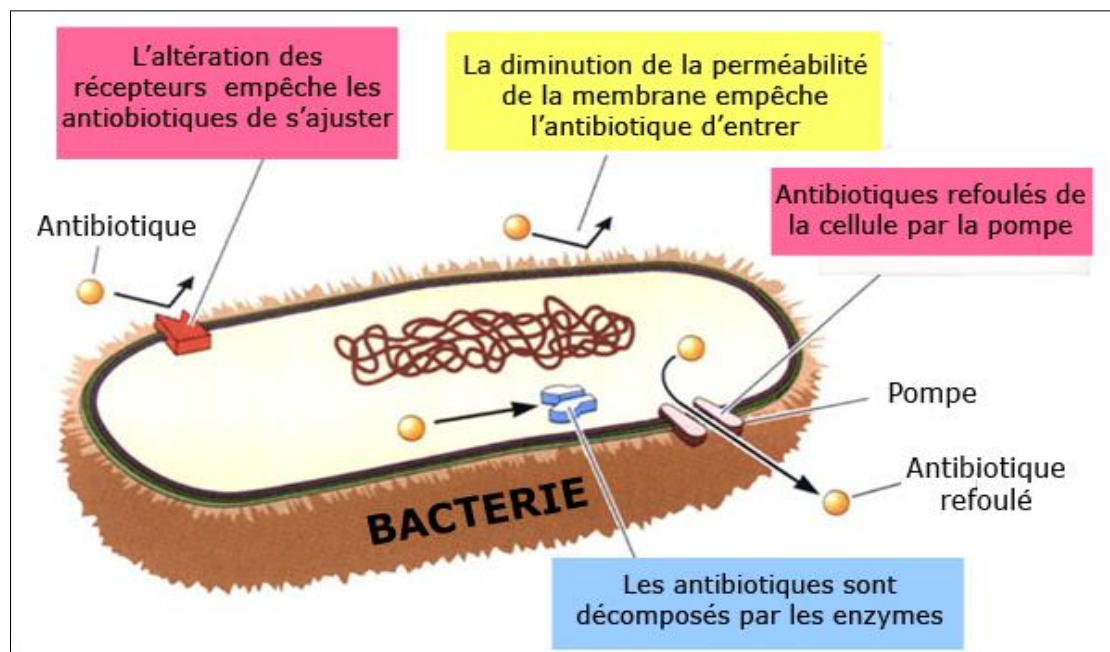


Figure 7. Les différents mécanismes de la résistance d'une bactérie aux antibiotiques (Anonyme 4).

a. Inactivation enzymatique de l'antibiotique

L'antibiotique pénètre dans la bactérie et atteint une concentration intracellulaire normale, mais il subit une dégradation partielle par une enzyme, ce qui réduit son efficacité sur la cible. Ce mécanisme de résistance récemment découverte pour les quinolones n'est

décrit jusqu'à présent que chez les entérobactéries. Il est associé à la présence d'une acétylase codée par un gène de support plasmidique (Mérens & Servonnet, 2010).

La résistance bactérienne aux β -lactamines chez les bacilles Gram négatif est principalement due à la production d'enzymes appelées β -lactamases. Ces enzymes ont la capacité d'hydrolyser le noyau β -lactame, ce qui inactive l'antibiotique avant qu'il ne puisse atteindre sa cible la protéine de liaison des pénicillines (PLP) (Rodriguez-Villalobos & Struelens, 2006).

b. Modification ou remplacement de la cible de l'antibiotique

La modification de la cible se produit lorsque la capacité d'un antibiotique spécifique à se lier à la cible habituelle est altérée. Par exemple, la résistance du Pneumocoque à la pénicilline ou aux céphalosporines survient lorsque la capacité de ces antibiotiques à se lier à leurs sites de liaison habituels (PBP : penicillin binding protein) est compromise. Il faut comprendre ce phénomène comme étant constitué de deux structures qui s'entrelacent parfaitement l'une dans l'autre dans les circonstances normales, mais dont la liaison est compromise est perturbée lorsque survient une résistance (Weiss, 2002).

c. Pompes à efflux

Les pompes d'efflux sont des protéines utilisées par les bactéries pour expulser des composés considérés toxiques. Les gènes responsables pour ces protéiques se trouvent chez presque toutes les bactéries et se localisés sur le chromosome ou sur un plasmide. En raison de leur implication dans la multi-résistance aux antibiotiques, toutes les pompes d'efflux sont perçues comme des mécanismes de défense chez les bactéries (Boulant *et al.*, 2020).

d. Protection de la cible de l'antibiotique

La résistance aux antibiotiques par le biais de la protection de la cible est un mécanisme bien connu pour la famille des tétracyclines, et plus récemment décrit pour les quinolones et les fluoroquinolones. Il existe, au moins, huit protéines de protection ribosomiale qui confèrent une résistance aux tétracyclines en les déplaçant de leur site de fixation à partir de la création d'un encombrement stérique au niveau du ribosome (Muylaert & Mainil, 2013).

4. Prévention des risques de présence des résidus d'antibiotiques

4.1. La limite maximale des résidus (LMR)

La Limite Maximale de Résidus (LMR) désigne la concentration maximale en résidus présents dans un produit (lait, viande, œuf...) que les scientifiques et les autorités considèrent sans risque pour la santé du consommateur et sans effet sur les processus de fabrication. Il est essentiel de ne pas dépasser cette LMR pour des aliments provenant de sources animales (Hadeif, 2009).

Cependant, l'éleveur ou le vétérinaire praticien qui utilise des médicaments vétérinaires ne peuvent pas se baser directement sur la LMR, car ils ne peuvent pas estimer la concentration résiduelle dans les tissus. En effet, ces concentrations sont influencées par plusieurs facteurs liés à la spécificité du médicament, tels que sa composition, ses conditions d'utilisation, ainsi que la variabilité entre les animaux (Laurentie et *al.*, 2002).

4.2. La dose journalière acceptable (DJA)

La dose journalière acceptable (DJA) est une mesure de la quantité totale d'une substance qu'une personne peut ingérer chaque jour tout au long de sa vie sans qu'il en résulte d'inconvénients pour sa santé. Les experts de l'OMS ont déterminé ces doses journalières acceptables pour différents principes actifs en prenant en compte une répartition théorique des consommations quotidiennes de divers produits d'origine animale et en se basant sur les informations pharmacocinétiques disponibles sur la façon dont ces substances se comportent dans les espèces animales (BOUTRID, 2019).

4.3. Le délai d'attente

Le délai d'attente est la période qui suit la dernière administration d'un traitement, pendant laquelle les produits alimentaires issus de l'animal traité ne peuvent pas être vendus sur le marché. Sa détermination repose sur des études expérimentales réalisées sur des animaux représentatifs des conditions d'utilisation, mais en état de santé optimal (Mensah et *al.*, 2014).

5. Méthodes de détection des résidus d'antibiotiques

Il existe deux tests principaux de détection des résidus d'antibiotiques dans les produits d'origine animale : les tests microbiologiques, qui se basent sur le principe de la croissance

bactérienne et sont souvent appelées méthodes d'inhibition et les tests physico-chimiques qui utilisent des techniques telles que la chromatographie, les méthodes enzymatiques ou immunologiques (Stoltz, 2008).

5.1. Les tests microbiologiques

a. Méthode de diffusion dans la gélose

Cette méthode implique la diffusion d'un antibiotique dans un milieu gélosé contenant une souche bactérienne sensible à cet antibiotique. Pour ce faire, des volumes identiques de différentes dilutions de la solution antibiotique sont déposés sur des rondelles de papier buvard. Ces disques sont ensuite placés en contact avec une surface gélosée contenant entre 10⁶ et 10⁷ cellules bactériennes indicatrices ou des spores. Pendant l'incubation, l'antibiotique se diffuse radialement dans la gélose à partir du point d'application. Après une période de 15 à 48 heures à la température optimale de croissance du micro-organisme, les diamètres des zones d'inhibition, qui apparaissent sous forme de zones claires, sont mesurés (Talnan, 2013).

b. La méthode référentielle (méthode des quatre boîtes)

C'est la méthode officielle française pour la détection des résidus d'antibiotiques dans la viande. Son objectif est la mise en évidence de résidus de substances à activité antibiotique à l'aide de microorganismes sensibles sans en déterminer leur identité. Cette méthode est basée sur l'analyse de rondelles de viande selon le principe de la méthode de diffusion sur gélose (Talnan, 2013).

c. Méthode alternative (Premi®Test)

Le Premi®Test est un test basé sur l'inhibition de la croissance du *Bacillus stearothermophilus* inclus dans la gélose nutritive. Cette bactérie est sensible à de nombreuses familles d'antibiotiques ainsi qu'aux sulfamides (Popelka et al., 2005).

Elle est utilisée pour détecter les substances antimicrobiennes présentes dans la viande fraîche, la charcuterie, les reins, les poissons et les œufs. Il s'agit d'un test à large spectre, qui permet de détecter rapidement en moins de 4 heures, un grand nombre d'antibiotiques couramment utilisés pour la viande à partir du jus de viande (Eliot, 2004).

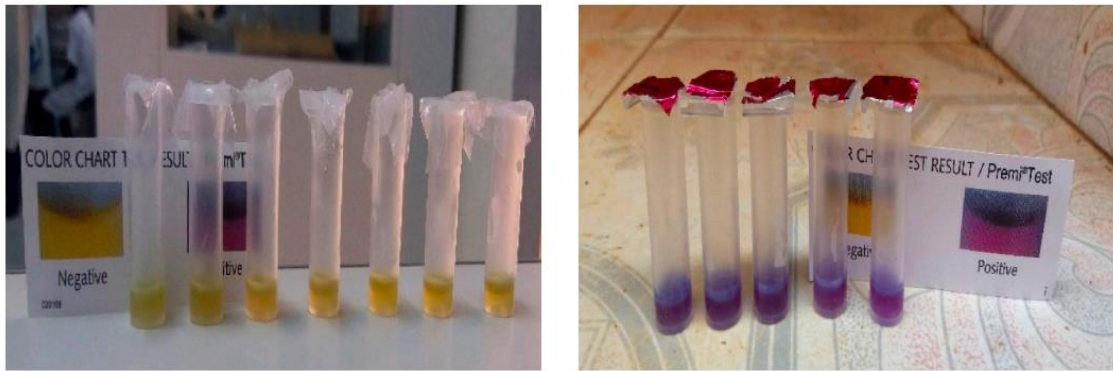


Figure 8. Premi@Test utilisé pour recherche de la présence des antibiotiques dans les denrées alimentaires d'origine animale (Alhadj et *al.*, 2022).

5.2. Les tests physico-chimiques

a. Méthodes enzymatiques

Ces méthodes utilisent l'inhibition d'une enzyme en présence d'un résidu d'antibiotique spécifique. En absence de résidus, l'enzyme est mise en évidence par un indicateur coloré. Cependant, en présence des résidus l'enzyme est inhibée et n'est plus alors détecté par l'indicateur coloré (Brouillet, 2002).

b. Méthodes immuno-enzymatiques et immunologiques

Ces méthodes sont basées sur l'interaction antigènes-anticorps, qui est très spécifique pour un résidu particulier (Brouillet, 2002).

Les deux principaux groupes de tests sont principalement divisés en tests RIA (Radio Immuno Assay) et tests ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) (Zeghilet, 2009).

La technique ELISA utilise une enzyme pour détecter les complexes immuns. Elle est considérée comme une technique fiable, rapide et abordable, mais elle a tendance à surestimer la concentration en antibiotiques par rapport aux techniques actuelles de LC-MS (Koivunen et *al.*, 2006).

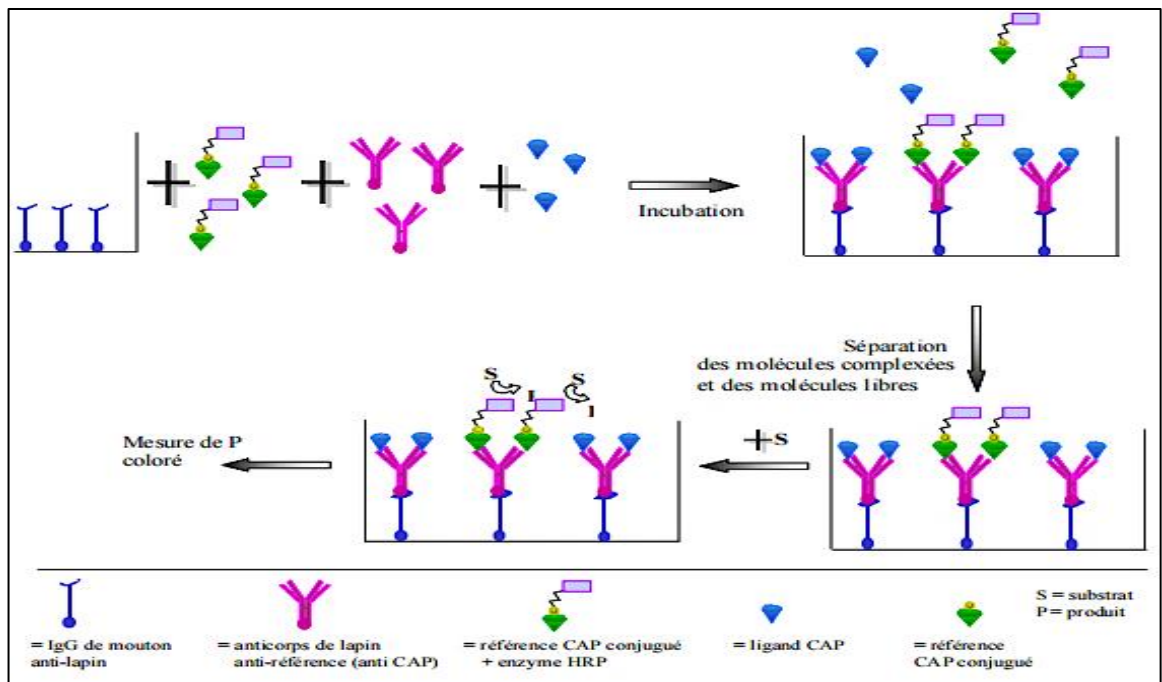


Figure 9. Principe du test ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay)

(Maghuin-Rogister et *al.*, 2001).

Les Radio-Immuno-Assay (R.I.A.) se basent sur la mesure de la radioactivité du complexe immunologique. D'autres tests utilisent la luminescence ou la fluorimétrie comme méthode de détection (Brouillet, 2002).

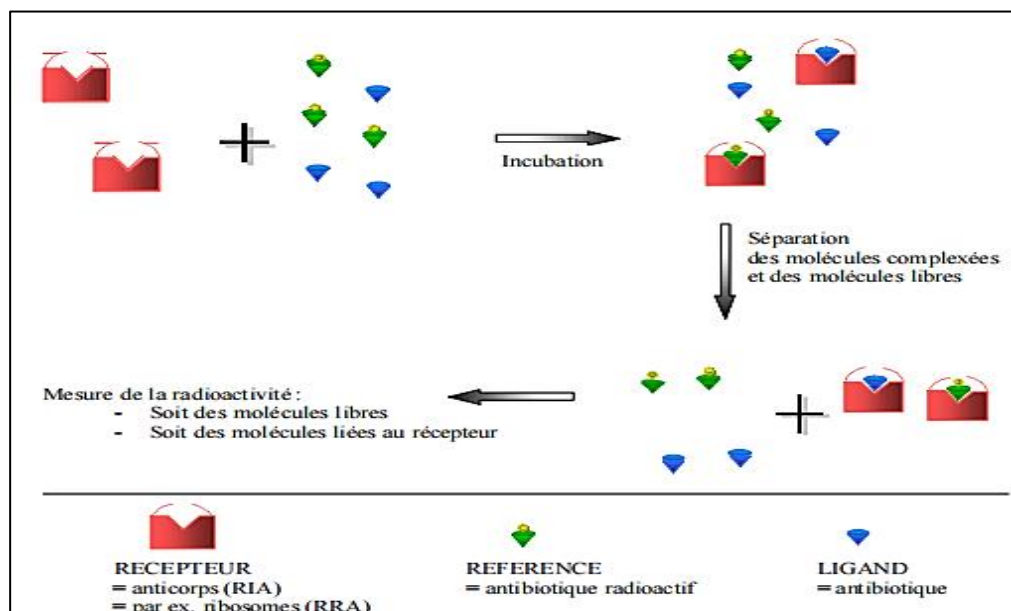


Figure 10. Schéma du principe de RIA et du RRA (Maghuin-Rogister et *al.*, 2001).

c. La chromatographie haute performance en couche mince

Cette méthode a été pour permettre la détection qualitative et quantitative de divers résidus dans la viande. Cependant, son utilisation a progressivement diminué en raison du développement d'autres techniques telles que la chromatographie liquide haute performance (Stoltz, 2008).

