

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Microbiologie Appliquée

THEME

Détection des résidus d'antibiotiques dans la viande ovine commercialisée dans la ville de Laghouat

Devant le jury composé de :

Président : Mr Chetetha Mohamed MAA UATL

Examineur : Mr Zerrouki Hocine MAB UATL

Promoteur : Mr Benaceur Farouk MCB UATL

Co-promotrice : Mme Khemili Fatna Associée LRVL

Présenté par :

Remini Dihya

Rayane Wiam Rania

Soutenu publiquement le : 18 juin 2019

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Dieu tout puissant qui nous a accordé santé et courage pour mener ce modeste travail jusqu'à son terme.

On tient à remercier notre promoteur Mr Benaceur Farouk, qui a accepté de nous encadrer et qui nous a toujours guidées dans la réalisation de ce mémoire, mais aussi pour les précieuses informations qui nous a prodiguées avec intérêt et compréhension.

On présente nos profonds respects et reconnaissances au Dr Bencherif directrice par intérim du laboratoire vétérinaire régional de Laghouat, et Madame Khemili pour les moyens qu'elles ont mis à notre disposition pour pouvoir accomplir notre stage dans les meilleures conditions.

On remercie aussi toutes les boucheries de la commune de Laghouat, spécialement celle de Chtit et Mqam qui nous ont ouvert leurs portes, et ont été très compréhensibles lors de l'échantillonnage.

On saisit cette occasion pour adresser nos vifs remerciements aux membres des jurys pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail, tout en espérant qu'ils trouvent les qualités de clarté et de motivation qu'ils attendent.

Pour finir nos sincères remerciements à nos très chers parents qui ont partagés nos joies et nos peines, qui ont été toujours là à nos côtés, et qui ont fait de nous ce que nous sommes aujourd'hui. Que Dieu les garde toujours en bonne santé.

Merci

Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Liste des abréviations	III
Résumé	IV
Introduction	01

Chapitre I : synthèse bibliographique

1. La viande ovine	03
1.1 Définition de la viande ovine.....	03
1.2 Valeur nutritive de la viande ovine.....	03
1.3 Principales espèces productrice de viande ovine.....	04
1.4 Production de viande ovine. (Mondial puis en Algérie).....	05
1.5 Consommation de la viande ovine.....	05
2. Généralités sur les antibiotiques (historique et définition).....	06
2.1 Classification.....	07
2.2 Mode d'action.....	07
3. Usage des antibiotiques en médecine vétérinaire	08
3.1 A titre thérapeutique.....	08
3.2 Métaphylactique.....	09
3.3 Prophylactique.....	09
3.4 Promoteur de croissance.....	09
3.5 Principaux antibiotiques utilisés en médecine vétérinaire.....	09
4. Les résidus d'antibiotiques	11
4.1 Sources des résidus d'antibiotique dans les denrées alimentaires.....	11
4.2 Définition et Notion de LMR (Limite maximale des résidus).....	12
4.3 Risques présentés par les résidus d'antibiotiques.....	12
4.3.1 Risque de toxicité directe.....	12
4.3.2 Risque allergique.....	13
4.3.3 Risque cancérigène.....	13
4.3.4 Modification de la flore digestive.....	14
4.3.5 Risque de résistance bactérienne.....	14
4.3.6 Risque sur l'environnement.....	15
5. Législation (nationale et international)	15

6. Méthodes de détection	16
6.1 Méthodes qualitatives.....	16
6.2 Méthodes quantitatives.....	17

Chapitre II : Matériel et méthode

1. Echantillonnage.....	18
2. Principe de la méthode.....	19
3. Souche bactérienne : description et origine.....	19
4. Préparation du milieu de culture.....	20
5. Préparation et traitement des échantillons.....	20

Chapitre III : Résultat et discussion.....

Conclusion	30
-------------------------	----

Référence bibliographique

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les principales classes d'antibiotiques et d'anti-infectieux autorisés dans l'UE.....	09
Tableau 2 : Liste des antibiotiques utilisés sur le terrain chez les ovins en Algérie.....	10
Tableau 3 : Quelques antibiotiques et leurs temps d'attente.....	11
Tableau 4 : Origine de souche utilisée.....	18
Tableau 5 : Les résultats des différentes régions d'échantillonnages.....	22
Tableau 6 : Résultats positifs de la zone d'Elblad.....	25
Tableau 7 : Résultats positifs de la zone d'Elmqam.....	25

Liste des figures

Figure 1 : Bélier Ouled Djellal.....	04
Figure 2 : Mode d'action des agents majeurs chimiothérapeutiques antimicrobiens.....	08
Figure 3 : Cartographie d'échantillonnage de la viande ovine dans la ville de Laghouat..	17
Figure 4 : Des flacons stériles contenant le milieu MH.....	19
Figure 5 : Rondelles d'échantillons de viande.....	20
Figure 6 : Exemple d'un Echantillon négatif (A) et un échantillon positif (B).....	22
Figure 7 : Exemple d'un échantillon douteux.....	23
Figure 8 : Zone d'inhibition des témoins positifs.....	24
Figure 9 : Les disques d'antibiotiques utilisés comme témoins positifs.....	24
Figure 10 : diagramme d'ISHIKAWA de cause à effet.....	26

Liste des abréviations

FAO Food and agriculture Organisation of the United nations.

ADN L'acide Désoxyribonucléique.

AMM Autorisation de Mise sur le Marché.

UE Union Européenne.

AARN Réseau Algérien de la Surveillance de la Résistance des Bactéries aux Antibiotiques.

LMR Limite Maximale de Résidus.

HPLC Chromatographie Liquide Haute Performance.

CEE Communauté Economique Européenne.

UV Ultraviolet.

ATCC American Type Culture Collection.

MH Mueller–Hinton.

AC Acide.

ATB Antibiotique.

Abs Absence.

Résumé

Une investigation qualitative sur la présence des résidus d'antibiotiques dans la viande ovine commercialisée dans la ville de Laghouat a été rapportée. Le muscle (gigot, collier) et le foie des ovins dans différentes boucheries de la ville de Laghouat ont été inspectés. Soixante échantillons (dont 20 issue du gigot, 20 du collier, et 20 du foie) ont été prélevés et analysés selon la « méthode d'une boîte ». L'étude a montré que sur les 60 échantillons analysés, 6 (3 issus du gigot, 2 du collier, et 1 du foie) contenait des résidus d'antibiotiques. Le taux global d'échantillons positifs est de 10%.

Le traitement abusive, sans suivi ni encadrement peut être la cause principale d'un tel résultat positif et à priori des mesures doivent être prises à plusieurs niveaux par les vétérinaires, éleveurs, et commerçants pour garantir la sécurité sanitaire du consommateur.

Mots clefs : Viande, ovins, résidus antibiotiques, détection, Algérie.

Selon la FAO, on consomme de plus en plus de viande au niveau mondial. Ainsi, la hausse de la consommation de viande dans les pays en voie de développement s'explique par la modernité alimentaire recherchée par les consommateurs et par les progrès des industries agroalimentaires de transformation (FAO.,2005).

Le type de viandes rouges consommées par les Algériens est principalement la viande ovine (55%) (Chikhi et Bencharif.,2016). Elle représente l'élevage traditionnel par excellence en Algérie, le berceau de cet élevage est la steppe, et les hautes plaines. Les ovins ont toujours constitué l'unique revenu du tiers de la population algérienne (Chellig., 1992).

L'Algérie, cinquième consommateur d'antibiotiques dans le monde. L'utilisation abusive de ces derniers fait partie du quotidien actuel, que ce soit dans la santé humaine sans consultation ou prescription médicale, ou dans la santé animale pour éviter la propagation de la maladie dans les troupeaux, mais aussi pour obtenir une production meilleur.

L'accélération de la production animale au cours des dernières décennies a été favorisée par l'emploi des médicaments vétérinaires, en particulier les antibiotiques en élevage (Dognon et al., 2018). Après leur administration aux animaux, ces traitements donnent lieu à la présence des résidus dans les tissus et aliments produits par ces animaux. La présence de résidus d'antibiotiques dans les aliments d'origine animale liée au non-respect des conditions d'utilisation ou à des erreurs dans la conduite de l'élevage peut avoir de graves conséquences sur la santé des consommateurs (Mensah et al., 2014). Bien que ce dernier désire que le produit alimentaire lui procure de bonnes sensations sur le plan gustatif, lui apporte les éléments nutritifs nécessaires, mais il exige avant tout que ce produit ne présente aucun risque pour sa santé. Le consommateur recherche donc, de plus

en plus à l'heure actuelle, la sécurité sanitaire des aliments, et en particulier l'assurance de la qualité microbiologique et toxicologique (**Châtaigner et Stevens., 2016**).

De ce fait, dans notre présente étude, nous traitons la problématique suivante « Est-ce que la viande ovine commercialisée dans la ville de Laghouat contient – elle des résidus d'antibiotiques pouvant présenter un risque aux consommateurs ? ».

Dans une telle optique, ce travail est divisé en deux parties, la première (Chapitre I) est sous forme de synthèse bibliographique qui englobe les thèmes suivants : la viande ovine, les antibiotiques, leurs usages en médecine vétérinaire, leur résidus, avec description des méthodes de détection des résidus d'antibiotiques. La deuxième partie qui est purement expérimentale (chapitres II et III) inclue le matériel et méthodes utilisés au laboratoire, avec discussion des résultats obtenus.

1. La viande ovine

1.1 Définition

Les moutons ont été parmi les premiers animaux à être domestiqués par l'homme vers le VII^{ème} ou VIII^{ème} millénaire, c'est une espèce domestique de mammifères herbivores (famille des ruminants) issue de la famille des ongulés. L'espèce compte plus de 200 races dans le monde, de taille et de poids variés (**Clinquart.,2016**).

A l'origine, «viande» est définie comme toute nourriture susceptible de faire vivre, d'entretenir la vie. Du latin populaire *vianda* qui veut dire, ce qui sert à la vie.

Selon le règlement N°1169/2011 du Parlement européen la définition de la viande est restreinte aux muscles rattachés au squelette (**Clinquart.,2016**).

1.2 Valeur nutritive de la viande ovine

La consommation de viande rouge est considérée comme importante sur le plan nutritionnel du fait de sa teneur en protéines, en vitamines, en minéraux, et sa teneur en lipides raisonnable (**Belabbes et Boudroua.,2017**).

