

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES



Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique en sciences
alimentaires

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Thème

Détection des résidus d'antibiotiques dans les œufs
commercialisés dans la wilaya de Tizi-Ouzou

Présenté par :

- M^{lle} REBAINE Ryma
- M^{lle} BENNOUR Ayat

Devant le jury:

Président: M. MSELA Amine	MCB	UMMTO
Examinatrice: M ^{me} BENTAYEB -AIT LOUNIS Saida	MCB	UMMTO
Encadrante : M ^{me} LAMMI-MEFIDENE Sarah	MCB	UMMTO

Année universitaire 2023/2024

REMERCIEMENTS

Nous remercions tout d'abord **ALLAH**, qui nous a donné le courage, la patience et la persistance durant toutes ces longues années d'études et nous avoir guidées jusqu'à la réalisation et l'aboutissement de ce mémoire.

Nos remerciements s'adressent particulièrement à notre promotrice **Madame LAMMI-MEFIDENE Sarah** pour avoir encadré ce travail. Merci pour votre disponibilité, votre patience, vos encouragements et vos conseils durant la réalisation de ce travail.

Nous sincères remerciements aux membres de jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail. A **Monsieur MSELA Amine** qui nous fait l'honneur de présider le jury et à **Madame BENTAYEB-AIT LOUNIS Saida** d'avoir examiné ce mémoire.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à **Monsieur METNA Boussad**, pour son aide précieuse dans la réalisation de l'étude statistique.

Nous exprimons toute notre reconnaissance à **Madame BOUZZOUNI Khadidja**, ingénieure de laboratoire au département des sciences alimentaires pour sa disponibilité, sa patience et son soutien.

Enfin, nous remercions nos familles, nos proches et amis pour leurs soutiens et leurs patiences durant la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail

À

Ceux qui ont dévoué leur existence à veiller sur mon bien être, ceux qui sont la source de ma réussite

Ma mère Djamila

La source de la tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Que Dieu vous préserve et vous accorde santé, longue vie et bonheur

Mon père Rachid

Ce travail est le fruit de tes sacrifices que vous avez consentis pour mon parcours. Que Dieu vous préserve et vous accorde santé, longue vie et bonheur

Mes sœurs Melissa, Kenza, Mélina et mon frère Lamine

Source d'espoir, de motivation, de joie et de bonheur

Mon cher oncle Madjid

Je vous remercie pour votre présence et votre encouragement

À toute ma famille, tout particulièrement Karim, Assirem, Hanane et Minou

Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite. Je vous remercie d'être toujours à mes côtés

À ma chère amie Melissa

Merci d'être mon amie et d'être toujours là

À mon binôme Aya

À toute la promo AACQ 2023/2024

Ryma

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

À

Mes chers parents qui m'ont soutenu tout au long de ces longues années d'études.

Que **Dieu** vous préserve et vous accorde santé, bonheur et longue vie.

À

Madame LAMMI-MEFIDENE Sarah pour avoir encadré ce travail. Merci pour votre disponibilité, votre patience, vos encouragements et vos conseils durant la réalisation de ce travail.

À

Mon frère : **Abderrahmane**

À ma sœur **Khadidja** et ma sœur **Imene** et son Mari **Tayeb**

À mes chers **Adem** et **Aymene** la source de joie et bonheur

Une dédicace très spéciale pour ma chère sœur et ma chère amie **Mouloudj Radia** pour son soutien constant et pour ses conseils ainsi à son Mari **MrAliBelkache** et leurs enfant Samy.

Que **Dieu** vous protèges et vous offre la santé, le bonheur et longue vie.

À toute ma famille ; mes amies et mes proches.

À **Minou**

À ma binôme **Ryma**

À toute la promo **AACQ 2023/2024**

Et à tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réussite et la réalisation de ce travail.