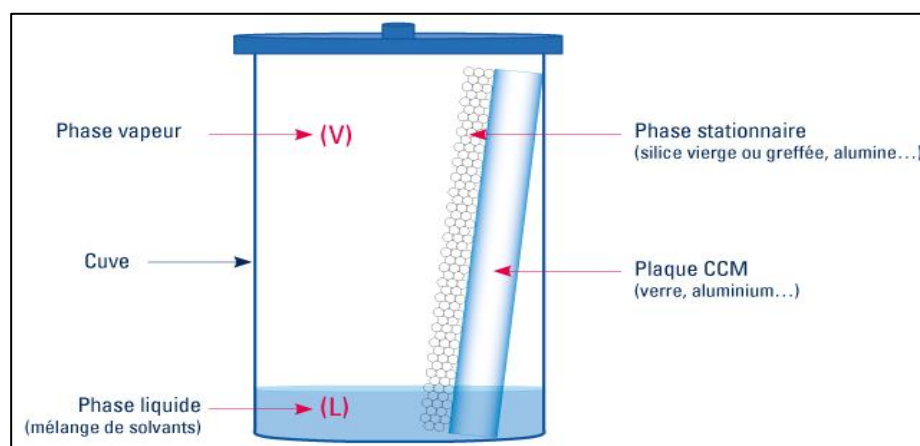


Figure 11. Principe de la chromatographie sur couche mince (CCM). (Anonyme 5).

d. Chromatographie en phase gazeuse (CPG)

La séparation par CPG repose sur le principe de partager l'échantillon à analyser entre deux phases. La phase stationnaire est constituée d'une colonne en matériau inerte de 0.1 à 0.32 mm de diamètre. La paroi de la colonne est greffée chimiquement, donnant un caractère plus au moins polaire à la colonne. La phase mobile est un gaz inerte (Azote, hélium, hydrogène) (Hadeef, 2009).

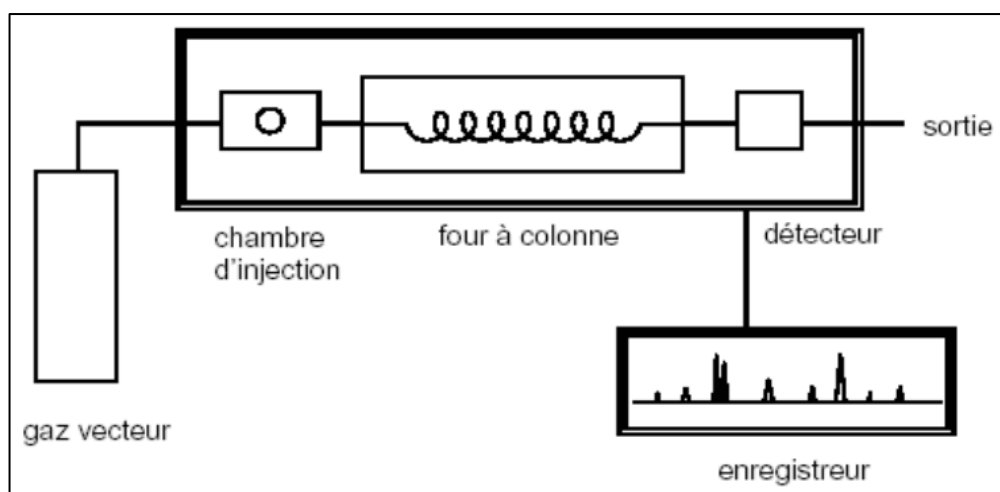


Figure 12. Principe de la chromatographie en phase gazeuse (Salghi, 2003).

e. La chromatographie liquide haute performance (HPLC)

Cette méthode a connu une expansion majeure durant les années 90. Elle est utilisée pour la détection de multiples résidus d'antibiotiques tels que les résidus de quinolone, de sulphonamide, de β -lactamine, de macrolide, de tétracycline (Kennedy *et al.*, 1998).

C'est une méthode qui permet la séparation de composés en solution en les faisant passer à travers une colonne chromatographique à l'aide d'une phase mobile liquide, qui est percolée grâce à une pression élevée. Elle repose sur une interaction triple entre l'analyte, la phase stationnaire et la phase mobile basée sur l'affinité physicochimique entre les trois (Marcoz, 2003).

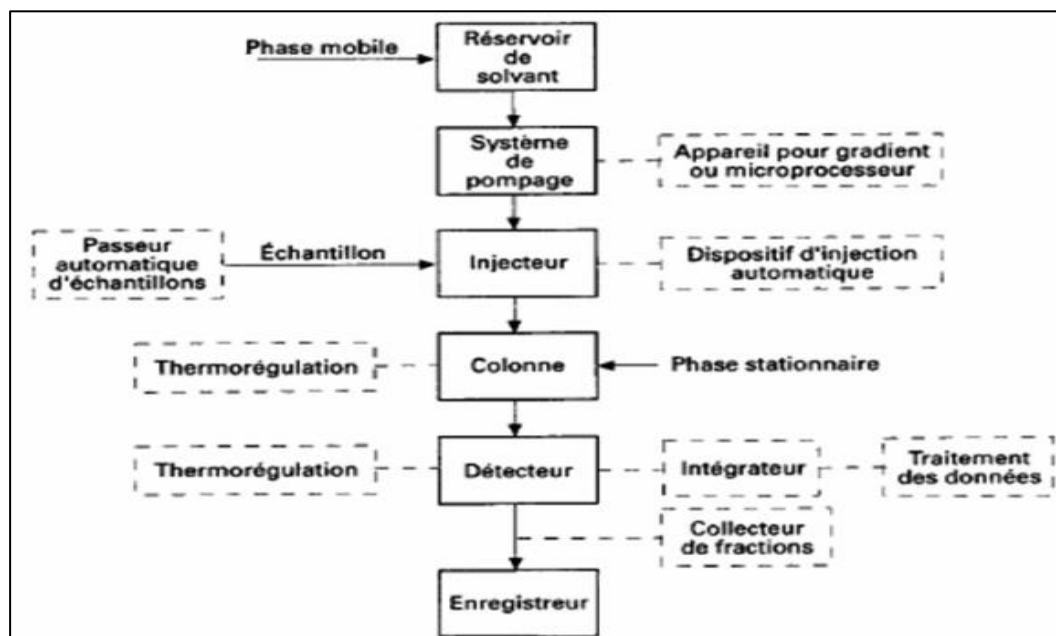


Figure 13. Principe de la chromatographie en phase liquide (Caude & Jardy, 2001).

f. Chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse (LC-MS)

La combinaison de la chromatographie liquide (LC) avec la spectrométrie de masse (MS) ou la spectrométrie de masse en tandem (MS/MS) est devenue la méthode la plus puissante pour déterminer les antibactériens dans les matrices alimentaires. La (LC-MS/MS), et plus spécifiquement la LC triple-quadripôle (QqQ) MS/MS, est aujourd'hui considérée comme la technique de choix dans l'analyse des résidus antibactériens (Bittencourt *et al.*, 2012).

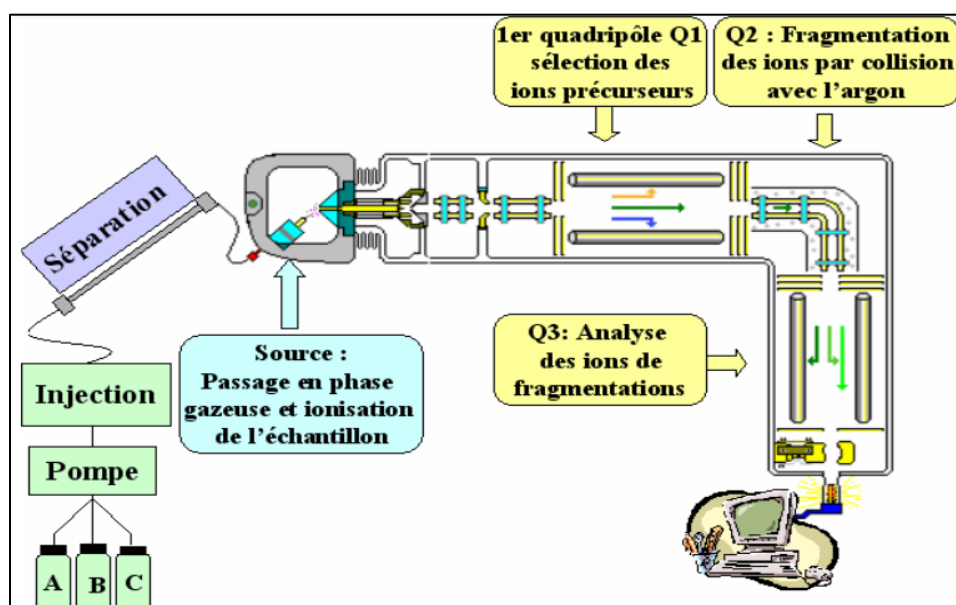


Figure 14. Schéma de couplage de la chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (El Mrabet, 2008).

1. Objectifs de travail

Notre étude a pour objectif de rechercher et détecter la présence de résidus d'antibiotiques dans des différents échantillons de produits alimentaires d'origine animale (viande rouge bovine, viande blanche du poulet), commercialisées dans certaines boucheries localisées dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

La méthode de détection utilisée est la méthode microbiologique d'inhibition.

2. Cadre d'étude

Toutes les manipulations ont été réalisées au sein de laboratoire pédagogique de la microbiologie, situé au département des sciences agronomiques, de la faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, de l'université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou (Hesnaoua 2), du la période allant de 12 /04/2023 jusqu'au 10 /05/2023.

3. Matériels

Le matériel physique comprend les appareils, la verrerie et les produits chimiques, qui ont été utilisés dans le cadre de cette étude sont cités dans le (Annexe1).

Tableau 4. Les différents matériels et produits chimiques utilisés.

4. Méthodes

4.1. Milieux de culture et réactifs utilisés

- *Milieux de culture* (voir la composition et la préparation dans Annexe 2).
 - Gélose Mueller Hinton (MH).
 - Bouillon Cœur-Cervele (Brain Heart Infusion Broth, BHIB) : permet de remise en activité des micro-organismes testés.
- *Réactifs*
 - Fischine.
 - Lugole (fixation de Cristelle-violet- iode).
 - Cristelle violet-iodé (fixation de colorants).
 - Huile d'immersion.

4.2. Origine des souches

Afin de réaliser notre étude, nous avons utilisées une seule souche bactérienne, c'est *Bacillus stearothermophilus* ATCC 7953 (fournie par Docteur Msela. A, enseignant chercheur au département des sciences biologiques de l'UMMTO).

Les critères de choix de cette souche sont : la sensibilité aux multiples types d'antibiotiques, et la disponibilité.

Tableau 3. Caractéristiques de la souche utilisée (Hazime, 2022).

<i>Souche</i>	<i>Caractéristiques</i>
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	<p>Famille : Bacillaceae</p> <p>Bactérie à Gram+ en forme de bâtonnet</p> <p>Sporulée, thermophile, aéro-anaérobie facultative</p> <p>Division cellulaire à 55C°</p> <p>Développement par la dégradation du glucose par voie fermentative en acidifiant le milieu sans produire du gaz et donc n'est pas protéolytique.</p>

4.3. Échantillonnage

Les échantillons de viandes ont été récupéré de différentes boucheries (07 boucheries) de certaines régions (Boughni, Maâtkas, Ain-Zaouïa, Souk-El-Tenine) de la Wilaya de Tizi-Ouzou (voir Annexe 3). Nous avons prélevé au total 28 échantillons de viande, avec des masses identiques (5g pour chaque échantillon), entre viande rouge (bovine) et viande blanche (poulet) (Tableau 6).

Tableau 4. Nombre d'échantillons et parties prélevées des deux types de viande.

<i>Types de viande</i>	<i>Partie prélevé</i>	<i>Nombres d'échantillons prélevés</i>
<i>Viande rouge (bovins)</i>	Foie	04
	Cœur	04
	Rein	04
	Rate	04
<i>Viande blanche (poulet)</i>	Abat	04
	Foie	04
	Cœur	04

4.4. Prélèvement et stockage

La masse totale de la viande prise de différentes boucheries était d'environ 140g (voire Annexe 3). Ensuite, chaque échantillon était mis dans un sac stérile, fermé, étiqueté, puis transporté directement, dans une glacière, au laboratoire où il est stocké au congélateur réglé à une température de -4°C pour une utilisation ultérieure (Figure 17).



Figure 15. Conditionnement des échantillons (Photo personnelle).

4.5. Traitement des échantillons

- Les échantillons sont sortis de congélateur uniquement au moment de manipulation.
- Ils ont été laissés décongeler quelques minutes à l'air libre, puis déposés sur un plateau en acier inoxydable stérile.
- Devant le bec bunsen, nous avons découpé, à l'aide des ciseaux et d'une pince stérile, des carottes cylindriques de la viande décongelée de 2 mm d'épaisseur et 8 mm de diamètre (2 rondelles pour chaque échantillon).

4.6. Méthode de détection des résidus d'antibiotique

La méthode utilisée pour détecter les résidus d'antibiotiques dans notre travail est la méthode de diffusion sur gélose.

o *Principe*

Elle consiste à faire diffuser un antibiotique dans un milieu gélosé contenant une souche bactérienne sensible à cet antibiotique. Pour ce faire, nous déposons des volumes

identiques représentant plusieurs dilutions de la solution contenant l'antibiotique sur des rondelles de papier buvard. Ces disques sont mis en contact d'une surface gélosée contenant 10^6 à 10^7 cellules souches indicatrices ou de spores. Pendant l'incubation, l'antibiotique diffuse dans la gélose de façon radiaire à partir de son point d'application. Après 15 à 48 heures à la température optimale de croissance du microorganisme, nous mesurons les diamètres d'inhibition qui apparaissent sous l'aspect de zones claires (Talnan, 2013).

Les dilutions ont été pas appliqué dans notre travail, nous avonsensemencé la surface gélosée avec la suspension bactérienne de la souche *Bacillus stearothermophilus* ; puis nous avons déposé directement, dans chaque puit, les disques de viandes congelés.

La détection des résidus d'antibiotiques nécessite l'application de certaines techniques, qui sont :

- Préparation des boites Pétri avec le milieu nutritif.
- Préparation de la souche microbienne à tester.
- Application des puits dans le milieu nutritif gélosé après solidification.
- Ensemencement de milieu nutritif dans des boites de pétri avec le microorganisme sensible aux substances à activité antibiotiques.
- Déposer le morceau de viande congelé à la surface de milieu gélosé et incubé à la température optimale.
- Toute substance à activité antibiotique présente inhibera la croissance du microorganisme à tester : il en résulte la formation d'une zone d'inhibition autour de l'échantillon.