La viande renferme des quantités considérables de protéines de grande qualité, riches en acides aminés essentiels. La teneur en protéines de la viande fraîche est de l'ordre de 20 g pour 100 g de viande, et elle augmente encore lorsque la viande est chauffée en raison de la perte d'eau. La teneur en graisse de la viande fraîche varie fortement en fonction du morceau de viande, de la découpe du morceau, de l'espèce animale ainsi que de l'âge et de l'élevage des animaux. La fourchette s'étend d'environ 1 g à plus de 20 g pour 100 g de viande fraîche. La teneur en vitamines est très variée, la viande contient généralement de la vitamine A (principalement dans le foie, et les abats), la vitamine B1-2-6-3, la vitamine D3-E et l'acide folique ne sont présents qu'en faibles concentrations dans la viande, par contre la vitamine B12 est présente presque exclusivement dans les denrées alimentaires d'origine animale. 100 g de filet d'agneau permettent de couvrir plus de 70% des besoins journaliers d'un adulte. Plus particulièrement, la viande d'agneau présente une teneur plus élevée en vitamine B3 (ou vitamine PP) que les autres viandes (**Schmid.,2011**).

Enfin la viande représente une très bonne source de fer. La couleur de la viande renseigne sur sa teneur en fer : la viande rouge du bœuf et de l'agneau contient davantage de fer que la viande plus claire. En ce qui concerne les autres minéraux la viande contient

aussi du sodium, potassium, phosphore, zinc et sélénium. La viande d'agneau est néanmoins moins riche en fer et en sélénium que la viande de bœuf (Schmid.,2011).

1.3 Principales espèces productrices de viande ovine

Les races locales ovines ont de tout temps évolué dans un système de nomadisme sous un climat de type aride à semi-aride, caractérisé par une sécheresse quasi permanente. Le matériel biologique ovin est constitué de races locales de type allaitant. La race Ouled Djellal (arabe blanche) (Figure 1) est particulièrement adaptée et présente des aptitudes de production reconnues, les effectifs de cette race représentent plus de 50% du cheptel national. Se caractérisent par une aptitude aux longues marches, et craignent les grands froids (Chekkal et al.,2015).

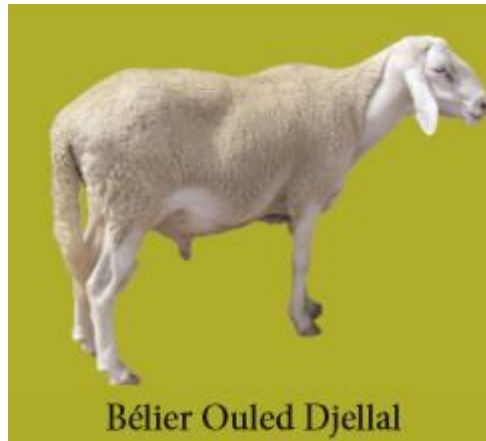


Figure 1 : Bédier Ouled Djellal (Chekkal et al.,2015).

Il existe également d'autres races avec des effectifs moins importants :

- La race Rembi (15% du cheptel national) localisée au niveau de la partie centrale de la steppe. C'est la plus grande race ovine en Algérie de point de vue gabarit, elle est très recommandée pour valoriser les pâturages pauvres de montagnes.
- La race Hamra (Deghma) 8% du cheptel national est une race berbère, originaire des hautes plaines de l'ouest, est connue pour sa résistance aux conditions steppiques (froid hivernal, vent violent et chaleur estivale), représente la meilleure race à viande.
- La race berbère (Azoulai) constitue probablement la population ovine locale la plus ancienne d'Afrique du Nord, animal élevé traditionnellement dans les vallées froides et dans les montagnes boisées bien arrosées (Chekkal et al.,2015).

D'autres races très localisées et menacées d'extinction comme la D'man (Race des oasis), la Barabarine (Oued Souf), la Sidahou (Touareg), et enfin la *Taadmit* race très appréciée pour la préparation du fameux méchoui (NEPAD-PDDAA.,2006).

Enfin Laghouat la ville de cette présente étude est le berceau des deux races Oueled Djellal et El-hamra hybride.

1.4 Production de viande ovine

Selon les prévisions de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), la production de la viande devra doubler d'ici 2050, passant de 229 à 465 millions de tonnes (Lekede.,2014).

En 2014, les échanges mondiaux de viande ovine représentent 1,2 million de tonnes soit 8 % de la production mondiale. Le marché international de la viande ovine est dominé par les exportations de l'Australie et la Nouvelle-Zélande (respectivement 41% et 42 % des échanges mondiaux). D'autres bassins de productions ont récemment renforcé leur position sur le marché international, notamment le Chili, l'Argentine, l'Uruguay et l'Union européenne (DAE.,2015).

En Algérie ils existent trois grands types d'élevage : l'élevage bovin, l'ovin-caprin, l'aviculture et la pisciculture. L'aviculture et les élevages bovins se pratiquent au Nord tandis que l'élevage des ovins et des caprins se concentre quasiment au niveau des hauts plateaux de la steppe (NEPAD-PDDAA.,2006).

L'élevage ovin/caprin est de type extensif, notamment dans les grandes zones de parcours steppiques du sud, exploitées en hiver (les troupeaux sont remontés vers les pâturages du nord pour l'été) (FAO.,2005).

Le cheptel ovin prédomine et représente 70% de l'effectif global avec plus de 12 millions de brebis, les derniers chiffres communiqués parlent d'un effectif de 19 millions de têtes. L'élevage ovin exploité essentiellement pour une production de viande fournit annuellement une moyenne de 150 000 tonnes. La contribution des ovins est de 51% pour l'ensemble des produits carnés (NEPAD-PDDAA.,2006).

L'Algérie produit plus de 20 millions de têtes ovines par année (Chikhi et Bencharif.,2016).

1.5 Consommation de la viande

En 2010, la FAO estime que la consommation totale de viande s'est élevée à 286,2 millions de tonnes. L'Asie consomme, à elle seule, près de la moitié (46 %) des

volumes produits dans le monde, la Chine comptant pour 28 % du total mondial. L'Europe est la deuxième zone de consommation 20 %, devant l'Amérique du nord qui consomme 18%. Enfin l'Afrique compte pour 5 %.

Pour différentes raisons (historique, pédoclimatique, culturelle...), la part des différentes viandes (bovin, ovin, volailles) dans le régime alimentaire des habitants diffère nettement d'un continent à l'autre. En Afrique, les viandes de ruminants représentent la moitié de la consommation de viande (respectivement 35 % et 15 %), devant la viande de volailles (33 %) (**FranceAgriMer.,2011**).

Les types de viandes rouges consommées par les Algériens sont principalement la viande ovine (55%), ainsi, la consommation nationale des viandes du mouton et du bœuf est de 10,5 kg/hab/an. Les viandes rouges restent en Algérie très peu consommées durant l'année. Le rituel de consommation concerne plutôt la période de l'Aïd ElAdha, le ramadhan et autres fêtes notamment pour la viande ovine (**Chikhi et Bencharif.,2016**).

2. Les résidus antibiotiques

2.1 Généralités sur les antibiotiques

Il est communément admis à tort que la pénicilline était le premier antibiotique. Cependant, une grande variété de traitements pouvant être considérés comme des antibiotiques sont utilisés depuis plus de 1000 ans. Bien qu'ils soient souvent inefficaces et dangereux, leur intention était similaire à celle des antibiotiques modernes (**Zimdahl.,2015**).

Découverte accidentellement en 1928 par le biologiste et pharmacologue écossais, Sir Alexander Fleming, la pénicilline (pénicilline G), antibiotique produit par la moisissure « *Penicillium* » empêchant le développement de certaines cultures de bactéries, est commercialisée dès 1940 (**Zimdahl.,2015**).

Du grec *anti* signifiant « contre » et *bios* « la vie » (**Chardon et Brugere.,2014**), les antibiotiques sont une classe de métabolites secondaires, élaborées par des micro-organismes ou des composés analogues synthétisés chimiquement ou semi-synthétisés (**Ben et al.,2018**) capables d'inhiber la multiplication (bactériostatique) ou de détruire (bactéricide) des bactéries. Ils ont pour but de diminuer ou de stabiliser la quantité de bactéries présentes au niveau du site infectieux et d'aider les cellules du système immunitaire à entamer le processus de guérison (**Caruba et Jaccoulet.,2015**).

On les divise en antibiotiques à large spectre ou à spectre étroit (**Quevauvilliers et al.,2007**).

2.2 Classification des antibiotiques

Il existe plusieurs façons de classer les antibiotiques, mais les systèmes de classifications les plus courants reposent sur :

- Leur mode d'action.
- Leur spectre d'activité.
- Et leur nature chimique.

Les antibiotiques appartenant à la même classe structurale présenteront généralement des caractéristiques d'efficacité, de toxicité et d'effets secondaires potentiellement allergènes similaires (**Etebu et Arikekpar.,2016**). Les antibiotiques sont divisés en familles dont les principales sont : Les bêtalactamines (pénicilline, céphalosporine et autres), les tétracyclines, les aminosides, les macrolides et apparentés, les fluoroquinolones, les sulfamides, les antibiotiques glycopeptidiques, et les antibiotiques divers (acide fusidique, fosfomycine, polymyxine...) (**Buxeraud.,2014**).

2.3 Mode d'action

Quatre catégories d'antibiotiques peuvent être distinguées par rapport à leur mode d'action comme le montre la figure 1. Les antibiotiques inhibant la synthèse de la paroi bactérienne (bêtalactamines, glycopeptides, fosfomycine), ceux inhibant la synthèse des protéines (aminosides, macrolides, rifampicine, tétracyclines), les antibiotiques inhibant le fonctionnement de l'ADN (quinolones, sulfamide/triméthoprim), et enfin les antibiotiques entraînant la destruction de la membrane cytoplasmique (**Buxeraud.,2014**).