AYA

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Listes des abréviations et symboles

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des photographies (*)

Introduction 01

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : L'œuf

1.1. Définition	03
1.2. Structure	03
1.2.1. Le vitellus	04
1.1.2. L'albumen	04
1.2.3. La chambre à air	04
1.2.4. Les membranes coquillères.....	04
1.2.5. La coquille	05
1.2.6. Cuticule.....	05
1.3. Qualité et composition	05
1.4. Principaux facteurs de variation de la composition et de la qualité de l'œuf.....	07
1.4.1. L'alimentation des poules pondeuses	07
1.4.2. L'âge de la poule.....	08
1.5. Les principes anomalies de l'œuf	08
1.5.1. Les œufs sans coquille	08
1.5.2. Les œufs à double jaune.....	09
1.5.3. Les œufs à coquilles crayeuses	09
1.5.4. Les œufs minuscules	09
1.6. Les inclusion de l'œuf	10
1.6.1. Les taches de sang.....	10

1.6.2. Les tache de viande	11
1.7. Les résidus dans l'œuf	11
1.8. Production des œufs dans le monde et en Algérie	12
1.8.1. Production des œufs de consommation dans le monde	12
1.8.2. Production des œufs de consommation en Algérie.....	13

Chapitre 2 : Antibiotiques en élevage avicole

2.1. Antibiotiques	15
2.1.1. Les facteurs favorisant la présence des résidus d'antibiotiques dans les denrées d'origine animale	15
2.2. Intérêt d'usage d'antibiotiques en élevage avicole.....	15
2.3. Principaux antibiotiques utilisés en filière avicole.....	16
2.3.1. Les bêta-lactamines.....	16
2.3.2. Les aminosides et apparentés.....	17
2.3.3. Famille des quinolones	18
2.3.4. Les Tétracyclines	18
2.4. Pharmacocinétiques des principes actifs	19
2.5. Risque d'utilisation des antibiotiques dans l'élevage avicole	20
2.5.1. Sur le consommateur	20
2.5.1.1. Des risques allergiques	20
2.5.1.2. Modification de la flore intestinale	21
2.5.1.3. Risques cancérigènes	21
2.5.1.4. Toxicité	21
2.5.1.5. Risque d'antibiorésistances.....	21
2.5.2. Sur la poule pondeuse	22
2.6. Prévention des risques de présence des résidus d'antibiotiques.....	22
2.6.1. La limite maximale des résidus	22
2.6.2. La dose journalière acceptable (DJA).....	23
2.6.3. Le délai d'attente	23
2.7. Réglementation sur les résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires d'origine animale.....	23
2.7.1. En Europe	23

2.7.2. En Algérie	23
-------------------------	----

Partie II : Partie expérimentale

Chapitre 1 :Matériel et méthode

Objectif de l'étude	25
1. Matériel	25
1.1. Matériel biologique	25
1.1.1. Les œufs	25
1.1.2. Souche bactérienne.....	26
1.1.3. Milieu de culture	26
1.2. Matériel non biologique	27
2. Méthodes	27
2.1. Préparation du standard de McFarland 0,5.....	27
2.2. Revivification la souche bactérienne.....	28
2.3. Étude préliminaire	29
2.3.1. Vérification de la viabilité de la souche bactérienne.....	29
2.3.2. Antibiogramme par technique des disques.....	30
2.4. Antibiogramme.....	31
2.4.1. Préparation de la pré culture jeune	32
2.4.2. Test de détection des résidus d'antibiotiques dans les œufs	33
A. Préparation des échantillons.....	33
B. Standardisation de l'inoculum	35
C. Préparation des boîtes de Pétri	36

Chapitre 2 : Résultats et discussion

1. Vérification de la pureté.....	38
1.1. Aspect macroscopique.....	38
1.2. Aspect microscopique	38
2. Témoin positif	39
3. Lecture des résultats	39
4. Résultats obtenus selon la région	40
5. Résultats obtenus en fonction de l'état de l'œufs.....	46
6. Résultats obtenus en fonction du type de cuisson	49
Conclusion.....	52