Tableau 5. Familles d'antibiotiques recherchés (Bagré et *al.*, 2015).

<i>Microorganisme testé</i>	<i>Types d'antibiotiques</i>
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	Béta-lactamines
	Sulfamides
	Tétracyclines

o Mode opératoire

a. Revivification de la souche

Pour l'enrichissement de la suspension bactérienne de *Bacillus stearothermophilus*, on prélève 1ml de cette suspension (déjà préparé) puis on le verse dans un tube contenant 4 ml du milieu BHIB (Figure 18), puis Incuber à 55C° dans une étuve, pendant 24h.

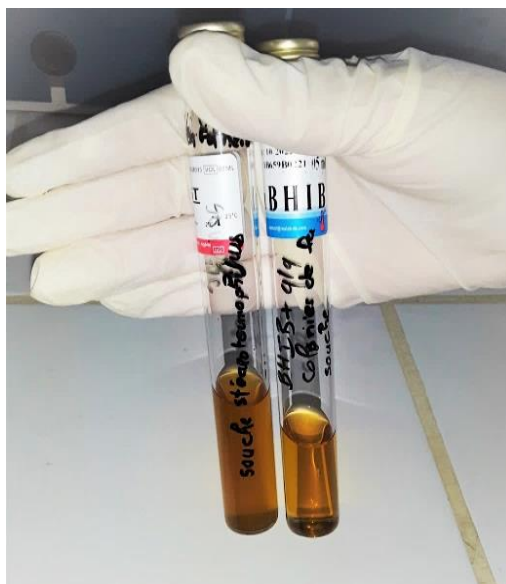


Figure 16. La suspension bactérienne après revivification (Photo personnelle).

b. Vérification de la pureté de la souche

Pour la vérification de la pureté de la souche, nous avons, en premier temps, appliqué la méthode d'ensemencement en trois quadrants qui permet d'estimer le nombre des germes contenus dans un prélèvement et obtenir des colonies isolés (Figure19). Voici les étapes de cette méthode :

- Dans une zone stérile, flamber une pépète pasteur stérile
- Pipeter 1mL à partir de tube qui contient la souche revivifiée
- Prendre une boîte Pétri coulée avec la gélose MH et verser une petite quantité de la suspension bactérienne en haut de la boîte.
- Frotter la pépète sur toute la surface de la boîte par ensemencement en 3 quadrants.
- Laisser la boîte se sécher sur la paillasse pendant 10min.
- Incuber à 55c° dans une étuve, pendant 24h.

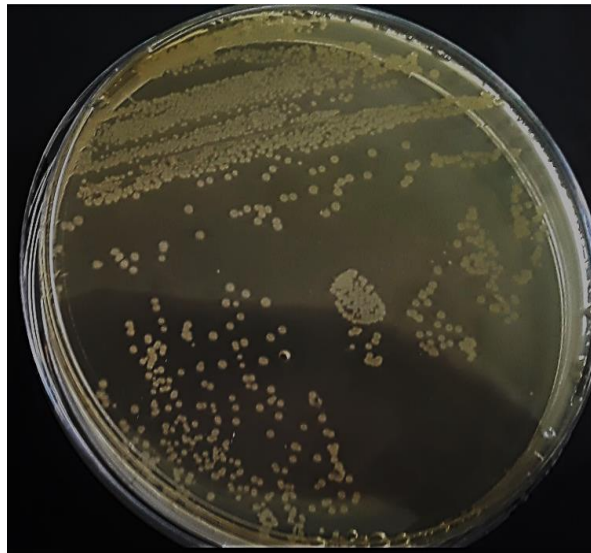


Figure 17. Boite Pétrie après poussée des bactéries (Photo personnelle).

Ensuite, nous avons réalisé la coloration de Gram.

○ ***Protocol de la coloration de Gram***

Préparation d'un frottis bactérien

- Une goutte de l'eau distillée a été déposée sur une lame
- A l'aide d'une anse en platine, ajouter 2 à 3 colonies de la souche isolée
- Frotter la goutte sur toute la surface de la lame
- Passer la lame sur les flammes du bec bunsen pour fixer l'échantillon à la chaleur jusqu'au séchage.

Réalisation de la coloration de Gram

- Rajouter quelques gouttes de cristal violet-iode sur le frottis fixé pour que le colorant ne puisse pas être éliminé.
- Laisser agir 1min puis rincer à l'eau.
- Déposer quelques gouttes de Lugol sur le frottis fixé. Le Lugol est un mordant pour la fixation de violet dans les bactéries, laissé agir 45sec puis rincer à l'eau. Répéter cette opération.
- Décoloration par l'ajout de quelques gouttes d'alcool sur la lame. Laisser agir pendant 10sec (car par l'ajoute de l'alcool, les parois cellulaires à Gram (-) contiennent une forte concentration de lipides solubles dans ce produit. Le décolorant dissout les lipides puis augmente la perméabilité au complexe Cristal violet-iode de s'écouler hors de la cellule), puis rincer avec l'eau.
- Rajouter la Fuchsine et laisser agir pendant 1min.

- Rincer très légèrement avec l'eau, ensuite sécher sur un papier absorbant.

Analyse au microscope

- Observation de la forme cellulaire au grossissement x1000.
- Apparition d'une couleur violette, ce qui signifie que cette bactérie est de Gram + et une forme de *Cocci* en chaînette.

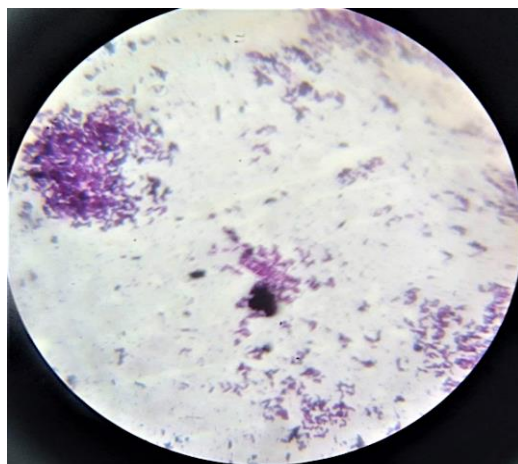


Figure 18. Observation de *B. stearothermophilus* après une coloration de Gram sous microscope optique au grossissement 1000x (Photo personnelle).

c. Standardisation de l'inoculum

- A l'aide d'une anse en platine, prélever 3 à 5 colonies isolées de la culture pure et jeune (Figure 21).
- Prolonger directement l'anse dans l'eau physiologique stérile (9 ml) (Figure 21).
- Homogénéiser bien le tube à l'aide d'un agitateur (vortex) (Figure 22).
- Prendre deux cuves de spectrophotomètre, une sera remplie d'eau physiologique et l'autre de la solution homogénéisée.
- La suspension bactérienne est ajustée à une densité optique (D.O) comprise entre 0.08-0.1(Figure 23), puis noter la charge donnée au niveau de l'écran (lue à $\lambda=625$ nm).
- L'inoculum est ajusté soit par l'ajout de la culture s'il est moins chargé, soit avec l'eau physiologique stérile s'il est trop chargé.

NB₁ : l'ensemencement sur la gélose MH doit être réalisé dans les 15min qui suivent la préparation de l'inoculum

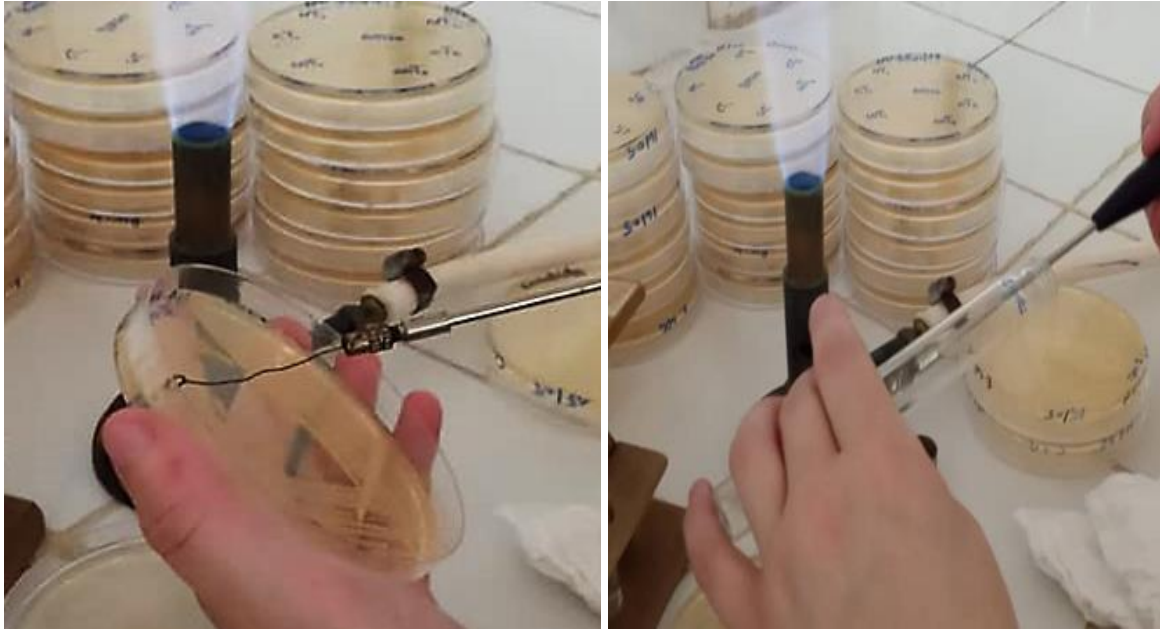


Figure 19. Prélèvements des colonies isolées puis prolonger dans l'eau physiologique (photo Personnelle)



Figure 20. Homogénéisation de la suspension bactérienne quelques minutes avec un vortex (Photo personnelle)



Figure 21. Ajustement de la suspension bactérienne en utilisant un spectrophotomètre (Photo personnelle)



Figure 22. Suspension bactérien standardisée (Photo personnelle).

d. Préparation des boîtes Pétries

- Faire fondre, dans un bain-marie, la gélose MH à 100c°.
- Allumer le Bec bunsen pour crée la zone stérile.
- Laisser refroidir à une température de 44c° pendant 10min puis couler la gélose MH sur les boîtes pétries (verser environ 4 mm épaisseur).
- Laisser la gélose solidifier à l'air libre (Figure 25).

NB : Ces boîtes ainsi préparées peuvent être conservées au réfrigérateur pendant maximum 3 jours.



Figure 23. Gélose MH colée sur boîtes pétri (photo personnelle).

e. Ensemencement sur la gélose Mueller-Hinton

- Réaliser des puits de 8 mm à l'aide de la pipete pasteur (respecter la distance 2cm entre les disques et 1cm du la périphérie de la boîte) (Figure 26).
- A l'aide d'un écouvillon stérile, réaliser l'ensemencement sur la surface des boites de pétri par une suspension de *B. stearotherophilus* (Figure 27) :
 - Plonger l'écouvillon stérile dans l'inoculum contenant la suspension bactérienne, puis le tourner sur la paroi interne du tube afin de décharger au maximum.
 - Sur la totalité de la surface gélosée sèche, écouvillonner dans les trois directions de haut en bas avec des stries serrées.
- Laisser les boites se sécher sur la paillasse pendant 15min.

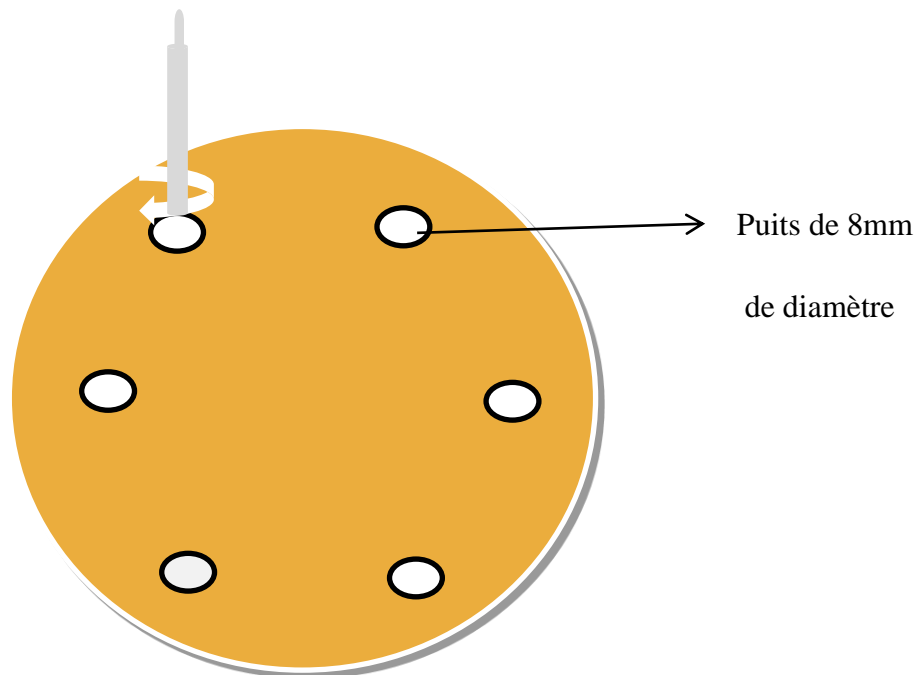




Figure 24. Méthode des puits réalisée sur boîte de Pétri (carottage) (photo personnelle).



Figure 25. Technique d'ensemencement sur la gélose MH (photo personnelle).

f. *Dépôt des rondelles de viande*

- A l'aide d'une pince et un ciseau stériles, couper un petit morceau de viande sous forme de rondelles.

- Déposer les rondelles sur les puits de chaque boîte Pétrie suivant un cercle d'environ 1cm de sa périphérie (6 rondelles dans chaque boîte) (figure 28).
- Chaque boîte est numérotée. Le numéro correspond à une série d'échantillons pour faciliter la lecture des résultats.
- Laisser les boîtes pendant 15 min à température ambiante pour faciliter de la pré-diffusion.
- Les boîtes sont retournées dans la surface inverse et mises à l'étuve à 55C° pendant 24h (figure 30).

NB : Avant la réalisation des puits, nous écrivons sur chaque boîte le code de l'échantillon et le numéro de la boîte. Dans chaque boîte, nous avons mis 3 échantillons différents et chaque échantillon avec une seule répétition.



Figure 26. Dépôt des rondelles de viande (Photo personnelle).

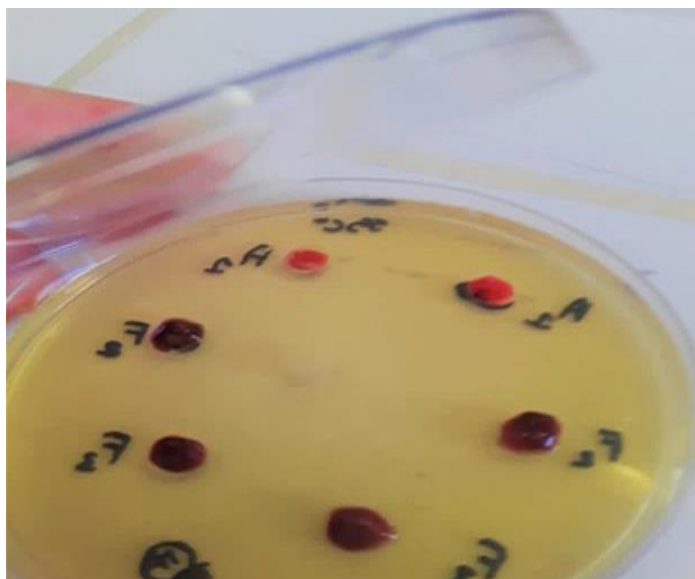


Figure 27. Plan de disposition des disques des viandes (Photo personnelle).