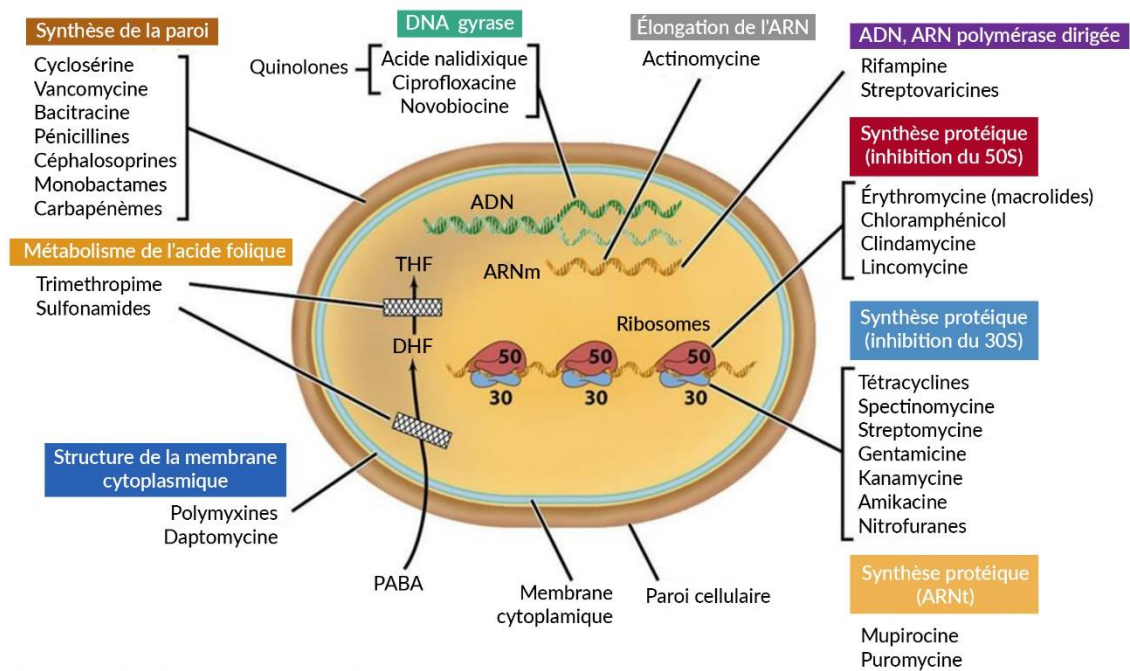


Figure 2 : Mode d'action des agents majeurs chimiothérapeutiques antimicrobiens (Madigan et Martinko.,2007).

3. Usage des antibiotiques en médecine vétérinaire

L'usage des antibiotiques en médecine humaine et animale n'a débuté que vers le milieu des années 1940 (Anses.,2014).

A l'origine, utilisés dans la prévention et le traitement des maladies animales, ils sont progressivement ajoutés en tant qu'additifs alimentaires comme agents prophylactiques et promoteurs de croissance, ce qui dépasse de loin leur utilisation en tant que produits thérapeutiques pour animaux à l'heure actuelle (Gelband et al.,2015).

Les antibiotiques chez les animaux sont utilisés selon quatre modalités :

➤ A titre thérapeutique

De nombreux agents antibactériens sont utilisés en production animale à des fins thérapeutiques, notamment pour traiter une maladie infectieuse causée par une bactérie (Moreno et Lanusse.,2017).

L'objectif est de guérir l'animal et d'éviter sa mort. Le traitement curatif a également pour effet de réduire la souffrance des animaux et de restaurer leur production (lait et viande) (Chardon, Brugere.,2014).

➤ **A titre métaphylactique**

Le mot est formé du terme phylaxie, qui signifie « protection contre une infection » et du préfixe Meta « après » (Anses.,2014), utilisé en cas d'apparition de quelques individus malades dans un groupe d'animaux, les antibiotiques peuvent être prescrits à l'ensemble des animaux du groupe pour stopper la contagion (Sanders et al.,2017). La métaphylaxie est généralement mise en œuvre à partir du moment où 10 à 15% des animaux du lot sont malades. On parle aussi de traitement de contrôle (Chardon, Brugere.,2014).

➤ **A titre prophylactique**

Le mot est formé du préfixe Pro « avant » il s'agit de protéger un groupe contre l'infection avant sa survenue (Anses.,2014). Ils sont prescrits à des fins de prévention de maladie d'étiologie bactérienne, administrés à des animaux sans signes cliniques de pathologie, ils préviennent le risque d'infection pendant des phases critiques pour l'animal (Sanders et al.,2017). Un traitement préventif permet donc d'éviter l'expression de la maladie. Malgré l'intérêt pratique évident sur le terrain de certains traitements prophylactiques, leur utilisation doit être raisonnée pour éviter la sélection de bactéries résistantes (Chardon, Brugere.,2014).

➤ **Promoteur de croissance**

Ils sont utilisés à faibles doses sur une longue période dans l'alimentation des animaux pour un gain d'indice de croissance, c'est-à-dire une augmentation du rapport de la quantité de denrées produites divisée par la quantité d'aliment consommée.

Aujourd'hui, dans l'Union Européenne, plus aucune molécule antibiotique n'est utilisée comme promoteurs de croissance. Seuls les antibiotiques ionophores (Monensin, Narasin, Salinomycine, Lasalocid A) sont autorisés, comme coccidiostatiques (Sanders et al.,2017). Selon l'arrêté interministériel du 24 Décembre 2006, en Algérie les antibiotiques comme facteurs de croissance ne sont plus incorporés dans l'alimentation animale et sont interdits d'utilisation depuis Avril 2007 (AARN.,2011).

4. Principaux antibiotiques utilisés en médecine vétérinaire

En médecine vétérinaire, une gamme très variée d'antibiotiques est utilisée contre diverses maladies pour améliorer le rendement de production des animaux. Il s'agit des β -lactames, macrolides, aminoglycosides, tétracyclines, (fluoro) quinolones, sulfamidés, lincosamides, phénicolés (Dognon et al.,2018).

La liste des antibiotiques en médecine vétérinaire, sont ceux ayant satisfait au processus d'autorisation de mise sur le marché (AMM) par l'Autorité compétente à l'échelle nationale ou européenne (Tableau 1). Ainsi, après l'évaluation des données scientifiques prouvant l'efficacité du produit et son innocuité pour la santé humaine et animale ainsi que pour l'environnement, l'Autorité compétente autorise son importation, sa distribution, et son utilisation.

Tableau 1 : Les principales classes d'antibiotiques et d'anti-infectieux autorisés dans l'UE (Mensah et al.,2014).

Classes	Molécules
Sulfamides	Toutes les substances appartenant au groupe des sulfonamides.
Quinolones	Acide oxolinique, difloxacin, sarafloxacin, danofloxacin, enrofloxacin, flumequine, marbofloxacin.
Bêta-lactamines	Amoxicilline, ampicilline, benzyl-pénicilline, cefalexine, céfacertrile, céfalonium, céfapirine, céfapérodone, cefquinone, ceftiofur, cefazoline, cloxacilline, céfoperazone, penetha-matedicloxacilline, nafcilline, oxacilline.
Tétracyclines	Chlortétracycline, doxycycline, oxytétracycline, tétracycline.
Aminoglycosides	Dihydrostreptomycine, gentamicine, kanamycine, néomycine, streptomycine, paromomycine, apramycine-spectinomycine.
Phénicolés	Thiamphénicole, florfenicol.
Macrolides	Erythromycine, spiramycine, tylosine, tilmicosine, gamithromycine, tulathromycine, tylvalosine, tildipirosine.
Lincosamides	Lincomycine, pirlimycine.
Polypeptides	Bacitracine, colistine, tyrothricine.
Orthosomycines	Avilamycine.
Rifamycines	Rifamycine SV, rifaximine rifampicine.
Ionophores	Salinomycine, monensin.
Novobiocine	Novobiocine.
Pleuromutilines	Tiamuline, valnemuline.

En Algérie, l'AARN (Réseau Algérien de la Surveillance de la Résistance des Bactéries aux Antibiotiques) ont publié une liste exhaustive d'antibiotiques utilisés pour traiter les ovins tout en précisant les conditions d'utilisation (Tableau 2).

Tableau 2 : Liste des antibiotiques utilisés sur le terrain chez les ovins en Algérie (AARN.,2011).

Antibiotiques	Observations particulière
1.β-Lactamines Ampicilline, Oxacilline, Pénicilline, Amoxicilline+ Acide clavulanique, Céfalotine, Céftiofur.	Ces antibiotiques sont utilisés pour traiter les cas de septicémies, d'infections respiratoires et urinaires chez de nombreux animaux
2. Aminoglycosides Streptomycine, Néomycine, Apramycine, Framycetine, Rifamixine	Les aminoglycosides sont utilisés dans le traitement des septicémies, des affections digestives, respiratoires et urinaires.
3. Cyclines Doxycycline, Oxytétracycline, Tétracycline.	Antibiotiques très utilisés dans le traitement de nombreuses maladies bactériennes chez beaucoup d'espèces animales.
4. Sulfamides et associés Sulfadimérazine, Sulfadiméthoxine, Sulfaguanidine, Sulfanilamide, Triméthoprimé+sulfonamide, Triméthoprimé.	Les sulfamides seuls ou en combinaison avec les diaminopyrimidines sont très utilisés pour le traitement de beaucoup de pathologies et chez de nombreuses espèces animales.
5. Quinolones 5.1- Quinolones de 1ère et 2ème génération Fluméquine, Norfloxaciné.	Les quinolones de 1ère et 2ème génération sont utilisées dans le cas des colibacillooses et des septicémies.
6. Lincosamides Clindamycine	Antibiotiques essentiels dans le traitement des pneumonies à mycoplasmes, de l'arthrite infectieuse et de l'entérite hémorragique chez les ovins et les caprins.
7. Autres Novobiocine	Antibiotique utilisé dans le traitement des mammites (sous forme de crèmes intra mammaire en association avec la pénicilline (10 unités/30 µg). Antibiotique utilisé uniquement chez les animaux

4. Les résidus d'antibiotiques

4.1 Sources des résidus d'antibiotique dans les denrées alimentaires

Le règlement 470/2009 du Parlement européen et du Conseil définit les résidus comme toute substance pharmacologiquement active, qu'il s'agisse de principes actifs, d'excipients ou de métabolites présents dans les liquides et tissus des animaux après l'administration de médicaments et susceptibles d'être retrouvés dans les denrées alimentaires produites par ces animaux (Mensah et al.,2014).

La présence de ces résidus est surtout favorisé par le non-respect des délais d'attente recommandés avant l'abattage des animaux traités, peuvent également provenir des erreurs de traitements, du surdosage ou de l'utilisation fautive et abusive des produits autorisés ou des substances prohibées. Par ailleurs, l'usage des promoteurs de croissance à travers l'alimentation animale est aussi une source de résidus de médicaments dans la chaîne alimentaire (Dognon et al.,2018).

4.2 Définition et Notion de LMR (Limite maximale des résidus)

La limite maximale de résidu (LMR) est la concentration maximale de résidu résultant de l'emploi d'un médicament vétérinaire (exprimé en mg/kg ou en microgramme/kg sur la base du poids frais) autorisée dans ou sur un aliment. Ils ont été fixés pour que les résidus d'antibiotique chez l'animal ne présentant aucun risque pour les consommateurs. Les délais d'attente (moment entre la fin du traitement et l'abattage ou la collecte des produits d'origine animale tels que le lait ou les œufs) sont définis pour garantir que le taux de résidus présent dans les denrées soit inférieur aux LMR (**Servais et asbl.,2017**).