Figure 28. Incubation des boîtes à l'étuve à 55C°pendant 24h (Photo personnelle).

5. Interprétation des résultats

L'inhibition par les antibiotiques (présence de résidus d'antibiotiques dans l'échantillon) se traduit par la formation d'une zone d'inhibition autour de chaque puit.

La lecture se fait à l'aide d'une règle. Les échantillons de viande donnant des zones d'inhibition supérieurs à 9 mm de diamètre ont été considérés comme positifs et contenant des résidus antibiotiques (Larras & Outaleb, 2022).

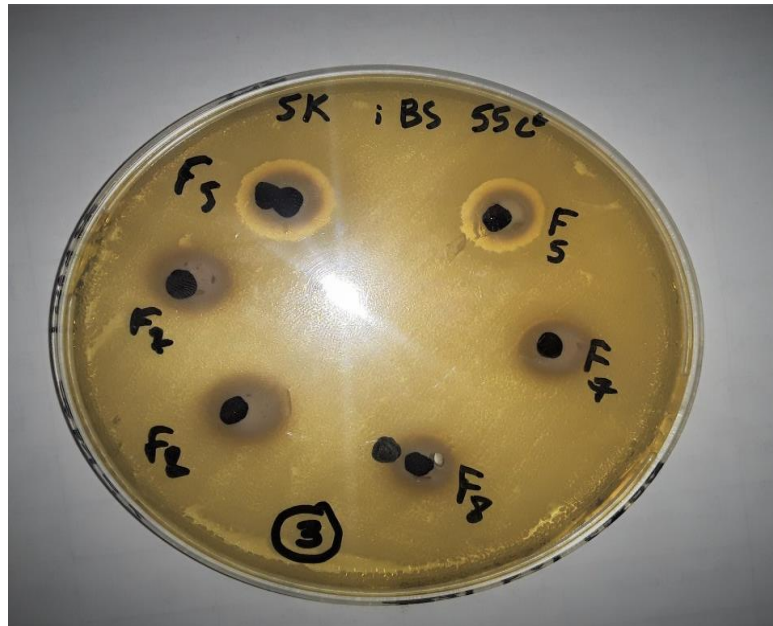


Figure 29. Distribution des zones d'inhibitions (Photo personnelle).

1. Résultats dans les viandes analysées

Notre étude est portée sur l'analyse des résidus d'antibiotiques dans 28 échantillons de viande, entre viandes rouges obtenues des bovins et viandes blanches obtenues de poulets.

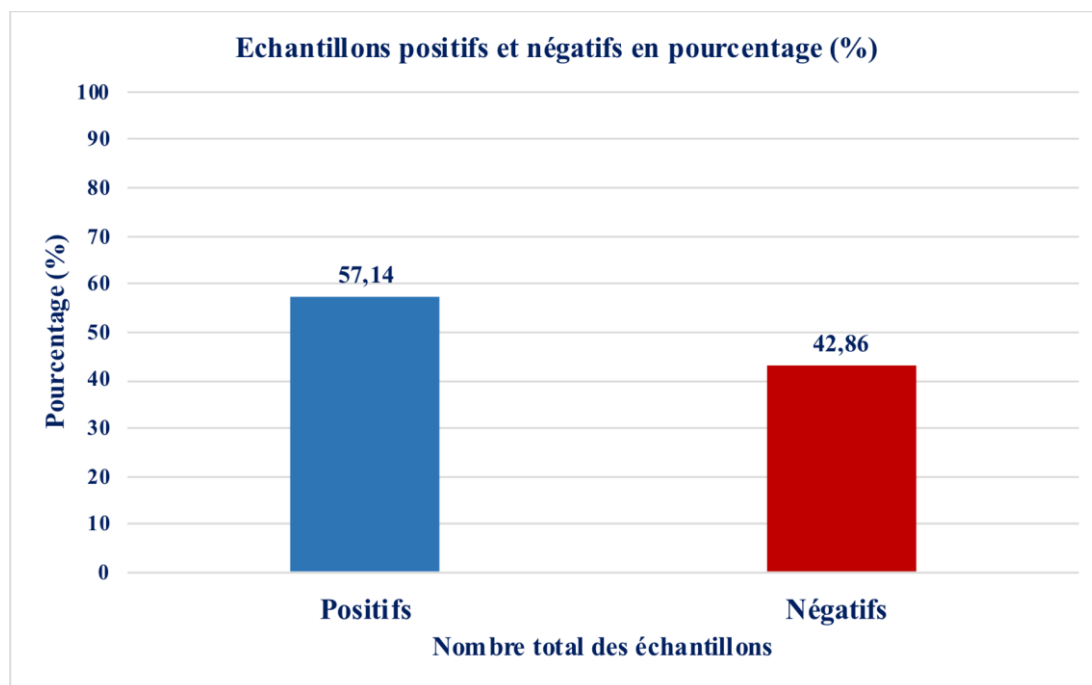


Figure 30. Résultats de la recherche des résidus d'antibiotiques sur tous les échantillons analysés.

Nos résultats démontrent que, sur les 28 échantillons analysés, 16 échantillons sont positifs, c'est-à-dire contiennent des résidus d'antibiotiques (Annexe 3), et présentent un taux de 57,15%. Les 12 échantillons restants sont négatifs, donc non contaminés par les résidus antibiotiques, et représentent un taux de 42,86% (Figure 32).

La contamination des denrées alimentaires d'origine animale a été rapportée par de nombreuses études similaires avec des méthodes semblables ou beaucoup plus avancées, ces études retrouvent des taux de contaminations qui sont un peu proches à nos résultats.

Une étude sur la recherche des résidus d'antibiotiques dans la viande blanche et rouge dans la wilaya de Tiaret, en Algérie, a montré que, sur 125 échantillons analysés, 65,6% ont été affectés (MEKKI, 2017). Aussi, les travaux de (Mansouri, 2007), ont montré un taux de contamination de 65,7 sur des échantillons de viande blanche analysés. Une autre étude réalisée sur 27 échantillons de viande de poulet de chair effectuée dans la wilaya de Tizi-Ouzou révèle un taux de 60% de cas positifs (Ramdane, 2015).

Au niveau international, une étude réalisée à la république démocratique du Congo sur la détection des résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires d'origine bovine et aviaire, a constaté, que sur les 144 échantillons analysés, 43 (36 issus des bovins et 7 issus de volaille) sont contaminés par des résidus d'antibiotiques. Le taux de contamination globale était estimé de 29,86%, un taux moins élevé par rapport à les résultats obtenus dans notre travail (Okombe et *al.*, 2016).

2. Résultats selon le type de viande analysé

Après l'analyse générale des résidus d'antibiotiques dans nos échantillons de viande, nous avons procédé à la comparaison de ces résultats selon le type de viande (viande rouge VS viande blanche) (Annexe 4).

Parmi les 16 échantillons analysés de la viande rouge, seulement 5 échantillons contiennent des résidus d'antibiotiques, ce que signifie un taux de 31,25% (11 échantillons restés sont négatifs). Cependant, nous avons constaté que 11 échantillons sur 12 de la viande blanche contiennent ces résidus, avec un taux très élevé de 91,67% (Figure 33).

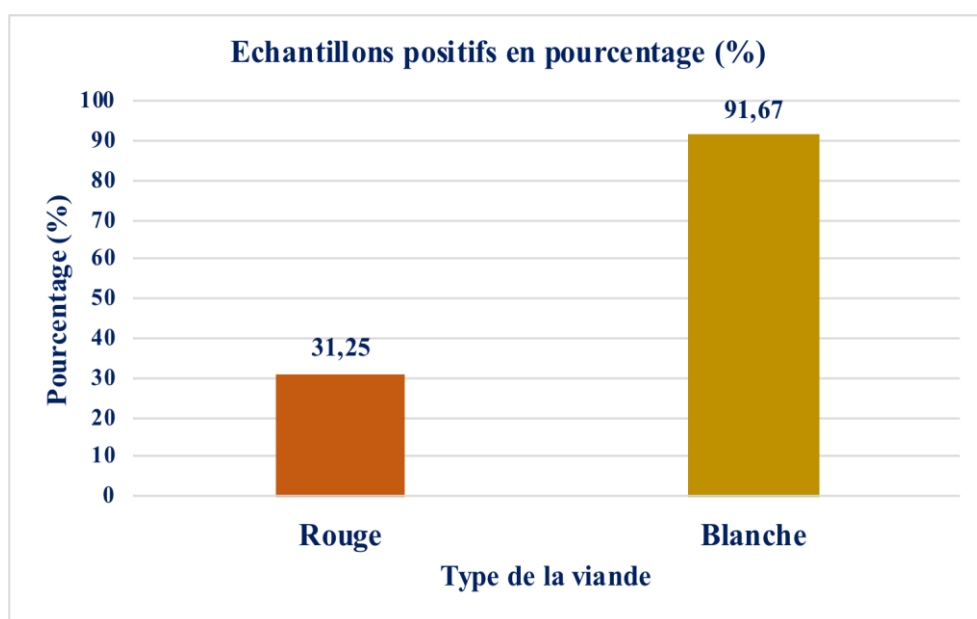


Figure 31. Répartition des résultats positifs selon le type de la viande.

Nos résultats obtenus sur la viande bovine sont similaires avec l'étude de (Samandoulougou et *al.*, 2015) qui ont fait un dépistage des résidus d'antibiotiques dans la viande bovine consommée à Ouagadougou, Burkina-Faso, et révèlent un taux de

contamination de 31%. Par contre, l'étude de (Babapour et *al.*, 2012) dans la région d'Iran, montrent un taux de contamination inférieur, avec 22,8% sur 500 échantillons analysés.

Une autre étude réalisée à DAKAR sur le même type de viande montre un taux plus élevé. Sur 186 échantillons analysés, 95 étaient détectés positifs avec un taux de contamination de 51% (Kantati, 2011). Dans la même région, les études de (Châtaigner & Stevens, 2003) ont signalé une contamination de 42 %. Dans les résultats de (Ibrahim. et *al.*, 2010), les résidus d'antibiotiques affectent 44% des 50 échantillons de viande bovine testée.

En résumé, en comparant nos résultats avec ceux des études antérieures nous constatons un taux de contamination, avec les résidus d'antibiotiques, presque est plus élevés par rapport à ce que nous avons trouvé.

Concernant les viandes blanches, nous avons constaté un taux de contamination très élevé par rapport à celui trouvé sur les échantillons de viande rouge (Viande blanche 91,67% contre 31,25% viande rouge) (Figure 33). Ce résultat est similaire à celui trouvé dans la bibliographie.

L'étude de (MEKKI, 2017) démontre un taux de contamination plus élevé dans les viandes blanches (avec 76,16%) par rapport à la viande rouge (51.16% pour la viande rouge fraîche et 70% pour la viande rouge congelée) sur la totalité des échantillons analysés. Une autre étude réalisée sur le poulet de chair, en Arabie Saoudite, révèle un taux de contamination avec les résidus d'antibiotiques de 69,7% (Al-Ghamdi et *al.*, 2000).

3. Résultats selon la partie prélevée de l'animal

3.1. Viande rouge (bovin)

L'analyse de nos résultats sur les différentes parties prélevées de bovin démontre une différence et variabilité dans la présence des résidus d'antibiotiques.

Nous constatons que les résidus d'antibiotiques sont concentrés dans les reins de l'animal par rapport aux autres parties, avec un taux de présence de 75% (Figure 34), ensuite, la rate avec un taux de présence de 50%. Cependant, aucune présence n'est détectée sur toutes les échantillons analysés de foie et de cœur (Annexe 05). Cela rejoint les résultats obtenus par (Malki & Moumene, 2017), qui déclare l'absence des résidus d'antibiotiques dans le foie ovin et bovin, sur 20 échantillons analysés. Par contre, les études de (Okombe et *al.*, 2016)

constatent une présence des résidus d'antibiotique dans le foie avec un taux de contamination de 57,14%.

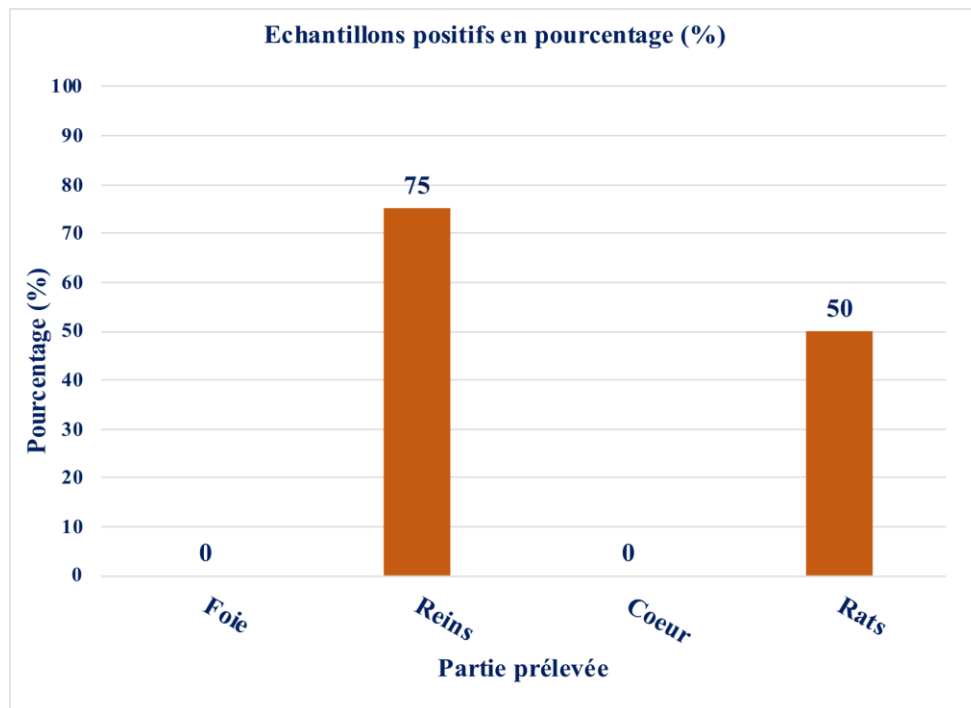


Figure 32. Répartition des résultats positifs selon la partie prélevée de la viande rouge (bovins).

3.2. Viande blanche (poulet)

Notre analyse des résidus d'antibiotiques dans les différentes parties prélevées du poulet démontre une présence presque totale dans tous les échantillons analysés (Figure 35).

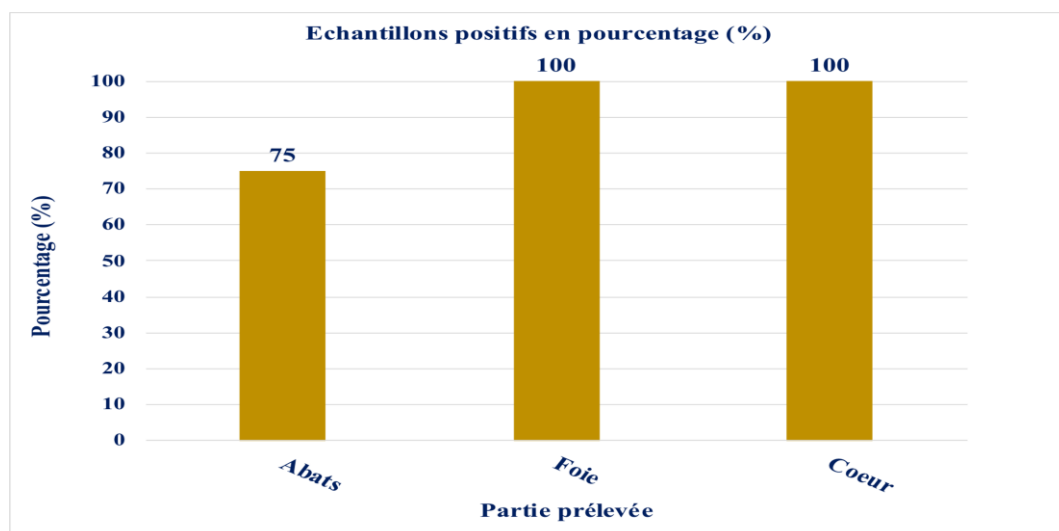


Figure 33. Répartition des résultats positifs selon la partie prélevée de la viande blanche (Poulet).

Les parties « foie » et « cœur » sont détectées contenir le taux le plus élevée avec 100% de présence sur tous les échantillons testés (4 échantillons de foie et 4 échantillons de cœur). Ces résultats sont similaires à ceux de (De Paul, 2016), qui montrent que, parmi les échantillons analysés, la partie la plus contaminée était le foie, avec un taux de 48,3 %. Le même résultat était trouvé par (Abiola et *al.*, 2005) dans leurs études sur les résidus antimicrobiens dans le foie et le gésier de poulet de chair, dans les régions de Dakar et Thiès au Sénégal.

Quant à la partie « abats », nous avons trouvé un taux de présence légèrement inférieur, avec 75% (Annexe 06).

En résumé, nos résultats suggèrent que, dans la viande blanche de poulet, les parties « foie » et « cœur » sont les plus contaminés avec les résidus d'antibiotiques par rapport à la partie « abats ».

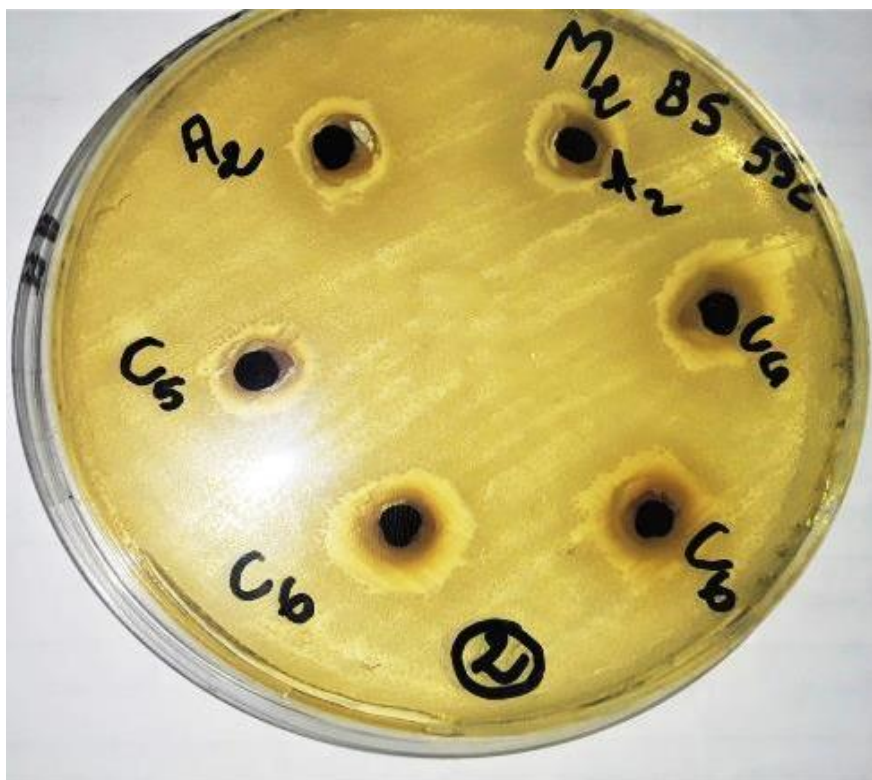


Figure 34. Exemple de quelques résultats positifs sur des échantillons de la viande blanche (parties cœur et abats). Les résultats positifs présentent une zone d'inhibition autour de l'échantillon d'un diamètre de = ou > à 9mm (photo personnelle).

Dans le but de la recherche des résidus d'antibiotiques dans certaines denrées alimentaire d'origine animales, plus précisément dans les viandes rouges (bovines) et blanches (poulet), nous avons utilisé la méthode de diffusion sur gélose en présence d'une bactérie sensible aux antibiotiques (*Bacillus stearothermophilus*).

Nos résultats démontrent que, parmi les 28 échantillons analysés, 16 échantillons ont été contaminées par les résidus d'antibiotiques, ce qui représente un taux de 57,14%.

La présence des résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires d'origine animale, tel montré à travers nos résultats, n'est pas exclusive aux produits commercialisés dans notre cercle d'étude, mais c'est une situation largement répandue.

Dans le cas de notre étude, nous pouvons réfléchir à certains nombres de raisons pouvant expliquer cette prévalence des résidus d'antibiotiques.

Tout d'abord, l'utilisation des antibiotiques par les acteurs de l'élevage doit être examinée de manière approfondie. Bien que les interventions des vétérinaires soient réglementées et contrôlées, l'accessibilité et l'utilisation des antibiotiques par les paysans et les éleveurs échappent généralement à tout contrôle. La disponibilité abondante de ces médicaments sur le marché et leur facilité d'accès, sans nécessiter d'ordonnance dans de nombreux cas, conduisent à supposer une utilisation abusive et fréquente des antibiotiques, et ceci sans aucun respect des délais d'attente (avant l'abattage) (Kantati, 2011).

Ensuite, l'utilisation inappropriée des antibiotiques lors de traitement des animaux qui s'exprime principalement en termes de non-respect des délais d'attente. Comme le souligne Abiola et *al.*, (2005), le respect de ce délai garantit que la teneur des résidus de médicaments dans les aliments sera conforme à la LMR pour ce médicament vétérinaire. Autrement, une mauvaise hygiène lors de l'administration des antibiotiques peut entraîner une contamination des tissus de l'animal. L'utilisation excessive d'antibiotiques est également attribuable à un manque général d'hygiène. Pour compenser cette insuffisance, les éleveurs ont recours à de grandes quantités d'antibiotiques pour prévenir les infections, qui peuvent avoir des répercussions sur le rendement et la santé des animaux (KEBIR, 2012).

Aussi, nos résultats montrent que la contamination des résidus d'antibiotiques est très élevée dans la viande blanche de type poulet que dans la viande rouge de bovin. Selon (Biagui, 2002), plusieurs hypothèses peuvent expliquer ces résultats :

- La présence de résidus d'antibiotiques dans la viande du poulet peut résulter d'une utilisation prolongée de médicaments vétérinaires, que ce soit dans le cadre d'une thérapie préconisée par le praticien ou dans le cas d'une automédication.
- Il est probable que les éleveurs des bovins et ovins respectent le délai d'attente beaucoup mieux que les éleveurs des poulets.
- Il faut aussi prendre en considération que les voies d'administration des médicaments sont différentes pour ces deux animaux. En revanche, la voie d'administration des antibiotiques la plus utilisée en aviculture est la voie orale par l'addition des médicaments dans l'eau de boisson ou dans les aliments proportionnellement au poids d'animal. Tandis que, il faut mentionner que la dose administrée est relative à la solubilité de l'antibactérien, si par exemple, un médicament précipite au fond du récipient d'eau de boisson, chaque animal ne consomme pas totalement la teneur en principe actif qui lui est destinée. Ainsi, certains guérissent et d'autres non. Ces derniers peuvent développer alors une antibiorésistance contre la molécule administrée.
- L'élevage de poulets est caractérisé par une mauvaise utilisation des antibiotiques. Il peut y avoir un non-respect du délai d'attente en cas d'abattage précoce pour minimiser les pertes économiques en cas de maladie, ainsi que pour répondre à la demande élevée sur le marché. Cela peut entraîner la présence de résidus d'antibiotiques dans la viande des poulets destinée à la consommation humaine.
- Enfin, il faut noter que les volailles sont caractérisées par leur statut immunitaire fragile qui nécessite à titre préventif la consommation importante des antibiotiques.

D'autre part, le respect de l'âge d'abattage des animaux est important afin de maximiser l'élimination des médicaments administrés et de bénéficier pleinement de cette mesure. Une investigation sur la présence des résidus d'antibiotiques dans la viande de volaille faite par (Tobi, 2004), démontre que lorsque les poulets sont abattus avant 45 jours il y a plus de risques de trouver des résidus dans leurs viandes (15,39%) que lorsqu'ils sont abattus à partir de 45 jours (13,80%).

Aussi, le niveau élevé de contamination des viandes blanche confirme l'usage anarchique et sans respect des délais d'attente des substances antibactériens en aviculture. (KEBIR, 2012), Il est a noté que, les fermiers algériens utilisent ces produits jusqu'au moment de la vente des poulets. Cette pratique est due à leur conviction que les conditions d'hygiène

sont médiocres et que la pratique de délais d'attente de quelques jours serait à l'origine de mortalités puisque l'organisme ne contient plus d'antibactériens.

Pourtant, d'après le questionnaire que nous avons destiné aux quelques boucheries de la région d'étude (voir annexe 05), nous avons constaté un niveau élevé de respect des mesures d'hygiène lors de la réception, la préparation et le stockage des viandes, et une grande conscience sur les dangers de ces résidus. Nous pouvons penser que cette contamination est plutôt originaire de la manière d'élevage de ces animaux, dont leurs alimentations et leurs traitements.

Dans nos différents échantillons, les résultats ont montré que le foie et le cœur ont été les organes les plus incriminés dans l'accumulation des résidus d'antibiotiques dans la viande blanche de type poulet, avec un taux légèrement moins élevé dans les abats.

En effet, les médicaments utilisés pour le traitement des volailles sont métabolisés par le foie puis éliminés par voie biliaire. C'est un facteur de persistance des molécules au niveau de cet organe, et beaucoup de molécules ont une affinité pour les organes richement vascularisés dont, le foie (Randrionomenjanahary, 2006).

Cependant, dans les viandes rouges de type bovin, notre étude montre une absence totale des résidus d'antibiotiques dans le foie et le cœur par contre une présence est signalée au niveau des reins et des rates.

En effet, la détection des résidus d'antibiotiques différent entre foie, reins et muscle, car les résidus de médicaments vétérinaires s'accumulent généralement dans les reins plutôt que dans les autres tissus, et les fréquences de détection ou les niveaux de résidus différents selon le site et la voie d'administration. La nature de filtration rénale peut être une raison pour laquelle les concentrations d'antibiotiques sont plus élevées dans les reins que dans d'autres organes (Zhang et al., 2021).

Le foie est un organe clé impliqué dans le métabolisme des médicaments. Il peut décomposer et éliminer les antibiotiques plus efficacement que les reins. Il agit à la façon d'un filtre et assure la dégradation de nombreuses substances toxiques, y compris les antibiotiques. Les toxines issues de cette dégradation sont ensuite évacuées par la bile (Ait & Hidra, 2020). Cela peut expliquer pourquoi les résidus d'antibiotiques sont moins présents dans le foie de nos échantillons dans cette présente étude.

Notre présente étude nous a permis de détecter la présence des résidus d'antibiotiques dans certains échantillons de viande rouge (bovine) ainsi de la viande blanche (poulet).

Au regard des résultats obtenus, les résidus d'antibiotiques ont été détectés présents dans la viande blanche avec un taux de contamination de 91,67%, plus élevé que celui de la viande rouge, avec un taux de 31,25%.

En effet, le constat de ces résultats qui montre la contamination de cette denrée alimentaire nous permet de penser à un problème réel de la santé publique.

Cette contamination par les substances vétérinaires est peut-être due à l'utilisation abusive et anarchique des antibiotiques par quelques éleveurs et le non-respect de délai d'attente, ce qui peut provoquer des risques accrus de sélections bactériennes résistantes aux antibiotiques pouvant occasionner des infections graves chez l'homme.

Cette étude préliminaire a donné une vision de la situation dans la région de Tizi-Ouzou, qui s'est avérée préoccupante en termes de risques sanitaires, en particulier concernant la consommation de viande de poulet, qui est largement répandue. Cependant, une meilleure évaluation nécessite des investigations approfondies et des études approfondies sur les pratiques d'utilisation des antibiotiques dans l'élevage. De plus, l'utilisation de méthodes de détection quantitative plus performantes est nécessaire pour obtenir des résultats fiables. Ce type d'études peut être utilisé pour corriger les lacunes au niveau de l'élevage et mieux contrôler la diffusion de ces résidus dans la chaîne alimentaire afin de protéger les consommateurs des risques associés à la présence de ces résidus.

En perspective, pour la prévalence des résidus d'antibiotiques dans les viandes commercialisées à l'échelle nationale, nous recommandons également la réalisation d'une étude à plus grande échelle, couvrant l'ensemble du territoire national.

Pour prévenir la présence des résidus d'antibiotiques dans la viande, nous proposons quelques mesures à plusieurs niveaux. Nous adressons, à travers ces recommandations, aux vétérinaire praticiens, aux éleveurs qui livrent sur le marché, et aux consommateurs, destinataires finaux de ces denrées alimentaires.

○ ***Les mesures publiques***

- Réglementer la diffusion et l'utilisation des antibiotiques de telle sorte qu'elles soient uniquement administrées sur ordonnance ;
- Exercer leur rôle régali en règlementant la qualité et la sécurité sanitaire des denrées alimentaires d'origine animale en veillant à l'application des recommandations dans le cadre de l'harmonisation de la législation de la pharmacie vétérinaire et l'élaboration des normes en matière des résidus par des structures qualifiées.
- Mettre en place un programme national de contrôle permanent de la qualité des viandes locales et importées.
- Renforcer les capacités analytiques des laboratoires d'analyses, pour le contrôle des résidus d'antibiotiques dans les aliments.

○ ***Mesures destinées aux vétérinaires praticiens***

- Éviter les consultations à distance, car elle favorise l'automédication et pourrait entraîner un mésusage des médicaments avec par exemple un non-respect des temps d'attente ou de la posologie par les éleveurs.
- La délivrance des médicaments ne se fait qu'après rédaction d'une ordonnance.
- Respect des règles d'archivage des duplicatas d'ordonnance.

○ ***Mesures destinées aux éleveurs***

- Être sensibilisés sur les dangers que présentent les résidus d'antibiotiques.
- Respecter les délais d'attente prescrits et tenir des fiches d'abattage facilitant le contrôle.
- Respecter les règles de bonnes pratiques d'élevage.
- Proscrire l'automédication.
- Respecter l'hygiène de l'élevage pour prévenir l'apparition des maladies et le recours aux antibiotiques.

○ ***Mesures destinées aux éleveurs consommateurs***

- Exiger la qualité hygiénique même si elle est coûteuse.

- Sensibiliser les consommateurs aux risques liés à la présence des résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires.