La fixation du temps d'attente tient compte de la variabilité pharmacocinétique entre individus dans les différents processus d'absorption, distribution, métabolisation et excrétion des résidus (principe actif et métabolites). Ces processus sont en fonction à la fois du statut physiologique de l'animal et des caractéristiques génétiques influençant le métabolisme ou l'excrétion (**Mensah et al.,2014**).

Tableau 3 : Quelque antibiotique et leurs temps d'attente (**Menkem et al.,2018**).

Antibiotiques	Temps d'attente (jours)
Oxytétracycline	15-35
Erythromycine	2-14
Ampicilline	6-15
Tétracycline	5
Gentamicine	12 à 24h

4.3 Risques présentés par les résidus d'antibiotiques :

La plupart des antibactériens utilisés actuellement sont relativement non toxiques, même à des concentrations plus élevées, mais peu d'antibiotiques posent un grave problème de santé publique (**Jayalakshmi et al.,2017**).

Les effets sur l'organisme dépendent de deux facteurs :

- La transformation in vivo de la molécule d'origine.
- Et de la « toxico disponibilité » qui correspond à la forme sous laquelle le résidu se trouve dans l'organisme. Il peut être libre ou lié à des molécules (**Châtaigner et al.,2016**).

4.3.1 Risque de toxicité direct

La toxicité directe des résidus d'antibiotiques est assez difficile à mettre en évidence car il s'agit en générale de toxicité chronique. Cette toxicité ne s'exprime

qu'après consommation répétée de denrées alimentaires contenant des résidus du même antibiotique, c'est-à-dire qu'après absorption répétée de nombreuses faibles doses toxique. Certains scientifiques évoquent alors une possible toxicité hépatique. **(Stoltz.,2008)**.

De plus, la molécule antibiotique subit des biotransformations dans l'organisme de l'animal. Les résidus d'une molécule antibiotique donnée ne sont donc pas tous identiques à la molécule originelle et n'ont donc pas tous les mêmes propriétés. La toxicité de chaque résidu peut être augmentée, diminuée ou modifiée par rapport à la toxicité de la molécule antibiotique originelle. La toxicité des résidus est même susceptible d'être modifiée lors des traitements de conservation ou de préparation culinaire. **(Stoltz.,2008)**.

Le risque de toxicité directe dépend alors de la dose ingérée, de la nature chimique de l'antibiotique initialement administré et de celle des résidus **(Stoltz.,2008)**.

4.3.2 Risques allergiques

Compte tenu des très faibles taux de résidus présents dans l'organisme, comparés aux concentrations d'antibiotique administré lors de traitement ou de prophylaxie, il est très improbable qu'ils soient à l'origine d'une sensibilisation primaire de l'individu. D'autant plus que lorsque les antibiotiques sont administrés par voie orale, ils subissent des modifications qui tendent à diminuer leur pouvoir allergène.

Cependant des cas d'allergies aux résidus de pénicilline dans les aliments d'origine animale ont été scientifiquement prouvés, mais ceux-ci restent extrêmement rares, même si les résidus de bêta-lactame restent souvent incriminés dans les cas d'allergies alimentaires. Quant aux macrolides, ils causent peu d'effets secondaires et seulement très peu d'entre eux semblent causés par des mécanismes allergiques **(Châtaigner et al.,2016)**.

4.3.3 Risques cancérigènes

Certains antibiotiques ont des propriétés carcinogènes connues. Les résidus de ces antibiotiques peuvent avoir un effet carcinogène sur le long terme, suite à une consommation régulière d'aliments contenant ces résidus. Ces antibiotiques ou composés utilisés comme antibiotiques sont alors interdits d'utilisation chez les animaux de production. C'est le cas des nitrofuranes, des nitroimidazoles (L'expérimentation animale a montré que leur utilisation prolongée pouvait être à l'origine de modifications du matériel génétique et de l'apparition de tumeurs) **(Stoltz.,2008)**.

4.3.4 Modification de la flore digestive

L'effet des résidus sur la microflore gastro-intestinale humaine a été étudié depuis les années 80. Leur présence dans les denrées alimentaires pourrait avoir des effets au niveau de la flore intestinale, avec un risque d'abaissement des barrières microbiologiques et donc de colonisation de l'intestin par des bactéries pathogènes ou opportunistes.

Les conséquences peuvent être : une modification sans effet néfaste et souvent transitoire de l'équilibre de la flore digestive, un déséquilibre ou modification de la flore digestive augmentant le risque d'infection associée par une bactérie opportuniste voire même le développement d'une pathologie gastro-intestinale.

Les études, *in vivo* ou *in vitro*, qui explorent ces pistes sont très complexes à mettre en œuvre, à interpréter, et à mettre en relation avec des résidus inférieurs aux LMR dans les aliments (Minvielle, Ellouze.,2010).

4.3.5 Risque de résistance bactérienne

La résistance des bactéries aux antibiotiques est un phénomène naturel qui permet aux microorganismes producteurs d'antibiotiques de s'en protéger ainsi qu'aux microorganismes sensibles de devenir plus compétitifs dans leur environnement. Le développement de la résistance aux antibiotiques est considéré comme un problème majeur de la santé publique à travers le monde, du fait de l'augmentation d'infections à bactéries résistantes induisant un risque élevé d'échec thérapeutique (Minvielle, Ellouze.,2010).

L'émergence d'une pharmacorésistance a été observée après l'introduction de chaque nouvelle classe d'antibiotiques, et l'exposition répétée à une dose sublétales (Jayalakshmi et al.,2017).

De nombreux travaux ont démontré que tout traitement antibiotique crée une pression de sélection favorable au développement des bactéries résistantes. Cette pression de sélection s'exerce essentiellement sur les bactéries présentes dans le tube digestif qui sont en très grand nombre dans la partie terminale de l'intestin. L'acquisition de la résistance par une bactérie se fait soit par mutation du génome bactérien soit par acquisition de gènes de résistance à partir de souches déjà résistantes. Pendant un traitement antibiotique, les bactéries résistantes seront favorisées par rapport aux bactéries sensibles. La durée d'exposition (le nombre de jours de traitement) est un facteur favorable à cette sélection. Les bactéries résistantes pourront être disséminées à partir des animaux porteurs vers d'autres animaux, vers l'environnement ou vers l'Homme via les aliments (Sanders et al.,2011).

4.3.6 Risque sur l'environnement

Les résidus d'antibiotiques pénètrent dans l'environnement principalement par les déchets humains et animaux (jusqu'à 90% d'une dose d'antibiotiques peuvent être excrétés dans l'urine et jusqu'à 75% dans les selles) et par les produits manufacturés. Les gens jettent également les antibiotiques non utilisés dans les toilettes, les hôpitaux éliminent de manière inappropriée les déchets médicaux et les fosses septiques déversent des résidus dans le sol et les eaux souterraines. Une fois dans l'environnement, ces résidus peuvent se dégrader, mais certains antibiotiques survivent dans les usines de traitement d'eau, et des résidus ont été détectés dans les rivières, les sédiments et les sols (**Gelband et al.,2015**).

Ils peuvent influencer les biomasses bactériennes de l'environnement (**Pikkemaat.,2009**).

5. Législation (nationale et international)

En raison de ces préoccupations, de nombreux pays ont interdit ou restreint l'utilisation de composés antimicrobiens chez les animaux producteurs d'aliments (**Gaudin.,2016**).

Avant les années 1980, les méthodes de détection des résidus dans les viandes étaient relativement peu sensibles. Les Services Vétérinaires menaient alors, afin de protéger la Santé Publique, une politique de zéro résidu. Si une carcasse ou une pièce de viande était contrôlée positive aux résidus d'antibiotiques, elle était saisie et déclassée.

Au début des années 1980, les progrès techniques ont permis un bon spectaculaire dans les méthodes de détection avec notamment le développement de la Chromatographie Liquide Haute Performance (CLHP ou en anglais HPLC). La politique du zéro résidu n'était alors plus tenable car des quantités infimes de résidus étaient presque systématiquement détectées. Ces quantités détectées étaient si faibles dans la grande majorité des cas qu'il devenait important d'évaluer le danger qu'elles représentaient vraiment pour la Santé Publique (**Stoltz.,2008**).

Depuis le début des années 1990, la commission européenne a mis en place progressivement des textes afin de protéger la santé du consommateur contre l'exposition aux résidus de médicaments vétérinaires, de pesticides et de contaminants environnementaux potentiellement dangereux dans les aliments d'origine animale. Les différentes législations ont été publiées en fonction du type de contaminants alimentaires (**Gaudin.,2016**). Par exemple la fixation des limites maximales de résidus de médicaments

vétérinaires dans les aliments d'origine animale établie par le règlement (CEE) n°2377/90, et le règlement (CE) n°726/2004 établissant des procédures communautaires pour l'autorisation et la surveillance en ce qui concerne les médicaments à usage humain et à usage vétérinaire et instituant une Agence européenne des médicaments (**Journal officiel de l'Union européenne.,2009**).

Concernant la législation Algérienne et selon le journal officiel de la république, les conditions et les modalités applicables en matière de contaminants tolérés dans les denrées alimentaires ont été fixées dans le décret n° 14-366 du 15 décembre 2014. Par la suite les listes ainsi que les limites maximales de résidus de médicaments vétérinaires ou de substances pharmacologiquement actives tolérées dans les denrées alimentaires d'origine animale ont été fixées dans l'arrêté interministériel du 20 juin 2016 (Voir annexe 2) (**journal officiel de la république algérienne.,2016**).

6. Méthodes de détection

Il y a deux méthodes principales utilisées dans la détection des antibiotiques dans les denrées alimentaires. Ils comprennent des tests qualitatifs et quantitatifs (**Menkem et al.,2018**).

6.1 Méthodes qualitatives

Les méthodes de dépistages sont des méthodes rapides, souvent qualitatives, simples à mettre en œuvre et peu coûteuses.

Les méthodes microbiologiques sont les premières méthodes qui ont été utilisées pour la détection de résidus d'antibiotiques, et sont toujours très largement utilisées. Elles font appel au même principe de l'inhibition de la croissance bactérienne (**Minvielle, Ellouze.,2010**). Deux types de tests microbiologiques sont utilisés, l'un basé sur les tubes à essai et l'autre sur les combinaisons de boîtes de Pétri (**Mensah et al.,2014**).

Ces méthodes donnent une information qualitative non spécifique, puisqu'elles permettent de mettre en évidence des échantillons positifs aux familles d'antibiotiques ciblées, sans toutefois permettre de discerner le principe actif antibiotique présent ni connaître la concentration dans l'échantillon.

6.2 Méthodes quantitatives

C'est des méthodes de confirmations qui font appel à des techniques beaucoup plus complexes, nécessitant un équipement spécifique et donc coûteux (**Minvielle, Ellouze.,2010**). Les échantillons détectés positifs sont analysés au moyen de méthodes de confirmation recourant à différentes techniques d'analyse physico-chimique comme la chromatographie liquide associée à une détection UV, par fluorimétrie ou couplée à des spectromètres de masse (**Mensah et al.,2014**).

Ces techniques permettent non seulement d'identifier très précisément les molécules antibiotiques, et les molécules interdites (**Minvielle, Ellouze.,2010**). Mais aussi déterminer la concentration d'une, de plusieurs ou de toutes les substances particulières présentes dans un échantillon (**Menkem et al.,2018**).

1. Echantillonnage

L'étude a été réalisée dans la ville de Laghouat. Portée sur 60 échantillons de viande (gigot, collier) et foie d'ovin. Les prélèvements des différents échantillons ont été faits pendant le mois de février 2019 dans 12 boucheries. La répartition est faite comme suit :

- Région de Chtit : 18 échantillons de 13 ovins différents (5 gigots, 5 colliers, et 8 foies) de deux boucheries.
- Région d'Elblad : 10 échantillons de 5 ovins différents (5 gigots, 3 colliers, et 2 foies) de deux boucheries différentes.
- Région d'Elmamourah : 12 échantillons de 8 ovins différents (4 gigots, 5 colliers, et 3 foies) de 3 boucheries.
- Région Elwiam : 5 échantillons de 4 ovins différents (1 gigot, et 4 colliers) de 2 boucheries.
- Région Elmqam : 11 échantillons de 5 ovins différents (3 gigots, 3 colliers, 5 foies) de 2 boucheries différentes.
- Région Elwahat : 4 échantillons de 2 ovins (2 gigots, et 2 foies) dans une seule boucherie.

Toutes les boucheries, ont été choisies au hasard, le collier et le gigot on était choisi car c'est les principales voies d'administration des antibiotiques. (**Okombe et al.,2017**).

Les lieux d'échantillonnage sont résumés sur la figure suivante :



Figure 2 : Cartographie d'échantillonnage de la viande ovine dans la ville de Laghouat.

Les échantillons sont transportés par la suite dans des glacières vers le laboratoire le matin entre 8h et 9:30h. Les échantillons sont codifiés et conservés dans un papier d'aluminium au congélateur à 4 °C jusqu'à leur utilisation au laboratoire.

2. Principe de la méthode

La méthode de référence utilisée est « La méthode d'une boîte » (**Koenen-Dierick et al.,1995**).

La détection de résidus de substances à activité antibactérienne nécessite l'application d'une technique de diffusion en gélose simple, facile, d'exécution relativement rapide et précise qui comporte :

- L'ensemencement, par un microorganisme sensible aux substances à activité antibactérienne, d'un milieu nutritif solide coulé en boîte de Pétri.
- Le dépôt, à la surface du milieu ensemencé, une rondelle de l'échantillon (muscle, foie) congelée suivi d'une incubation à la température optimale de développement du microorganisme-test.

Les substances à activité antibactérienne éventuellement présentes inhibent la croissance du microorganisme-test. Il en résulte la formation d'une zone d'inhibition autour de l'échantillon, le résultat est donné par la taille des zones d'inhibition, dépendant de la nature et de la concentration des substances présentes dans l'échantillon. Les échantillons positifs (c'est-à-dire avec présence de traces d'antibiotiques dans l'échantillon) sont ceux qui donnent une zone d'inhibition au moins égale à 2 mm de largeur (**Okombe et al.,2017**).

3. Souches bactériennes utilisés

La souche *Escherichia coli* ATCC 25922 est utilisée lors de la présente étude.

Tableau 4 : Origine de souche utilisée.

Souche	Origine de la souche
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922.	Le laboratoire vétérinaire régional de Laghouat.

ATCC : American Type Culture Collection

Escherichia coli est une bactérie intestinale des mammifères, bacille à gram négatif très commun chez l'être humain, qui appartient à la famille des *Enterobacteriaceae*. Sa température optimale de croissance est de 37°C. Elle a été choisie car c'est une souche de

référence recommandée pour les tests de sensibilité aux antibiotiques (**GIP Loire Estuaire.,2002**).

4. Préparation du milieu de culture

La gélose préparée est Mueller–Hinton (MH), c'est un milieu solide standardisé recommandé pour l'étude de la sensibilité des bactéries aux agents antimicrobiens par la méthode de diffusion ou de dilution en gélose (Figure 3).

La préparation du milieu de culture a été réalisée au niveau des laboratoires de l'université de Laghouat comme suite :

Mettre 17 grammes d'agar et 23 g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau fraîchement distillée. Porter à ébullition jusqu'à dissolution complète. Répartir dans des flacons stériles, puis stériliser à l'autoclave à 120°C pendant 20 minutes, ensuite conservés ces flacons au frigidaire. Au moment de l'emploi, faire fondre le milieu au bain-marie bouillant et répartir en boîtes de Pétri rondes. En tout 4 Litres de gélose MH a été préparé.



Figure 3 : Des flacons stériles contenant le milieu MH

4. Préparation et traitement des échantillons

Un poids de 50 g a été pris pour chaque prélèvement. Les échantillons ont été prélevés entre 8 et 10 heures du matin. Chaque échantillon a été conditionné de façon unitaire, enveloppé dans du papier aluminium, et étiqueté. Chaque étiquette mentionne le

code de l'échantillon, la date, l'heure et le lieu de prélèvement. Les produits ainsi prélevés sont placés et transportés dans une glacière avec des conservateurs de glace. Ils sont acheminés le plus rapidement possible au laboratoire vétérinaire régional de Laghouat pour être congelés.

Après congélation, les échantillons sont immédiatement analysés. Quelques minutes avant l'utilisation, les échantillons ont été sortis du congélateur et déposés sur un plateau en acier inoxydable. Une carotte cylindrique de 8 mm de diamètre et de 2 cm de long environ est prélevée sur chaque échantillon à l'aide d'un emporte-pièce. Tout en poussant le cylindre de muscle hors de l'emporte-pièce, deux (2) rondelles de 2 mm d'épaisseur ont été découpées à l'aide d'un bistouri de chaque échantillon (12 jusqu'à 15 par jour) (Figure 4). La suspension bactérienne d'*E. coli* a étéensemencée sur les boîtes. Deux rondelles sont placées, dans les boîtes pétri MH à l'aide d'une pince. Cinq à six disques d'antibiotiques sont déposés sur une boîte à l'aide d'une pince comme témoins positifs. Les boîtes ainsi préparées sont placées dans une étuve à 37 °C, pendant 24 heures.



Figure 4 : Rondelles d'échantillons de viande.

Pour chaque boîte, ont été considérés comme positifs, les échantillons donnant des zones d'inhibition dont la taille de la zone annulaire est au moins égale à 2 mm. L'essai est recommencé à chaque fois que le résultat semble douteux. Si le second résultat n'est pas considéré comme positif, le résultat douteux doit être considéré comme négatif.

Les échantillons trouvés positifs après deux essais sont considérés comme contenant des résidus de substances à activité antibiotique.

D'autre part, dans un deuxième lieu, les échantillons considérés comme étant positifs sont cuits à point sur une poêle, puis déposés à la surface des boîtes préparées et incubés à 37 °C, pendant 24 heures afin d'évaluer l'effet de cuisson sur la résistance des résidus d'antibiotiques.

1. Résultats

1.1 Analyse des échantillons

L'analyse de 60 échantillons de viande et foie d'ovin, récupérés à partir de 6 zones les plus populaires dans la ville de Laghouat visant la détection qualitative des résidus d'antibiotiques a montrée un taux de 10% dont 6 échantillons (3 issus du gigot, 2 du collier, et 1 issus du foie) contiennent des résidus d'antibiotiques. Le taux d'échantillon positif global est de 10 %. Le détail des résultats obtenus est présenté dans le tableau 5.

Tableau 5 : Les résultats des différentes régions d'échantillonnages.

Point d'échantillonnage	Zone	N° de boucherie	Muscle (40)				Foie (20)	
			Gigot (20)		Collier (20)			
Boucheries (12)	Chtit	2	5	-	5	-	8	-
	Elblad	2	5	1+	3	1+	2	1+
	Mamourah	3	4	-	5	-	3	2 D
	Elwiam	2	1	1 D	4	3 D	/	
	Elmqam	2	3	2+	3	1+		
	Elwahat	1	2	-	/		2	-

D : Douteux

+ : Positif

- : Négatif

La confirmation de fiabilité de résultat est assurée par une série de répétition impliquant une incubation des rondelles de viande ou foie d'ovin avec la bactérie de référence (*E coli*). Un exemple d'un échantillon négatif et positif est donné dans la figure 5.

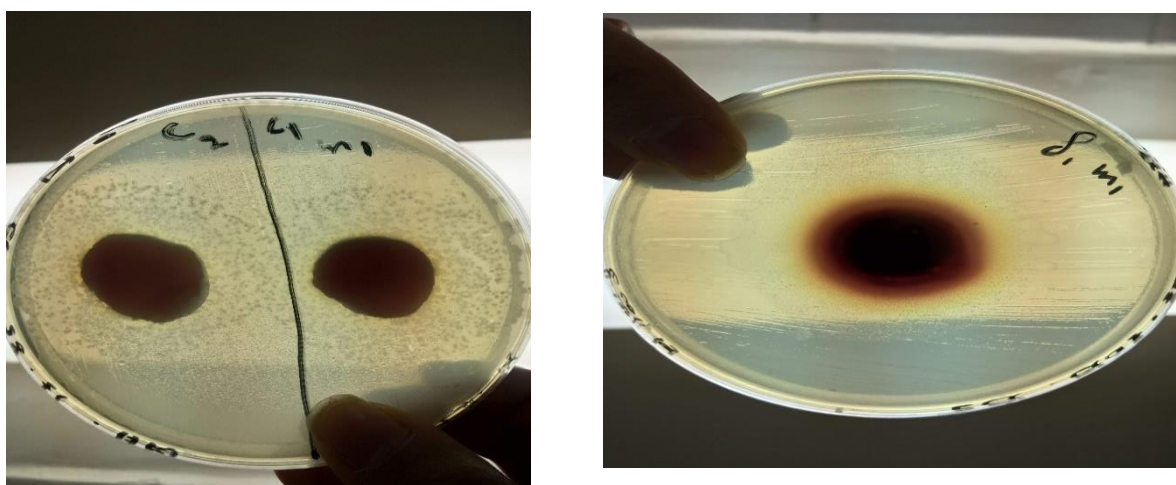


Figure 5 : Exemple d'un échantillon négatif (A) et un échantillon positif (B).