1. **Abiola, F. A., M. M., Diop, A., A. Teko-Agbo1, B., Delepine, F. C., Biaou, B., & Gaudin, P. S. (2005).** Résidus d'antibactériens dans le foie et le gésier de poulets de chair dans les régions de Dakar et de Thiès (Sénégal) *Revue Médecine Vétérinaire*, 156 (5), 264-268.
2. **AFNOR. (1982).** Association française de normalisation.
3. **Ait, M., & Hidra, F. Z. (2020).** Contribution à l'étude des lésions du foie chez les ovins.
4. **Al-Ghamdi, M. S., Al-Mustafa, Z. H., El-Morsy, F., Al-Faky, A., Haider, I., & Essa, H. (2000).** Residues of tetracycline compounds in poultry products in the eastern province of Saudi Arabia. *Public health*, 114(4), 300-304.
5. **Alhadj, S. A., Imar, D. S., Pagnah, A. Z., Mouliom, M. M. M., & Iya, S. B. (2022).** Résidus d'antibiotiques dans la viande bovine et les œufs vendus à N'Djaména et à Moundou (Tchad). *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 75(3), Article 3. <https://doi.org/10.19182/remvt.36919>.
6. **Andremont, A. (2000).** Impact des antibiotiques sur l'écologie de la résistance bactérienne : Rôle du tube digestif. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 30, s178-s184. [https://doi.org/10.1016/S0399-077X\(00\)89087-3](https://doi.org/10.1016/S0399-077X(00)89087-3).
7. **Babapour, A., Azami, L., & Fartashmehr, J. (2012).** Overview of antibiotic residues in beef and mutton in Ardebil, North West of Iran. *World Appl Sci J*, 19(10), 1417-1422.
8. **Bagré, T. S., Samandoulougou, S., Traoré, M., Illy, D., Bsadjo-Tchamba, G., Bawa-Ibrahim, H., Bouda, S. C., Traoré, A. S., & Barro, N. (2015).** Détection biologique des résidus d'antibiotiques dans le lait et produits laitiers de vache consommés à Ouagadougou, Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, 87, 8105-8112.

9. **Bas, P., & Sauvant, D. (2001).** Variations de la composition des dépôts lipidiques chez les bovins. *INRAE Productions Animales*, 14(5), 311-322.
10. **Bauchart, D., Chantelot, F., & Gandemer, G. (2008).** Nutritional quality of beef and bovine offal: Recent results for the main nutrients. *Cahiers Nutr. Dietet*, 43.
11. **BENABDELMOUMENE, Dj. (2016).** Qualités nutritionnelles et organoleptiques des viandes et des œufs de volailles locales. Influence du sexe et des génotypes. Thèse Doctorat ; Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, Algérie.
12. **Biagui, C. (2002).** Utilisation des médicaments vétérinaires en élevages avicoles dans la région de Dakar ; qualité de la viande à travers la recherche de résidus de substances à activité antimicrobienne (antibiotiques). Dakar : Thèse : Méd. Vét., (8).
13. **Bittencourt, M. S., Martins, M. T., De Albuquerque, F. G. S., Barreto, F., & Hoff, R. (2012).** High-throughput multiclass screening method for antibiotic residue analysis in meat using liquid chromatography-tandem mass spectrometry: A novel minimum sample preparation procedure. *Food Additives & Contaminants : Part A*, 29(4), 508-516.
14. **Boulant, E., Davin-Regli, A., Pagès, J.-M., & Bolla, J.-M. (2020).** Les pompes d'efflux, mécanisme de résistance bactérien. *Revue Francophone des laboratoires*, 2020(519), 38-49.
15. **BOUTRID, S. (2019).** Recherche des résidus de médicaments vétérinaires dans les denrées alimentaires d'origine animale [Thèse doctorat]. Université de Batna 2.
16. **Brahimi, Z. (2021).** La filière viande cameline ; un enjeu pour le développement de l'élevage. Cas de la région du Souf. Thèse de doctorat : Elevages en zones arides. Ouargla : Université Kasdi Merbah Ouargla, 25 p.
17. **Brouillet, P. (2002).** **Brouillet P., 2002.** Résidus de médicaments dans le lait et tests de détection. *Bulletin des Groupements Techniques Vétérinaires*. 15 : P171.

18. **Cartier, P., & Moevi, I. (2007).** Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. Compte rendu final, 17, 05.
19. **Cassignol, V. (2018).** Facteurs déterminant la qualité sensorielle de la viande bovine : Quelle importance de la race. Viandes et Produits Carnés VPC-2018-34-1-5.
20. **Caude, M., & Jardy, A. (2001).** Méthodes chromatographiques : Introduction, Technique d'ingénieur, PE 1445- (1-6).
21. **Cayron, P. (2020).** Évaluer la qualité d'une viande : L'aspect organoleptique. <https://charcotech.com/2020/11/04/evaluer-la-qualite-dune-viande-laspect-organoleptique/>.
22. **Chardon, H., & Brugere, H. (2014).** Usages des antibiotiques en élevage et filières viandes. Centre d'Information des Viandes, p 10 ,11.
23. **Châtaigner, B., & Stevens, A. (2003).** Investigation sur la présence de résidus d'antibiotiques dans les viandes commercialisées à Dakar.
24. **Chikhi, K., & Bencharif, A. (2016).** La consommation de produits carnés en Méditerranée : Quelles perspectives pour l'Algérie. Zaragoza : CIHEAM, Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens, 115, 435-440.
25. **Chriki, S. (2013).** Méta-analyses des caractéristiques musculaires afin de prédire la tendreté de la viande bovine Thèse doctorat, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II, France ; 24p.
26. **Coibion, L. (2008).** Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine : Adaptation à la demande du consommateur. Doctorat en Vétérinaire, Université Paul-Sabatier de Toulouse, France ; 19-27p.
27. **Danan, C. (2006).** Synthèse du rapport : Usages vétérinaires des antibiotiques, résistance bactérienne et conséquences pour la santé humaine.

28. **De Paul, T. K. F. (2016).** Pratiques d'utilisation des antibiotiques dans l'élevage des poulets et détection de certains de leurs résidus dans produits de poulets consommés à Yaoundé.
29. **Demoly, P., Hillaire-Buys, D., Raison-Peyron, N., Godard, P., Michel, F.-B., & Bousquet, J. (2003).** Identifier et comprendre les allergies médicamenteuses. *M/S : médecine sciences*, 19(3), 327-336.
30. **Dognon, S. R., Salifou, C. F. A., Dognon, J., Dahouda, M., Scippo, M. L., & Youssao, A. K. I. (2018).** Production, importation et qualité des viandes consommées au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 124, 12476-12487.
31. **Dudouet, C. (2010).** La production des bovins allaitants. France Agricole Editions.
32. **El Mrabet, K. (2008).** Development of multi-residue method for the determination of pesticides in cereal matrices by isotopic dilution associated to liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry after pressurized liquid extraction.
33. **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.
34. **EVRAT-GOERGEL, C. (2005).** Etude préalable sur la construction d'une table de composition nutritionnelle des produits carnés (viande et abats de ruminants). Etude CIV OFIVAL, Institut de l'élevage : 153 p.
35. **Fredot, E. (2009).** Connaissances des aliments « base alimentaires et nutritionnelle ». Ed : Techniques et documentation, lavoisier, P397.
36. **GEAY, Y., BAUCHART, D., HOCQUETTE, J. F., & CULIOLI, J. (2002).** Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes de ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux. *INRA Prod. Anim*, 15 : 37-52.

- 37. Hadeif, L. (2009).** Optimisation des paramètres de détection et de quantification par chromatographie liquide haute performance (HPLC) résidus d'antibiotiques dans la viande. Mémoire Magister.
- 38. Hazime, Z. (2022).** Étude de destruction des spores bactériennes par détente instantanée contrôlée (DIC). Université de Bretagne Sud.
- 39. Hocquette, J. F., Mainsant, P., Daudin, J. D., Cassar-Malek, I., Rémond, D., Doreau, M., Sans, P., Bauchart, D., Agabriel, J., Verbeke, W., & Picard, B. (2013).** La viande du futur sera-t-elle produite in vitro? *INRAE Productions Animales*, 26(4), 363-374. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2013.26.4.3164>.
- 40. Hocquette, J.-F., Cassar-Malek, I., Listrat, A., Jurie, C., Jailler, R., & Picard, B. (2005).** Évolution des recherches sur le muscle des bovins et la qualité sensorielle de leur viande. *Cahiers Agricultures*, 14(4), 365-372 (1).
- 41. Ibrahim., A. I., Junaidu, A. U., & Garba, M. K. (2010).** Multiple antibiotic residues in meat from slaughtered cattle in Nigeria. *The Internet Journal of Veterinary Medicine*, 8(1). <https://doi.org/10.5580/1fcd>.
- 42. INTERBEW. (2005).** Le point sur l'alimentation des bovins et ovins et la qualité des viandes. Institut de l'Élevage (I. MOËVI) : 80- 98- 99-101.
- 43. ISO. (1994).** Norme 8402(Management de la qualité et assurance de la qualité-vocabulaire). International organization for standardization. Genève, Suisse.
- 44. Janin, V. (2010).** Evaluation de l'antibiothérapie au Centre Hospitalier de Neufchâteau (France) et à la Polyclinique du Sud de Marrakech (Maroc) (Doctoral dissertation, UHP-Université Henri Poincaré). NANCY 1.

45. **Jeon, M., Kim, J., Paeng, K.-J., Park, S.-W., & Paeng, I. R. (2008).** Biotin–avidin mediated competitive enzyme-linked immunosorbent assay to detect residues of tetracyclines in milk. *Microchemical Journal*, 88(1), 26-31.
46. **Kantati, Y. T. (2011).** Détection des résidus d'antibiotiques dans les viandes de bovins prélevées aux abattoirs de Dakar, Mémoire de Master, Spécialité : Produits d'origine animale, Ecole Inter-Etat des Sciences et Médecine Vétérinaire de Dakar (E.I.S.M.V), p49.
47. **KEBIR, N. E. (2012).** Recherche des résidus antibactériens dans les denrées alimentaires. Mémoire Magister, Université Ibn Khaldoun-Tiaret, Algérie.
48. **KEETON, J., T., & EDDY, S. (2004).** Chemical composition. In *Encyclopedia of meat sciences*. Jensen W, Devine C et Dikeman M, édition Elsevier. Pp. 210-217.
49. **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.
50. **Khattab, W. O., Elderea, H. B., Salem, E. G., & Gomaa, N. F. (2010).** Transmission of administered amoxicillin drug residues from laying chicken to their commercial eggs. *J Egypt Public Health Assoc*, 85(5-6), 297-316.
51. **Koivunen, M. E., Dettmer, K., Vermeulen, R., Bakke, B., Gee, S. J., & Hammock, B. D. (2006).** Improved methods for urinary atrazine mercapturate analysis— Assessment of an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and a novel liquid chromatography–mass spectrometry (LC–MS) method utilizing online solid phase extraction (SPE). *Analytica chimica acta*, 572(2), 180-189.
52. **KONATE, N. A. (2005).** Étude de prescription et de la dispensation des antibiotiques a l'hôpital Gabriel Toure. Doctorat en pharmacie, Université de Bamako, Mali.

- 53. Kone, N. (2009).** Etude de la consommation des antibiotiques, des antipaludiques et des analgésiques non morphiniques dans l'unité des urgences du service de pédiatrie du CHU Gabriel TOURE.
- 54. Larras, K., & Outaleb, C. (2022).** Etude du risque de contamination des carcasses et des abats de poulets par les germes (*S. aureus* et *Salmonella* spp) et les résidus d'antibiotiques dans la Wilaya de Tizi-Ouzou. Université Mouloud Mammeri.
- 55. Laurentie, M., Creff-Froger, C., & Gaudin, V. (2002).** Surveillance des résidus d'antibiotiques. Apport des méthodes de spectrométrie de masse à l'identification des contaminants. Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France, 155(3), 283-294. <https://doi.org/10.4267/2042/61544>.
- 56. Lebret, B., & Picard, B. (2015).** Les principales composantes de la qualité des carcasses et des viandes dans les différentes espèces animales. INRA Productions Animales, 28(2), 93-98.
- 57. Lecerf, J.-M. (2014).** La place de la viande dans la nutrition humaine. Viandes & Produits Carnés, 1.
- 58. Listrat, A., Lebret, B., Louveau, I., Astruc, T., Bonnet, M., Lefaucheur, L., & Bugeon, J. (2015).** Comment la structure et la composition du muscle déterminent la qualité des viandes ou chairs ?
- 59. Maghuin-Rogister, G., Janosi, A., Helbo, V., Peteghem, C. V., Sanders, E., Eeckhout, N. V., Gent, U., Cornelis, M., & Jouret, M. (2001).** Stratégie intégrée d'analyse qualitative et quantitative des résidus de substances antimicrobiennes dans les denrées alimentaires.
- 60. Malki, T., & Moumene, R. (2017).** Les résidus d'antibiotiques dans le foie des ovins et bovins de la Wilaya d'Alger et de Blida. Docteur vétérinaire, Université Saad Dahleb -Blida 01-.

- 61. Mann, N. (2007).** Meat in the human diet: An anthropological perspective. *Nutrition & Dietetics*, p 102–107.
- 62. Mansouri, N. (2007).** La recherche de résidus de substances antimicrobiennes dans les wilayas d’Annaba, Constantine, El-Tarf et Skikda. Thèse.
- 63. Marcoz, N. (2003).** Étude de stabilité des solutions injectable d’amiodarone Mémoire pour le travail de diplôme d’analyse pharmaceutique, université de Genève, p. 10-11.
- 64. Marin, J.S. (2019).** Évitions l’abus d’antibiotiques ! L’Information Dentaire. <https://www.information-dentaire.fr/formations/evitons-l-abus-d-antibiotiques/>.
- 65. Mehdid, Z., Hathat, N., & Boukert, R. P. (2020).** Les résidus d’antibiotiques dans les denrées alimentaires d’origine animale : Etude bibliographique [Thesis, UNIV. BLIDA1]. <https://di.univ-blida.dz/jspui/handle/123456789/9732>.
- 66. MEKKI, H. (2017).** Recherche des résidus d’antibiotiques dans la viande blanche, rouge : (Fraîche et congelée). Ibn Khaldoun –Tiaret.
- 67. 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.
- 68. Mensah, S. E. P., Koudande, 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 : -EN- Antimicrobial residues in foods of animal origin in Africa: public health risks -FR- -ES- Residuos de antibióticos y alimentos de origen animal en África: riesgos de salud pública. *Revue Scientifique et Technique de l’OIE*, 33(3), 975-986. <https://doi.org/10.20506/rst.33.3.2335>.
- 69. Mérens, A., & Servonnet, A. (2010).** Mécanismes et épidémiologie de la résistance aux fluoroquinolones en 2010. *Revue Francophone des laboratoires*, 2010(422), 33-41.

- 70. Moevi, I. (2007).** La décongélation ménagère des viandes de boucherie : Département technique d'élevage et qualité. Service qualité des viandes : 50, 51.
- 71. MOHAMMEDI, D. (2012).** Classification et mode d'action des antibiotiques. Disponible sur: <http://www.sante.dz/aarn/classification.pdf>.
- 72. Muylaert, A., & Mainil, J. (2013).** **Muylaert, A., & Mainil, J. (2013).** Résistance bactériennes aux antibiotiques, les mécanismes et leur" contagiosité". In Annales de Medecine vétérinaire (Vol. 156). ULg-Université de Liège, Liège, Belgium.
- 73. Okombe, E. V., Luboya, W. L. R., Nzuzi, M. G., & Pongombo, S. C. (2016).** Détection des résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires d'origine bovine et aviaire commercialisées à Lubumbashi (RD Congo). *Journal of Applied Biosciences*, 102, 9763-9770.
- 74. Oury, M.-P., Picard, B., Istasse, L., Micol, D., & Dumont, R. (2007).** Mode de conduite en élevage et tendreté de la viande bovine. *INRAE Productions Animales*, 20(4), 309-326.
- 75. Pascua, Y., Koç, H., & Foegeding, E. A. (2013).** Food structure: Roles of mechanical properties and oral processing in determining sensory texture of soft materials. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 18(4), 324-333.
- 76. Peachey, B. M., Purchas, R. W., & Duizer, L. M. (2002).** Relationships between sensory and objective measures of meat tenderness of beef m. Longissimus thoracis from bulls and steers. *Meat science*, 60(3), 211-218.
- 77. 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.