Dans certains cas, nous avons trouvé des résultats douteux dans lesquels nous n'avons pas pu avoir une confirmation absolue et dont il en fallait refaire une vérification à nouveau. Un exemple d'un échantillon douteux est donné dans la figure suivante :

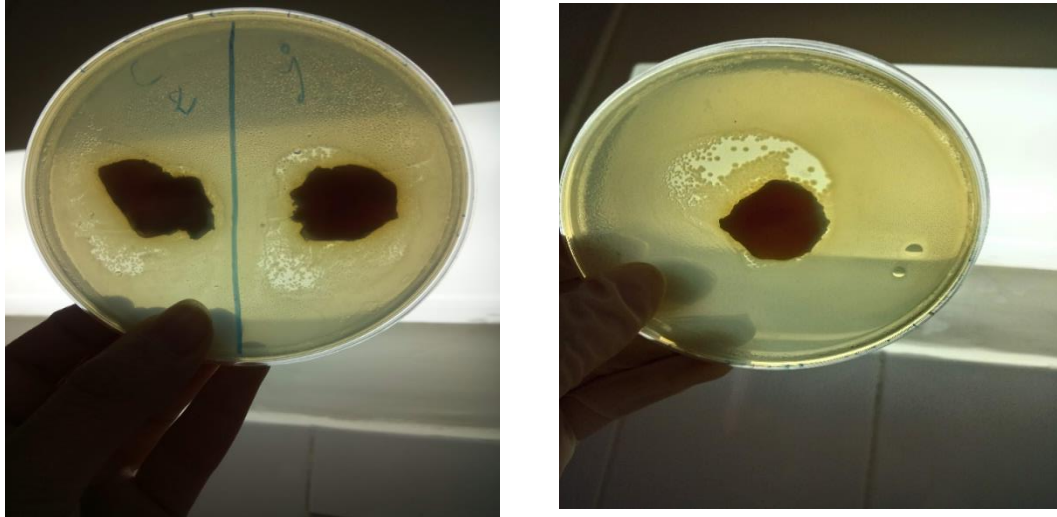


Figure 6 : Exemple d'un échantillon douteux.

En outre, sur les 20 échantillons de muscle (gigot) analysés, 3 étaient positifs. Soit un taux de 15 % dont 1 (5%) provenant d'Elblad, et 2 (10%) d'Elmqam, alors que des résultats douteux ont été trouvés dans la zone d'Elwiam.

Sur les 20 échantillons de muscle (collier) analysés, 2 étaient positifs, soit un taux de 10% dont 1 (5%) provenant d'Elblad, et 1 (5%) d'Elmqam. Par contre 3 échantillons douteux ont été trouvés à Elwiam.

Sur les 20 échantillons de foies analysés, un seul échantillon était positif, soit un taux de 5% d'Elblad.

Les résultats montrent que la présence de résidus dans le muscle de gigot 15% est plus élevée par rapport à ceux du collier 10% et foie 5%. Le résultat des six échantillons de viande positifs soit 10% s'est avéré négatif après cuisson.

1.2 Zones d'inhibition et antibiogramme

Afin de faire une comparaison en terme des zones d'inhibitions, la souche *d'E coli* a été incubée en présence d'une part de 16 disques d'antibiotiques et d'autre part en présence de nos échantillons d'intérêt afin de comparer les zones d'inhibitions et prédire par la suite la présence de l'antibiotique correspondant, et ceci en analysant les résultats similaires aux résultats engendrés par la présence des traces des résidus d'ATB présents

dans les échantillons analysés. Un exemple de zone d'inhibition bien visible est présenté dans la figure 7.

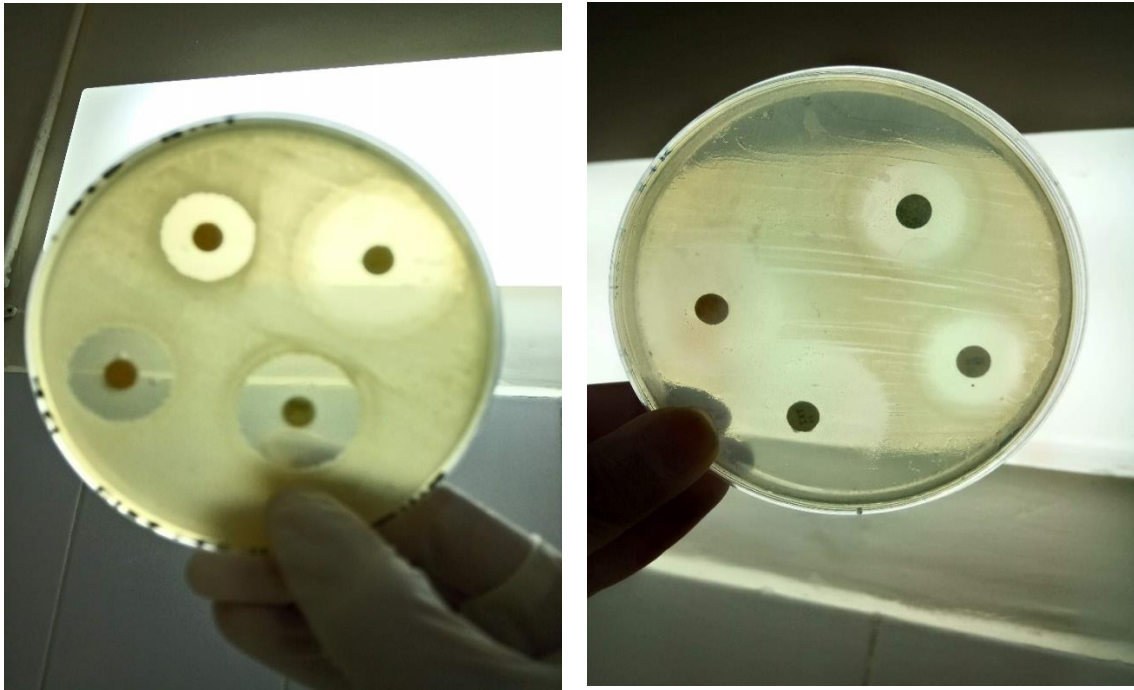


Figure 7 : Zone d'inhibition des témoins positifs

Les antibiotiques synthétiques ainsi utilisés comme témoins positifs sont donnés comme suite (Figure 7) : Enrofloxacin, érythromycine, norfloxacin, streptomycine, tétracycline, spiramycine, sulfaméthoxazole + triméthoprime, ampicilline, amoxicilline, amoxicilline + AC clavulanique, ceftiofur, tétracycline, sulfaméthoxazole + triméthoprime, enrofloxacin, flumequine, colistine.

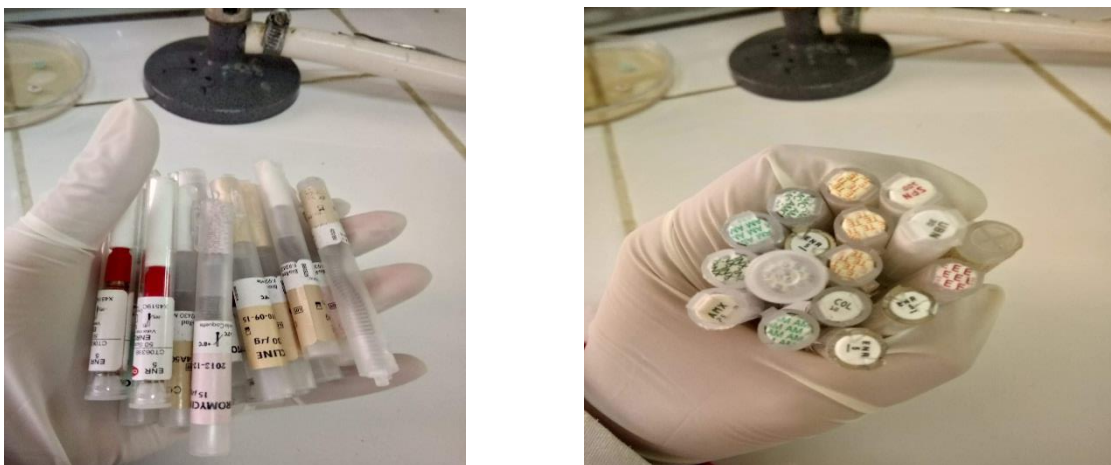


Figure 8 : Les disques d'antibiotiques utilisés comme témoins positifs.

Les résultats ainsi obtenus sont représentés dans les tableaux 6 et 7 sachant que l'analyse des échantillons positifs a été refaite le lendemain afin de confirmer une deuxième fois.

Tableau 6 : Résultats positifs de la zone d'Elblad.

Région d'échantillonnage	Echantillons	Numéro de boucherie	Zone d'inhibition (mm)	
			jour 1	Jour 2
Elblad	Gigot (1)	1	27,76	39,12
	Collier (1)	1	21,90	40,17
	Foie (1)	2	32,60	40,27
	Témoins positifs		UBN : 27 ENR : 26,3 COL : 12 XNL : 24 AM : 13 AMC : 17,65 AMX : 16,77 SXT : 31,74 TE : 27,75	

Tableau 7 : Résultats positifs de la zone d'Elmqam.

Région D'échantillonnage	Echantillons	Numéro de boucherie	Zone d'inhibition (mm)	
			jour 1	Jour 2
Elmqam	Gigot (2)	1	42	45
		2	55	61
	Cou (1)	1	41	45
	Témoins positifs		UBN : 32 ENR : 31 COL : 14 XNL : 11 AM : 16	AMC : 14 AMX : 14 SXT : 32 TE : 31

Les **tableaux 6** et **7** représentent les zones d'inhibitions obtenues de trois parties différentes de l'ovin (Gigot, collier, foie), ainsi que les diamètres des antibiotiques synthétiques dans la zone d'Elblad et Elmqam. On remarque que :

- Les résultats de certains échantillons ont suscité de l'attention vue le diamètre des zones d'inhibitions obtenu.
- Au deuxième jour les zones d'inhibitions sont supérieures à celle du premier jour.
- Dans le **tableau 6**, des diamètres de zones d'inhibition plus ou moins comparables entre l'UBN, ENR, XNL, SXT, TE et les échantillons de gigot, collier et foie ont été rapportés.

- Enfin dans le **tableau 7**, on observe que les zones obtenues du muscle sont très élevées même supérieur aux témoins positifs.

1.3 L'analyse des causes

L'analyse des résultats obtenus a fait appel aussi au diagramme d'ISHIKAWA, ou diagramme de cause à effet afin de suggérer les causes et/ou les facteurs influençant ayant conduit à la présence des résidus d'ATB dans nos échantillons analysés. Une description aussi brève que succincte est donnée dans la figure 9.

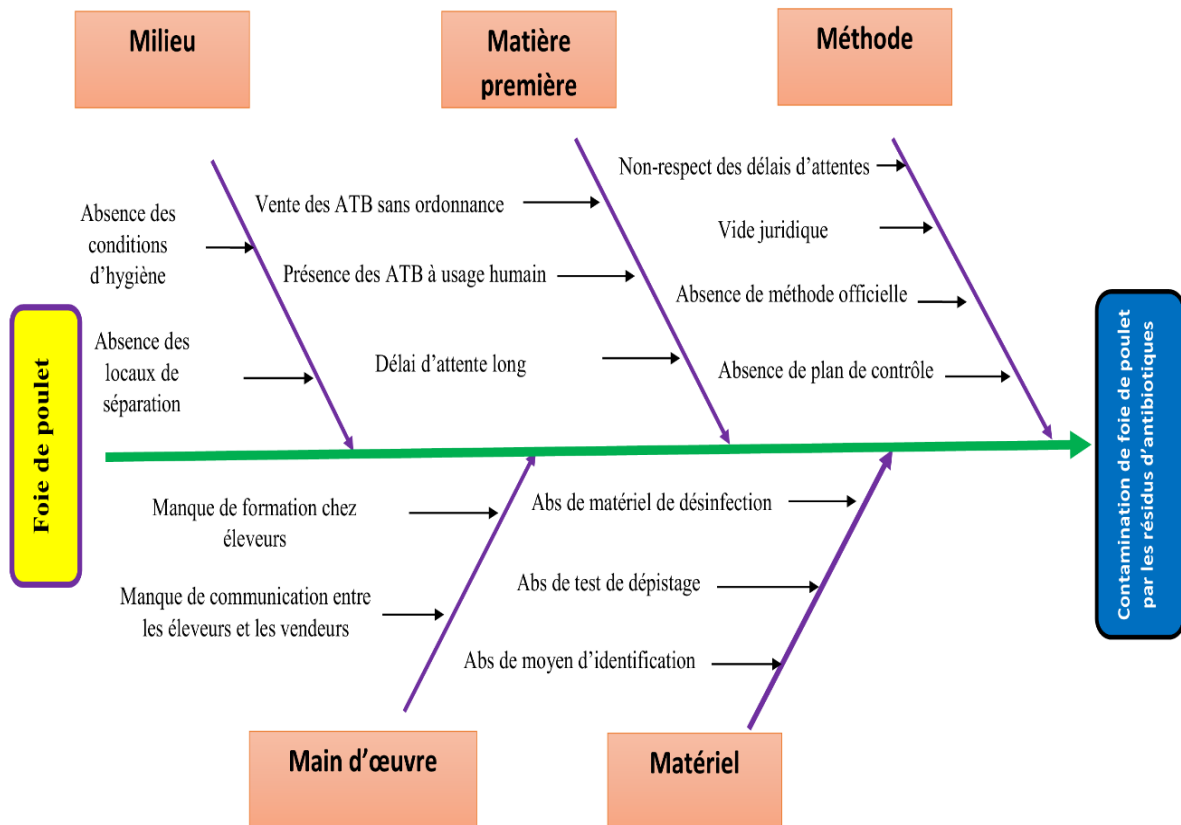


Figure 9 : diagramme d'ISHIKAWA de cause à effet

2. Discussion

Dans les dernières années, l'utilisation d'antibiotiques constitue de plus en plus l'une des préoccupations les plus importantes des vétérinaires et des spécialistes travaillant dans le domaine de sécurité alimentaire et santé humaine qui donnent plus d'attention à la détection de traces des résidus d'ATB et aux techniques ultrasensibles de détection et de dosage (**Ramatla et al.,2017**).

La concentration et/ou la trace des résidus d'ATB présent dépend de plusieurs paramètres y compris le mode d'administration, la concentration, la période, le type d'ATB utilisé ainsi que la qualité de la viande en cause (**Ramatla et al.,2017**).

Dans notre présente étude, on a travaillé sur 12 boucheries dans la commune de Laghouat, choisies d'une façon aléatoire en assurant une dispersion des points d'échantillonnage et en ciblant les cités les plus populaires, la présence des traces des résidus d'ATB a été vérifiée qualitativement.

L'échantillonnage était bien ciblé, le muscle (gigot, collier) et le foie ont été analysés à chaque fois. Un tel choix est lié aux parties préférables du consommateur, mais aussi aux points les plus susceptibles d'administration d'antibiotiques, de même le foie est considéré comme un organe prestigieux vu son implication dans la dégradation des toxines et filtration continue chez les ruminants (**Hussein et al.,2015**).

En faisant une comparaison entre les boucheries pour le même type d'échantillon nous avons trouvés les déductions suivantes :

1. Seuls les échantillons récupérés des boucheries d'Elbled et d'Elmqam semblent inclure des traces de résidus d'ATB.

2. Par ordre croissant, le taux des échantillons positifs est donné ainsi comme suite :
Echantillons du Gigot > échantillon du collier > échantillon du foie.

3. Le gigot semble l'organe le plus touché ce qui nous laisse supposer l'application d'un traitement excessive préalable. Une telle appréciation est en accord avec les travaux de **Hala et al (2006)** et en désaccord avec les résultats rapportés par **Hussein et al (2015)** qui ont mentionné le foie comme étant le plus riche.

4. La boucherie d'Elmqam avec leur taux élevés des résultats positifs suscite une étude détaillée pour trouver des explications plus précises permettant d'interpréter les résultats obtenus.

5. La comparaison est difficile à faire voir délicate en raison de manque d'information, et d'objectivité des bouchers.

Dans la littérature, il y a peu d'études sur la détection des traces des résidus d'ATB dans la viande ovine dont nous citons à titre d'exemple **Hussein et al (2015)** ont rapporté une analyse détaillée sur les résidus d'antibiotiques dans la viande ovine de trois régions bien dispersés dans le Soudan dont (Khartoum, el Bahri et Omdurman).

Ils ont de même sélectionnés comme échantillon le muscle (gigot) et le foie comme étant les organes les plus consommés. Comme résultats ils ont trouvé un échantillon de foie sur 75 positif soit (14,7%) avec une zone d'inhibition (1-3 mm de diamètre) alors que 5 échantillons de muscle sur 75 (6,7%) ont montré une zone d'inhibition d'environ 1 à 2 mm de diamètre (**Hussein et al.,2015**).

En outre, l'estimation des zones d'inhibition pour les échantillons d'El bled et d'Elmqam durant deux jours a révélé un problème inquiétant avec l'obtention des zones des diamètres élevés supérieures même aux zones d'inhibition vis-à-vis des ATBs synthétiques. On remarque que la zone d'inhibition augmente au deuxième jour par rapport au premier. Une telle variation peut être due à une croissance ralentie de la souche de référence et/ou à une dégradation de la composition des éléments nutritifs présents dans la viande qui ont été utilisés préalablement.

Au fait, la détermination des points critiques et/ou les principales causes de la présence des traces des résidus d'ATB dans le échantillons de viande ovine que ce soit muscle, collier et foie semble être très important vu l'intérêt d'un tel produit pour la population algérienne (**Ramatla et al.,2017**).

Le traitement abusive, sans suivi ni encadrement peut être la cause principale d'un tel résultat positif. De même, l'absence d'un éleveur et compétent influe entre autres sur son jugement et son appréciation du risque réel vis-à-vis notamment de la santé humaine (**Ramatla et al.,2017**).

Dans ce travail de mémoire de fin d'étude nous nous sommes focalisés sur la détection des traces des résidus d'ATB dans la viande ovine commercialisée dans la commune de Laghouat.

En tenant en compte que les médicaments d'antibiotiques sont indispensables pour le développement de l'élevage. Mais leur usage engendre plusieurs conséquences dont la présence de résidus de médicaments dans les aliments d'origine animale.

Ce travail a d'abord permis l'acquisition d'un savoir-faire en matière de résidus de médicaments vétérinaires, il a également permis de mettre en évidence les différentes lacunes existant localement en ce qui concerne les résidus d'antibiotiques.

Cette étude a surtout révélé que la viande ovine issus des zones d'Elblad et Elmqam (Dans la ville de Laghouat) au moment de l'étude, présente des résidus de divers antibiotiques dans 5% du gigot, 3,3% du collier et 1,6% du foie dépassant parfois les limites standards de résidus.

Ces résultats non représentatifs de la situation générale sont cependant alarmants et reflètent une utilisation abusive des antibiotiques en élevage. Cette mauvaise utilisation constitue une source importante d'exposition des humains aux antibiotiques qui a pour conséquence un risque accru de sélections bactériennes résistantes aux antibiotiques.

La méthode que nous avons utilisée pour l'obtention de ces résidus est qualitative. Comme perspectives, des études ultérieures avec une quantification et dosage plus poussées devraient cependant être menées pour identifier clairement la nature du ou des antibiotiques présent (s) dans ces denrées, ainsi que les teneurs exactes, la réduction de leur utilisation passe par la diminution des prescriptions à mauvais escient et par le développement d'une prescription vétérinaire raisonnée.

Cette situation nécessite une étude plus poussée au plan national avec un échantillonnage plus large tant en nombre d'échantillons qu'en variétés de matrices et la mise en place d'une communication vers les utilisateurs destinés à améliorer l'usage de ces médicaments en élevage.

Références bibliographique

A

- **Agence nationale de sécurité sanitaire, alimentation, environnement, travail. (2014).**

B

- **Belabbes, M., Boudroua, K. (2017).** Composition et sensibilité à l'oxydation de la viande d'agneau. In Viandes et produit carnés V33, P3-4.
- **Ben, Y., Fu, C., Hu, M., Liu, L., Wong, M.H, et Zheng, C. (2018).** Human Health Risk Assessment of Antibiotic Resistance Associated with Antibiotic Residues. In the Environment : A Review. In Environmental Research, E. Masson, ed. (Chine) V196, pp. 483-493.
- **Buxeraud, J. (2014).** Les antibiotiques. In Actualités Pharmaceutiques, E. Masson, V53, pp. S1-S5.

C

- **Caruba, T., et Jaccoulet, E. (2015).** Antibiotiques. In Pharmacologie et thérapeutiques (2e édition), E. Masson, ed. pp. 47-56.
- **Chardon, H., and Brugere, H. (2014).** Usages des antibiotiques en élevage et filières viandes. In Cahiers sécurité sanitaire santé animale, CIV, ed. (Paris).
- **Châtaigner, B., Stevens, A., Institut Pasteur de Dakar. (2016).** investigation sur la présence de résidus d'antibiotiques dans les viandes commercialisées à Dakar. ResearchGate.
- **Chekkal, F., Benguega, Z., Meradi, S., Berredjough, D., Boudibi, S., Lakhdari, F. (2015).** Guide de caractérisation phénotypique des races ovines de l'Algérie. CRSTRA. ed.
- **Chikhi, K., Bencharif, A. (2016).** La consommation de produits carnés en Méditerranée : quelles perspectives pour l'Algérie ? CIHEAM, ed. Options méditerranée : série A. Séminaire Méditerranée n° 115, pp. 435-440.
- **Clinquart, A. (2016).** La viande dans notre alimentation : entre nutrition et santé. 16^{ème} journée d'étude des productions porcines et avicoles. Université de liège.