- 78. Popelka, P., Nagy, J., Germuška, R., Marcinčák, S., Jevinova, P., & De Rijk, A. (2005).** Comparison of various assays used for detection of beta-lactam antibiotics in poultry meat. *Food additives and contaminants*, 22(6), 557-562.
- 79. Ramdane, Mohamed. S. (2015).** Etudes qualitatives et quantitatives des résidus d'antibiotiques dans la viande de volaille et les œufs dans la région de la Mitidja, utilisation des probiotiques comme alternative, thèse de Doctorat, spécialité : Sciences biologiques, Université de Tizi-Ouzou (2015), p 159.
- 80. Randrionomenjanahary, RN. (2006).** Investigation sur les résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires d'origines aviaires commercialisées à Antananarivo (Madagascar) : Cas du muscle et du foie, Thèse, Université Cheik Anta Diop de Dakar (UCAD).
- 81. Rodriguez-Villalobos, H., & Struelens, M.-J. (2006).** Résistance bactérienne par β -lactamases à spectre étendu : Implications pour le réanimateur. *Réanimation*, 15(3), 205-213.
- 82. Salghi, R. (2003).** Cours d'analyses physico-chimiques des denrées alimentaires II, GPEE, ENSA Agadir. Ecole Nationale des Sciences Appliquées d'Agadir p 7.
- 83. Salifou, C. F. A., Youssao, A. K. I., Ahounou, G. S., Tougan, P. U., Farougou, S., Mensah, G. A., & Clinquart, A. (2013).** Critères d'appréciation et facteurs de variation des caractéristiques de la carcasse et de qualité de la viande bovine. *Annales de médecine vétérinaire*, 157(1), 27-42.
- 84. Samandoulougou, S., Ilboudo, A. J., Bagre, T. S., Tapsoba, F. W., Savadogo, A., Scippo, M.-L., & Traore, A. S. (2015).** Screening of antibiotics residues in beef consumed in Ouagadougou, Burkina Faso. *African Journal of Food Science*, 9(6), 367-371.

- 85. Schwarz, S., Kehrenberg, C., & Walsh, T. R. (2001).** Use of antimicrobial agents in veterinary medicine and food animal production. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 17(6), 431-437. [https://doi.org/10.1016/S0924-8579\(01\)00297-7](https://doi.org/10.1016/S0924-8579(01)00297-7).
- 86. Simpson, J. (2022).** Don't worry about mistakes—Sir Alexander Fleming changed the world with his errors. *Three Minute Morals*. <https://medium.com/three-minute-morals/dont-worry-about-mistakes-sir-alexander-fleming-changed-the-world-with-his-errors-774014a99b80>.
- 87. Soucheyre, V. (2008).** Teneur et biodisponibilité du fer héminique et non héminique dans la viande et les abats de bœuf : Influence de la conservation et de la cuisson. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 43.
- 88. Stoltz, R. (2008).** Les résidus d'antibiotiques dans les denrées d'origine animale : Evaluation et maîtrise de ce danger. Doctorat vétérinaire : Université Claude-Bernard-Lyon1.
- 89. Talnan, A. (2013).** Contrôle des résidus de médicaments vétérinaires dans les denrées alimentaires d'origine animale : Cas du chloramphénicol dans le lait produit en zone périurbaine de Dakar, Sénégal.
- 90. Tobi, N. (2004).** Etude comparative de la présence des résidus d'antibiotiques dans les muscles de la cuisse et du bréchet du poulet de chair dans la région de Dakar. Thèse : Méd. Vét., Dakar, n°21.
- 91. Van Bambeke, F., & Pharm, S. (2010).** Pharmacologie et Pharmacothérapie anti-infectieuse. *Syllabus Natl Belge Pharmacol*, 2008, 1-134.
- 92. VIALA, A., & BOTTA, A. (2005).** Toxicologie, 2ème édition, Paris : 5- 6- 10- 204-206.

93. **Weiss, K. (2002).** La résistance bactérienne. Congrès de formation médicale continue FMOQ Le Médecin du Québec, 37(3).
94. **Yala, D., Merad, A. S., Mohamedi, D., & Korich, M. N. O. (2001).** Classification et mode d'action des antibiotiques. Médecine du Maghreb, 91(1), 5-12.
95. **Zeghilet, N. (2009).** Optimisation des paramètres de détection et de quantification des résidus d'antibiotiques dans la viande blanche par chromatographie liquide haute performance (HPLC).
96. **Zhang, Y., Lu, J., Yan, Y., Liu, J., & Wang, M. (2021).** Antibiotic residues in cattle and sheep meat and human exposure assessment in southern Xinjiang, China. Food Science & Nutrition, 9(11), 6152-6161. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2568>.

Sites web :

Anonyme1 : <https://agronomie.info/fr/qualites-de-la-viande/>.

Anonyme2 : <https://charcutech.com/2020/11/04/evaluer-la-qualite-dune-viande-laspect-organoleptique/>.

Anonyme3 : <https://m.20-bal.com/pravo/5265/index.html>.

Anonyme4 : <http://www.antibiotique.eu/le-fonctionnement-de-la-reacutesistance.html#ixzz83fwP9HC3>.

Anonyme5 : https://blog_fr.interchim.com/guide-chromatographie-couche-mince-ccm/.

Annexe 01. Classification des principaux antibiotiques vétérinaires

<i>Principales familles d'antibiotiques à usage vétérinaire</i>	<i>Sous-familles d'antibiotiques</i>	<i>Modes d'action</i>	<i>Exemples de principes actifs à usage vétérinaire</i>
<i>Bêta-lactamines</i>	Pénicillines Céphalosporines	Inhibition de la synthèse de la paroi cellulaire, en particulier de la synthèse du peptidoglycane, ce qui modifie la rigidité de la structure et la forme de la bactérie. L'enveloppe externe est alors fortement fragilisée. La bactérie devient très sensible aux stress extérieurs (pression osmotique, température, stress mécanique) provoquant la lyse cellulaire.	Pénicillines G, M et A Céphalosporines (1 ^{ère} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} , 4 ^{ème} générations)
<i>Polymyxines</i>		Perturbation de la structure de la membrane plasmique, en s'insérant parmi les phospholipides externes, ce qui désorganise son intégrité. La perméabilité n'est alors plus assurée. Des métabolites et ions fuient en dehors de la cellule, provoquant la mort de la bactérie.	Colistine Polymyxine B
<i>Aminosides</i>	/	Inhibition de la synthèse protéique en agissant sur les ribosomes et donc en bloquant leur action de synthèse des protéines. Cela empêche la formation de nouvelles protéines, donc la multiplication des bactéries voire, pour les aminosides, engendre leur destruction en provoquant la synthèse	Gentamicine Apramycine

		de protéines aberrante	
<i>Macrolides & apparentés</i>	Macrolides Lincosamides Pleuromutilines		Erythromycine Spiramycine Clindamycine Tiamuline
<i>Cyclines</i>	\ /		Chlortétracyclines Doxycycline
<i>Phénicolés</i>	/		Florfénicol Thiamphénicol
<i>Quinolones</i>	Quinolones Fluoroquinolones	Perturbation de la structure de l'ADN, en se fixant sur des enzymes majeures de régulation : la topoisomérase et l'ADN gyrase	Fluméquine Enrofloxacin Marbofloxacin

<i>Sulfamides</i>	/	Inhibition compétitive de la synthèse des bases de l'ADN. Les sulfamides sont des analogues structuraux de l'acide folique, intermédiaire de leur synthèse. Ce blocage conduit à un arrêt de croissance bactérienne.	Sulfadiazine Sulfadiméthoxine Sulfaméthoxazole+ Triméthoprime
<i>Appareils</i>		<i>Instruments et verreries</i>	<i>Produits chimiques</i>
Appareille photo de téléphone Autoclave (OT O12) Bain marie (Wise Bath-Wisd) Balance Bec bunsen Chronomètre Étuve réglée à 55C°(Wisd) Microonde (ROBUSTE) Microscope optique (OPTIKA B-105) Réfrigérateur et congélateur (ENIEM) Spectrophotomètre (vis-7220G) Vortex		Anse en platine Béchers Boîtes de Pétri Cuves de spectrophotométrie Écouvillons simples stériles Éprouvettes graduées (90mL) Fioles jugées (1000mL) Flacons stériles (80mL - 90mL) Gants Glacière Lames et lamelles en verre Papier absorbant Papier aluminium Pince, Ciseau Pipeteur Pipettes pasteurs stériles Plateau en acier inoxydable Portoir Règle, marqueur Sacs de congélation stériles Tubes à essais stériles (4mL - 9mL)	Eau physiologique Eau distillée NaCl Éthanol

Annexe 03. Résultats de la recherche des résidus d'antibiotiques dans les échantillons de viande rouge et blanche.

<i>Type de viande</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>		<i>Taux de contamination (%)</i>		<i>Moyenne de la zone d'inhibition (mm)</i>
		<i>Positifs</i>	<i>Négatifs</i>	<i>Positif</i>	<i>Négatifs</i>	
Rouge et Blanche	28					7,98±7,38
		16	12	57,14	42,86	

Annexe 04. Résultats de la recherche des résidus d'antibiotiques en fonction du type de viande.

<i>Type de viande</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Moyenne de la zone d'inhibition (mm)</i>	<i>Nombre d'échantillons positifs</i>	<i>Nombre d'échantillons négatifs</i>	<i>Échantillons positifs en pourcentage (%)</i>
Rouge	16	4,32±6,94	5	11	31,25
Blanche	12	12,91±4,61	11	1	91,67

Annexe 05. Résultats de la recherche des résidus d'antibiotiques en fonction de la partie prélevée de la viande rouge (bovins).

<i>Type de viande</i>	<i>Partie prélevée</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Moyenne de la zone d'inhibition (mm)</i>	<i>Nombre d'échantillons positifs</i>	<i>Échantillons positifs en pourcentage (%)</i>
Rouge Bovine	Foie	4	00	00	00
	Reins	4	10,14±7,15	03	75
	Cœur	4	00	00	00
	Rate	4	7,88±8,48	02	50

Annexe 06. Résultats de la recherche des résidus d'antibiotiques en fonction de la partie prélevée de la viande blanche (Poulet).

<i>Type de viande</i>	<i>Partie prélevée</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Moyenne de la zone d'inhibition (mm)</i>	<i>Nombre d'échantillons positifs</i>	<i>Échantillons positifs en pourcentage (%)</i>
<i>Blanche (Poulet)</i>	<i>Abats</i>	4	8,29±5,71	03	75
	<i>Foie</i>	4	16,00±1,60	04	100
	<i>Cœur</i>	4	13,88±1,73	04	100

Annexe 07. Composition et protocoles de préparation des milieux de culture utilisés.

o **Milieu de culture Mueller Hinton MH**

Composition

Hydrolysate de caséine.....	17.50g
Extraits des viandes	3.00g/L
Amidon soluble.....	1.50g/L
Agar	17.00g/L
pH :	7,2 à 7,4

Préparation

Mettre 38.0g dans 1000ml d'eau distillée.

Bien bouillir le mélange jusqu'à une dissolution complète du contenu.

Stériliser le mélange à l'autoclave à 121°C pendant 15 min.

Faire refroidir le mélange à 45-50°C et bien mélanger le tout.

Verser dans des boîtes de Pétri ou dans des récipients stériles.

o Bouillon nutritif

Composition

Tryptone10g/L
 Extrait de viande5g/L
 Chlorure de sodium.....5g/l
 pH à 25°C: 7.3 ± 0.2

Préparation

Dans un bécher, peser 20 g de bouillon nutritif en poudre
 Ajouter 1L d'H₂O et bien mélanger le contenu
 Repartir le mélange dans des tubes à essai ou des flacons stériles.
 Stériliser à l'autoclave pendant 15 min à 115°C



Gélose Mueller Hinton (MH)



Bouillon nutritif

Annexe 08. Résultats globaux sur les deux types de viande analysée

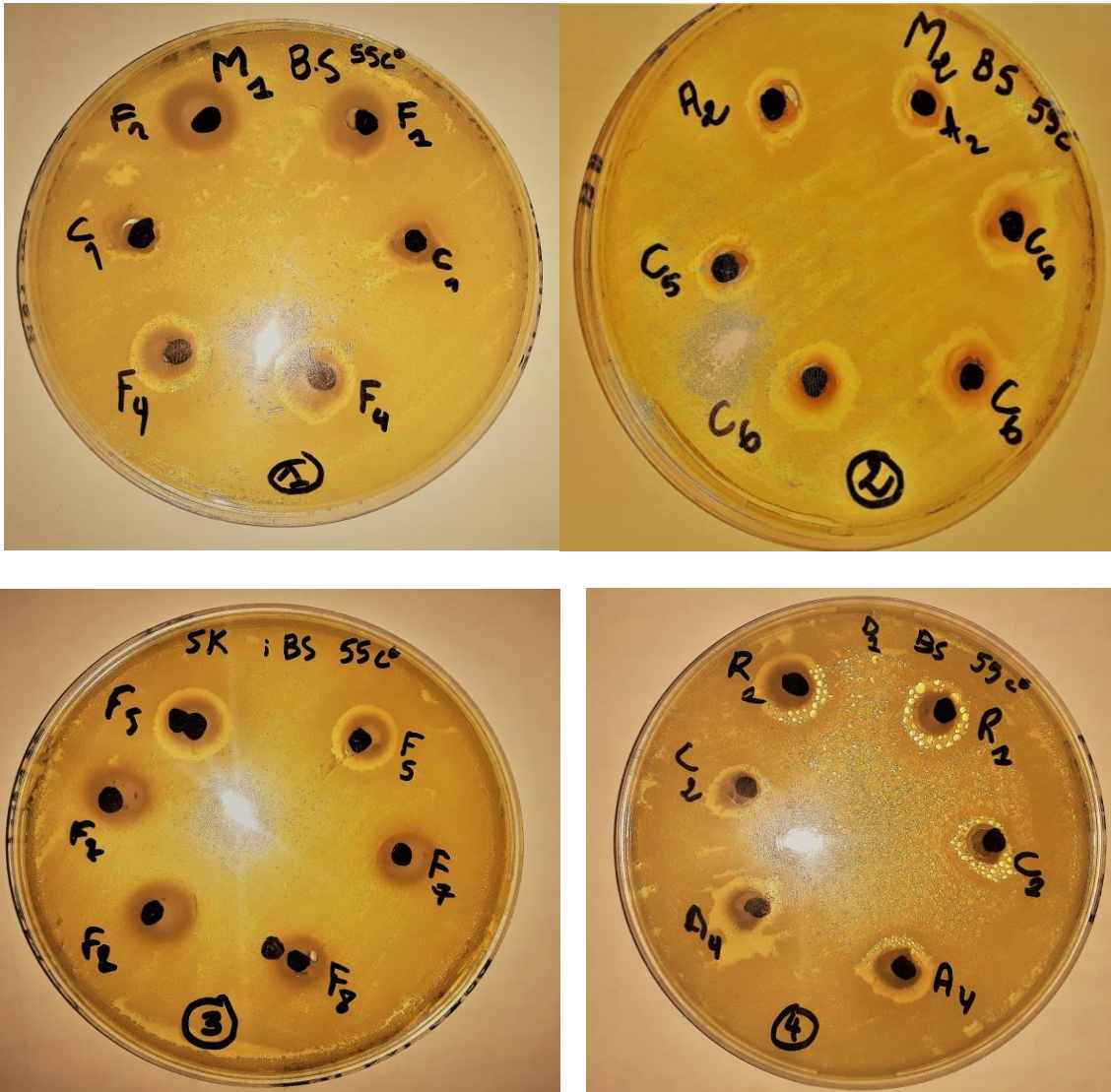
Type viande	Partie prélevée	Échantillon	Répétition	Zone d'inhibitions (mm)	Résultat
Rouge	Foie	FB1	1	0	Absence
Rouge	Foie	FB1	2	0	Absence
Rouge	Foie	FB3	1	0	Absence
Rouge	Foie	FB3	2	0	Absence
Rouge	Foie	FB7	1	0	Absence
Rouge	Foie	FB7	2	0	Absence
Rouge	Foie	FB8	1	0	Absence
Rouge	Foie	FB8	2	0	Absence
Rouge	Rein	R1	1	14	Présence