D

- **Dejardin, P., Daniaux, C., and Vandiest, P. (2011).** Filière ovine et caprine V35. Revue trimestrielle de la Fédération Interprofessionnelle Caprine et Ovine Wallonne 1er trimestre.

Références bibliographique

- **Direction des achats de l'état, ministère de l'agriculture de l'agroalimentaire et de la forêt. (2015).** Restauration collective en gestion directe : favoriser l'approvisionnement local et de qualité. LOCALIM. ed. (France)
- **Dognon, S.R., Douny, C., Salifou, C.F.A., Ahounou, G.S., Dougnon, J., Sessou, P. (2018).** Qualité des antibiotiques vétérinaires utilisés en Afrique de l'Ouest et méthodes de détection de leurs résidus dans les denrées alimentaires. In Journal of Animal & Plant Sciences V36. pp. 5858-5877.

E

- **Etebu, E., et Arikekpar, I. (2016).** Antibiotics : Classification and mechanisms of action with emphasis on molecular perspectives. International Journal of Applied Microbiology and Biotechnology Research V4, pp. 90-101.

F

- **FAO. (2005).** Profil Nutritionnel de l'Algérie – Division de l'Alimentation et de la Nutrition.
- **FranceAgriMer. (2011).** Consommation mondiale de viande : état des lieux, dynamique, défis et perspectives. Les synthèses de FranceAriMer N°5. Ed.

G

- **Gaudin. V. (2016).** Caractérisation de la performance et validation des méthodes de dépistage des résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires. Thèse de doctorat, L'université de rennes 1, France.
- **Gelband, H., Miller-Petrie, M., Pant, P., Gandra, S., Levinson, J., Barter, D., White, A., et Laxminarayan, R. (2015).** The state of the world's antibiotics. Center for Disease Dynamics, Economics & Policy. Ed. (Washington, D.C.), P38.
- **GIP Loire Estuaire. (2002).** Sites contaminés par *E.coli*, GIP Cahier indicateur N°1, GIP Loire Estuaire. Ed. (France).
- **Gouvernement de la république algérienne démocratique et populaire, Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD), Programme détaillé pour le développement de l'agriculture africaine (PDDAA). (2006).** Appui au développement de la filière ovine avec installation d'un abattoir aux normes internationales dans la wilaya de Djelfa, volume V, P3-4.

H

Références bibliographique

- **Hala IMS. (2006).** Residues of antibiotic in poultry meat, Thesis of Master degree (MSc) Preventive Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, University of Khartoum, Khartoum, Sudan.
- **Hussein, A.Y., Elmansoury, Y.H., Hussein, M.O., Taha, M.I., Mahgoub, H.A., El Hussein, A.M. (2015).** Oxytetracycline residues in Sheep meat in Khartoum State. Journal of Advanced Veterinary and Animal Research V2, P321-325.

J

- **Jayalakshmi, K., Paramasivam, M., Sasikala, M., Tamilam, T.V., and Sumithra, A. (2017).** Review on antibiotic residues in animal products and its impact on environments and human health. In Journal of Entomology and Zoology Studies. (Inde). pp. 1446-1451.
- **Journal officiel de l'Union européenne. (2009).** La fixation des limites de résidus des substances pharmacologiquement actives dans les aliments d'origine animale. Règlement (ce) n°470/2009 du parlement européen et du conseil.

K

- **Koenen-Dierick, K., Okerman, L., De Zutter, L., Degroot, J.M., Van Hoof, J., et Srebrnik, S. (1995).** A one-plate microbiological screening test for antibiotic residue testing in kidney tissue and meat : An alternative to the EEC four-plate method?. Food Additives and Contaminants, P77-82.

L

- **Lekede, A.L, Simon, C., Fédération Wallonie-Bruxelles. (2014).** La viande, mauvaise pour la planète ?.

M

- **Madigan, T.M., et Martinko, J.M. (2007).** Contrôle de la croissance des micro-organismes. In Biologie des micro-organismes. PEARSON Education, ed. P700.
- **Menkem, Z.E., Ngangom, L.B., Tamunjoh, S.A., et Boyom, F. (2018).** Antibiotic residues in food animals : Public health concern. In Acta Ecologica Sinica. E. Masson, ed. pp. 1-5.
- **Mensah, S.E.P., Koudandé, O.D., Sanders, P., Laurentie, M., Mensah, G.A., et Abiola, F.A. (2014).** Résidus d'antibiotiques et denrées d'origine animale en Afrique : risques de santé publique. In Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics). ResearchGate. pp. 975-986.

Références bibliographique

- **Minvielle, B., et Ellouze, M. (2010).** Résidus de médicaments vétérinaires et antibiorésistance liés à la consommation de viande de porc Etat des connaissances. ifip. ed. P7.
- **Moreno, L., Lanusse, C. (2017).** Specific Veterinary Drug Residues of Concern in Meat Production. In *New Aspects of Meat Quality*. Woodhead Publishing, ed. pp. 605-627.

P

- **Pikkemaat, G.M. (2009).** Microbial screening methods for detection of antibiotic residues in slaughter animals. In *Bioanal Chemistry*. Springer. Ed. pp. 893–905.

Q

- **Quevauvilliers, J., Somogyi, A., et Fingerhut, A. (2007).** Antibiotiques. In *dictionnaire médicale de poche*, E. Masson, ed. P36.

R

- **Ramatla, T., Ngoma, L., Adetunji, M., Mwanza, M. (2017).** Evaluation of Antibiotic Residues in Raw Meat Using Different Analytical Methods. *Food Additives and Contaminants*, England.
- **Anses. (2014).** Rapport d'expertise collective, Risques d'émergence d'antibiorésistances liés aux modes d'utilisation des antibiotiques dans le domaine de la santé animale. Scientifique, P15.
- **Réseau Algérien de la Surveillance de la Résistance des Bactéries aux Antibiotiques. (2011).** Standardisation de l'antibiogramme à l'échelle nationale (Médecine humaine et vétérinaire). 6ème édition. P136.

S

- **Sanders, P., Bousquet-Melou, A., Chauvin, C., et Toutain, P.L. (2011).** Utilisation des antibiotiques en élevage et enjeux de santé publique. *INRA Productions Animales*. ed. pp.199-204.
- **Sanders, P., Perrin-Guyomard, A., et Moulin, G. (2017).** Évolution de l'utilisation des antibiotiques en production animale. In *Cahiers de Nutrition et de Diététique V52*, E. Masson, ed. pp. 301-311.
- **Schmid, A. (2011).** Valeur nutritive de la viande et des produits carnés. In *Viande information V2*.

Références bibliographique

- **Servais, L., Asbl, A. (2017).** Code de bonnes pratiques pour l'administration d'antimicrobiens aux animaux producteurs de denrées alimentaires dans l'UE. EPRUMA, ed. pp.36-38.
- **Stoltz, R. (2008).** Les résidus d'antibiotiques dans les denrées d'origine animale : évaluation et maîtrise de ce danger. Thèse de doctorat en médecine vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire de Lyon.

Z

- **Zimdahl, R.L. (2015).** Six Chemicals That Changed Agriculture. ACADEMIC PRESS, ed. pp. 165-182.

Résumé

Une investigation qualitative sur la présence des résidus d'antibiotiques dans la viande ovine commercialisée dans la ville de Laghouat a été rapportée. Le muscle (gigot, collier) et le foie des ovins dans différentes boucheries de la ville de Laghouat ont été inspectés. Soixante échantillons (dont 20 issue du gigot, 20 du collier, et 20 du foie) ont été prélevés et analysés selon la « méthode d'une boîte ». L'étude a montré que sur les 60 échantillons analysés, 6 (3 issus du gigot, 2 du collier, et 1 du foie) contenait des résidus d'antibiotiques. Le taux global d'échantillons positifs est de 10%.

Le traitement abusive, sans suivi ni encadrement peut être la cause principale d'un tel résultat positif et à priori des mesures doivent être prises à plusieurs niveaux par les vétérinaires, éleveurs, et commerçants pour garantir la sécurité sanitaire du consommateur.

Mots clefs : Viande, ovins, résidus antibiotiques, détection, Allergie, Algérie.

Abstract

A qualitative survey on the presence of antibiotic residues in sheepmeat marketed in the city of Laghouat has been reported. The muscle (leg, neck) and liver of sheep in various butchereries in the town of Laghouat were inspected. Sixty samples (including 20 leg, 20 neck and 20 liver) were examined and analyzed according to « the One plate method ». The study showed that out of 60 samples analyzed, 6 (3 of leg, 2 of the neck, and 1 of the liver) containing antibiotic residues. The overall rate of positive samples is 10%.

Abuse, without follow-up or supervision can be the main cause of such a positive result. Steps must be taken at several levels by veterinarians, breeders, and traders to ensure the safety of the consumer.

Key words : meet, sheep, antibiotic residues, detection, allergy, Algeria.

الملخص:

من أجل التحري عن وجود بقايا المضادات الحيوية في لحم الأغنام التي يتم تسويقها في مدينة الأغواط. أجريت دراسة على بقايا المضادات الحيوية في العضلات (الساق والرقبة) وكبد الأغنام في متاجر الجزارة المختلفة في مدينة الأغواط. تم جمع ستين عينة (20 من الساق، 20 من الرقبة، و20 من الكبد) وتم تحليلها وفقاً لـ "طريقة العربة الواحدة". أظهرت الدراسة أنه من بين 60 عينة تم تحليلها، 6 (3 من الساق، 2 من الرقبة، وواحدة من الكبد) تحتوي على بقايا للمضادات الحيوية. المعدل الإجمالي للعينات الإيجابية هو 10٪.

يمكن أن تكون عدم المتابعة أو الإشراف، هي السبب الرئيسي لمثل هذه النتيجة الإيجابية. لذلك يجب اتخاذ التدابير على عدة مستويات من قبل الأطباء البيطريين والمربيين والتجار لضمان سلامة المستهلك.

الكلمات المفتاحية: اللحوم، الاغنام، بقايا المضادات الحيوية، الكشف، حساسية، الجزائر.

Introduction

Synthèse bibliographiques

Matériel
et
Méthode

Résultats et Discussion

Conclusion

Références