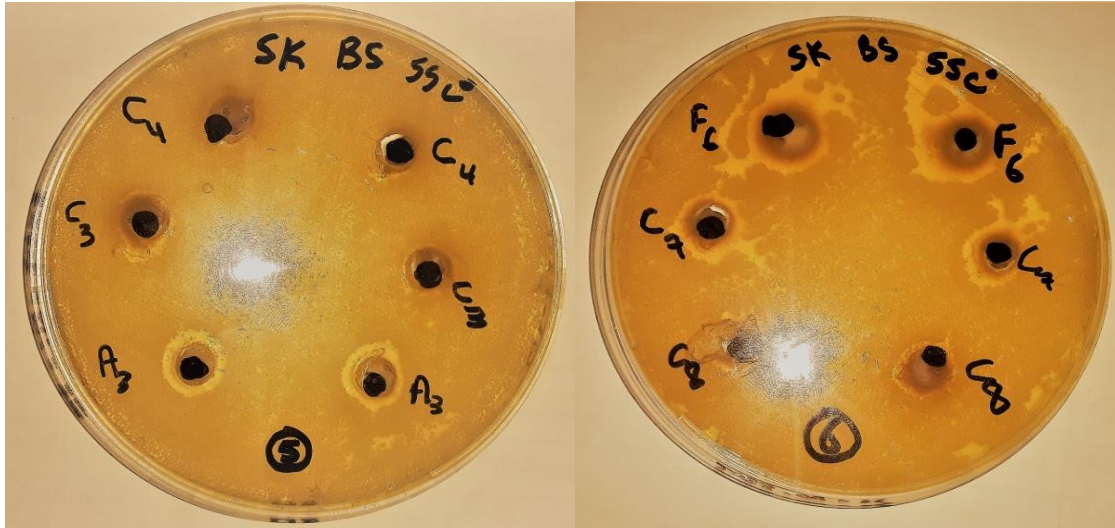
Annexes

Rouge	Rein	R1	2	12,5	Présence
Rouge	Rein	R2	1	0	Absence
Rouge	Rein	R2	2	0	Absence
Rouge	Rein	R3	1	14	Présence
Rouge	Rein	R3	2	11	Présence
Rouge	Rein	R4	1	17	Présence
Rouge	Rein	R4	2	15	Présence
Rouge	Cœur	CB1	1	0	Absence
Rouge	Cœur	CB1	2	0	Absence
Rouge	Cœur	CB3	1	0	Absence
Rouge	Cœur	CB3	2	0	Absence
Rouge	Cœur	CB4	1	0	Absence
Rouge	Cœur	CB4	2	0	Absence
Rouge	Cœur	CB8	1	0	Absence
Rouge	Cœur	CB8	2	0	Absence
Rouge	Rate	RT1	1	0	Absence
Rouge	Rate	RT1	2	0	Absence
Rouge	Rate	RT2	1	0	Absence
Rouge	Rate	RT2	2	0	Absence
Rouge	Rate	RT3	1	14	Présence
Rouge	Rate	RT3	2	17	Présence
Rouge	Rate	RT4	1	17	Présence
Rouge	Rate	RT4	2	15	Présence
Poulet	Abats	A1	1	0	Absence
Poulet	Abats	A1	2	0	Absence
Poulet	Abats	A2	1	11	Présence
Poulet	Abats	A2	2	12	Présence
Poulet	Abats	A3	1	11	Présence
Poulet	Abats	A3	2	11	Présence
Poulet	Abats	A4	1	11,5	Présence
Poulet	Abats	A4	2	13	Présence
Poulet	Foie	FP2	1	18	Présence
Poulet	Foie	FP2	2	18	Présence
Poulet	Foie	FP4	1	14	Présence
Poulet	Foie	FP4	2	15	Présence
Poulet	Foie	FP5	1	14	Présence
Poulet	Foie	FP5	2	16	Présence
Poulet	Foie	FP6	1	16	Présence
Poulet	Foie	FP6	2	17	Présence
Poulet	Cœur	CP2	1	12	Présence
Poulet	Cœur	CP2	2	14	Présence

Poulet	Cœur	CP5	1	16	Présence
Poulet	Cœur	CP5	2	15	Présence
Poulet	Cœur	CP6	1	14	Présence
Poulet	Cœur	CP6	2	16	Présence
Poulet	Cœur	CP7	1	12	Présence
Poulet	Cœur	CP7	2	12	Présence

Annexe 09. Quelques exemples des résultats obtenus, représentant l'absence et la présence des zones d'inhibitions





Annexe 10. Fiche d'échantillonnage des viandes

Nombre totale d'échantillon prélevé : 28

Masse prélevée : environ 140g.

Espèce (Viande blanche, ovine, bovine)	Type de viande (fraiche, congelée)	Région de prélèvement	Lieu de prélèvement (boucherie, abattoir, ...)	Date d'abattage	Date de prélèvement	Masse prélevée (en g)	Code de l'échantillon	Numéro de la boîte
Bovins	Fraiche	Maâtkas	Boucherie	06-04-2023	08-04-2023	5 g	FB1 (Foie)	1
Bovins	Fraiche	Maâtkas	Boucherie	06-04-2023	08-04-2023	5 g	CB1 (cœur)	1
Bovins	Fraiche	Maâtkas	Boucherie	06-04-2023	08-04-2023	5 g	FB3 (foie)	7
Bovins	Fraiche	Souk-el Tenine	Boucherie	10-04-2023	12-04-2023	5 g	FB7 (foie)	3
Bovins	Fraiche	Souk-el Tenine	Boucherie	10-04-2023	12-04-2023	5 g	FB8 (foie)	3
Bovins	Fraiche	Souk-el Tenine	Boucherie	10-04-2023	12-04-2023	5 g	CB4 (cœur)	5
Bovins	Fraiche	Souk-el Tenine	Boucherie	10-04-2023	12-04-2023	5 g	CB3 (cœur)	5
Bovins	Fraiche	Maâtkas	Boucherie	06-04-2023	08-04-2023	5 g	CB8 (cœur)	6
Bovins	Fraiche	Maâtkas	Boucherie	22-04-2023	24-04-2023	5 g	RB1 (rein)	4
Bovins	Fraiche	Maâtkas	Boucherie	22-04-2023	24-04-2023	5 g	RB2	9

Annexes

						g	(rein)	
Bovins	Fraiche	Maâtkas	Boucherie	22-04-2023	24-04-2023	5	RB3	10
						g	(rein)	
Bovins	Fraiche	Maâtkas	Boucherie	22-04-2023	24-04-2023	5	RB4	8
						g	(rein)	
Bovins	Fraiche	Souk-el - Tenine	Boucherie	25-04-2023	26-04-2023	5	RT1	9
						g	(rate)	
Bovins	Fraiche	Souk-el - Tenine	Boucherie	25-04-2023	26-04-2023	5	RT2	10
						g	(rate)	
Bovins	Fraiche	Souk-el - Tenine	Boucherie	25-04-2023	26-04-2023	5	RT3	8
						g	(rate)	
Bovins	Fraiche	Souk-el - Tenine	Boucherie	25-04-2023	26-04-2023	5	RT4	8
						g	(rate)	
Poulet	Fraiche	Ain-zaouïa	Boucherie	18-04-2023	19-04-2023	5	A1	7
						g	(abats)	
Poulet	Fraiche	Ain-zaouïa	Boucherie	18-04-2023	19-04-2023	5	FP2	7
						g	(foie)	
Poulet	Fraiche	Boughni	Boucherie	07-04-2023	07-08-2023	5	CP2	4
						g	(cœur)	
Poulet	Fraiche	Ain-zaouïa	Boucherie	18-04-2023	19-04-2023	5	FP4	1
						g	(foie)	
Poulet	Fraiche	Ain-zaouïa	Boucherie	18-04-2023	19-04-2023	5	A2	2
						g	(abats)	
Poulet	Fraiche	Boughni	Boucherie	10-04-2023	12-04-2023	5	CP5	2
						g	(cœur)	
Poulet	Fraiche	Boughni	Boucherie	10-04-2023	12-04-2023	5	CP6	2
						g	(cœur)	
Poulet	Fraiche	Boughni	Boucherie	10-04-2023	12-04-2023	5	FP5	3
						g	(foie)	
Poulet	Fraiche	Boughni	Boucherie	10-04-2023	12-04-2023	5	A3	5
						g	(abats)	
Poulet	Fraiche	Boughni	Boucherie	07-04-2023	07-08-2023	5	A4	4
						g	(abats)	
Poulet	Fraiche	Boughni	Boucherie	07-04-2023	07-08-2023	5	FP6	6
						g	(foie)	
Poulet	Fraiche	Boughni	Boucherie	07-04-2023	07-08-2023	5	CP7	6
						g	(cœur)	

Annexe 11. Questionnaire destiné aux différentes boucheries lors des prélèvements

<i>Questions</i>	<i>Résultats sur les boucheries questionnés</i>		
	<i>Oui</i>	<i>Non</i>	<i>Observations</i>
Est-ce que votre boucherie est une boucherie mixte ?	14	01	
La chaîne de froid est-elle bien respectée lors du transport et de la réception de la viande au niveau de la boucherie ?	15	/	

Annexes

Combien de temps vous prenez pour réfrigérer la viande après la réception ?	/	/	Immédiatement : 09 24h après réception : 06
Est-ce que la température de la chambre froide est conforme ?	15	/	La Température de la chambre est régalée entre 0 et 3°C.
Est-ce que vous disposez un groupe électrogène lors de la coupure d'électricité ?	13	02	
Lors de la réception de la viande fraîche, faite vous-un nettoyage préliminaire ?	11	04	
Les couteaux sont-ils nettoyés avant et après chaque utilisation ?	10	05	
Est-ce que vous utilisez le même matériel pour découpe les deux viande (rouge et blanche) ?	02	13	
Le hachoir est-il bien nettoyé régulièrement ?	15	/	
Est-ce que vous utilisez le même hachoir pour les deux viandes ?	/	15	
Est-ce que vous nettoyer la planche de découpage après chaque utilisation ?	09	06	
Est-ce que vous utilisez la même planche pour les différentes viandes que vous manipulez ?	03	12	
Utilisez-vous des gants lorsque vous manipuler la viande ?	04	11	
Utilisez-vous des détergents pour le nettoyage ?	15	/	
Est-ce que le nettoyage du magasin se fait quotidiennement ?	13	02	Nettoyage par intervalles pour les deux boucheries
Combien de fois vous réceptionnez des contrôleurs (Audit) ?	/	/	09 : chaque mois au maximum 03 : chaque 15 jour au maximum 03 : chaque 10 jour au maximum
Comment gérez-vous la viande avariée ?	/	/	La plupart jettent la viande
Est-ce que vous avez fait une formation dans le domaine de la boucherie ?	09	06	
Est-ce que y'a un jour dans lequel vous avez eu une toxi-infection ?	/	15	
Est-ce que vous avez ramené des viandes de différents abattoirs ?	15	/	L'ensemble des boucheries utilisent de différents abattoirs entre la viande blanche et viande rouge
Est-ce que les viandes subissent un contrôle vétérinaire ?	15	/	Le contrôle vétérinaire est justifié par un certificat.
Depuis quand vous pratiquez ce travail ?	/	/	Entre 3 ans et 25 ans
Vérifiés-vous votre état de santé périodiquement ?	13	02	Les boucheries qui ont répondu par oui fassent un contrôle médical chaque 6 mois

Annexes

Travaillez-vous quand vous tombé malade ?	/	15	
Quelles sont les types de viande vendue dans votre boucherie ?	/	/	14 : viande blanche et rouge 01 : viande blanche uniquement
Quelle est la viande la plus demandée par les clients et pourquoi ?	/	/	La plupart des clientes demandent la viande blanche du poulet, Car c'est la moins cher
Quelle est la partie la plus demandée par le consommateur ?	/	/	Viande blanche : cuisses, carcasses, escalopes, abats. Viande rouge : filets
Es-ce-que votre viande se vend dans la même journée ?	10	05	
A votre avis, quelle est la cause la plus fréquente de contamination et d'altération des viandes ?	/	/	- Le non-respect la température de la chaîne de froid. - Mauvais nettoyage du matériel (manque de l'hygiène)

Résumé

Les antibiotiques sont des traitements largement répandus dans l'élevage des animaux, utilisés comme facteur de croissance, additifs alimentaires et en métaphylaxie. Leur utilisation inappropriée peut induire la présence des résidus de ces antibiotiques dans les produits alimentaires obtenus de ces animaux, conduisant à des sérieux problèmes sanitaires pour les consommateurs.

Notre étude a été élaborée pour un objectif de chercher et détecter la présence des résidus d'antibiotiques dans 28 échantillons de viande, répartis entre deux types : viande rouge bovine, et viande blanche de poulet, et dans certains de leurs organes, commercialisés dans quelques régions de la wilaya de Tizi-Ouzou. La méthode utilisée pour arriver à notre but était la méthode microbiologique de diffusion sur gélose, en utilisant une souche sensible à plusieurs familles d'antibiotiques, la *Bacillus stearothermophilus*.

Nos résultats obtenus révèlent 16 échantillons positifs qui représentent un taux de contamination de 57,14 % sur la totalité des échantillons analysés. Aussi, nous avons constaté que le taux de contamination était plus élevé dans la viande blanche, avec un taux de 91,67%, que dans la viande rouge. Les organes les plus contaminés étaient le foie et le cœur de poulet, avec un taux de contamination de 100% des échantillons analysés, et les reins et les rats de bovin, avec un taux de contamination de 75% et 50% respectivement.

Mots clés : Résidus d'antibiotiques- Viande blanche (poulet)- viande rouge (bovine)- méthode de diffusion sur gélose- *Bacillus stearothermophilus*.

Abstract

Antibiotics are widely used treatments in animal husbandry, used as growth promoters, food additives and in metaphylaxis. Their inappropriate use can induce the presence of residues of these antibiotics in food products obtained from these animals, leading to serious health problems for consumers.

Our study was developed for the purpose of investigating and detecting the presence of antibiotic residues in 28 meat samples, divided between two types: red beef meat, and white chicken meat, and in some of their organs, marketed in some regions of the wilaya of Tizi-Ouzou. The method used to achieve our goal was the microbiological method of diffusion on agar, using a microbial strain sensitive to several families of antibiotics, *Bacillus stearothermophilus*.

Our results obtained reveal 16 positive samples; which represent a contamination rate of 57.14% of all the analysed samples. Also, we found that the rate of contamination was higher in white meat, with a rate of 91.67%, than in red meat. The most contaminated organs were chicken liver and heart, with a contamination rate of 100% of the analysed samples, and bovine kidneys and rats, with a contamination rate of 75% and 50% respectively.

Key words: Antibiotic residues- White meat (chicken)- red meat (bovine)- agar diffusion method- *Bacillus stearothermophilus*.