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Abstract

Listes des abréviations et symboles

ARN : Acide Ribonucléique

ARNm : Acide Ribonucléique messenger

BBA : Bordj Bou Arreridj

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

DHS : Dihydrostreptomycines

DIVECO : Programme d'aide à la diversification de l'économie

DJA : Dose Journalière Acceptable

DSA : Direction des Services Agricoles

EC : Œuf Cru

ECBM : Œuf Cuit au Bain Marie

ECP : Œuf Cuit à la Poêle

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

g : Gramme

h : Heure

Kcal : Kilocalories

OMS : organisation Mondiale de la Santé

OMSA : Organisation Mondiale de la Santé Animale

LMR : Limite Maximale de Résidus

MADR : Ministère de l'Agriculture et de développement Rural

MH : Milieu de culture « MilieuHinton »

min : Minute

ml : Millilitre

mm : millimètre

PASCRA : Programme Algérien de Surveillance des Contaminants et Résidus dans les Aliments

PH : Potentiel Hydrogène

Sec : Seconde

µg : Microgramme

µl : Microlitre

µm : Micromètre

°C : Degré Celsius

≤ : Inférieure ou égale

± : Plus ou Moins

% : pourcent

Liste des tableaux

Tableau I : Composition moyenne de l'œuf	06
Tableau II : Production d'œufs de consommation en Algérie	13
Tableau III : Principaux antibiotiques utilisés en thérapeutiques aviaires homologués en Algérie	16
Tableau IV : Propriétés de l'ampicilline	17
Tableau V : Propriétés des Fluméquinés et Enrofloxacinés	18
Tableau VI : Propriétés des Oxytétracyclines et Doxycyclines	19
Tableau VII : Nombre d'unités d'œufs prélevés dans chaque wilaya	26
Tableau VIII : Résultats de recherche des résidus d'antibiotiques en fonction des régions analysées	41
Tableau IX : Résultats de recherche des résidus d'antibiotiques en fonction de l'état de l'échantillon	47
Tableau X : Résultats de recherche des résidus d'antibiotiques en fonction du type de cuisson	49

Liste des figures

Figure 1 : Schéma représentatif de la structure de l'œuf de poule.....	03
Figure 2 : Quelques antibiotiques autorisées en Algérie.....	08
Figure 3 : Œuf sans coquille.....	09
Figure 4 : Œuf à double jaune	09
Figure 5 : Œufs minuscules.....	09
Figure 6 : Œuf à tache de sang	10
Figure 7 : Œuf à tache de viande	11
Figure 8 : Processus de formation de résidus dans les aliments.....	12
Figure 9 : Évolution de la production d'œufs (en million de tonnes) dans le monde 2000-202014	
Figure 10 : Carte géographique des sources d'élevages étudiés	25
Figure 10 : Carte géographique des willayas touchées par les gripes aviaires	45

Liste des photographies (*)

Photo 01 : Comparaison visuelle du standard macfarlane 0,5 à la suspension bactérienne	27
Photo 02 : Revivification de la souche bactérienne (dans une boîte pétrie et en gélose inclinée)	29
Photo 03 : Croissance bactérienne de <i>Geobacillusstearothermophilus</i> après environs 20h d'incubation	30
Photo 04 : Disques d'antibiotiques utilisés et résultat obtenu après 18h d'incubation à 55°C.....	31
Photo 05 : Culture obtenu après 18h d'incubation à55°C.....	32
Photo 06 : Etapes de préparations des échantillons.....	34
Photo 07 : Etapes de standardisation de la suspension bactérienne.....	35
Photo 08 : Préparation des boîtes de Pétries et versement de l'inoculum par une micropipette	36
Photo 09 : Remplissage des puits et dépôts des disques	37
Photo 10 : Observation microscopique des colonies de <i>Geobacillusstearothermophilus</i> au grossissement 40	38
Photo 11 : Observation microscopique de cellules de <i>Geobacillusstearothermophilus</i> au grossissement 100 après coloration de Gram	39
Photo 12 : Résultat de la boîte témoin après 24h d'incubation.....	39
Photo 13 : Résultats obtenu après 24h d'incubation	40
Photo 14 : Diamètres des zones d'inhibitions à l'état cru et à l'état cuit au BM et CP	48

(*) : Toutes les photographies sont prises par un téléphone de marque Samsung Galaxy M11



Introduction

L'œuf est connu depuis toujours comme un aliment de base d'excellente valeur nutritive, facile à digérer, très utilisé en diététique et dans les plats culinaires. Les familles algériennes apprécient et préfèrent les œufs et les consomment majoritairement par rapport aux viandes et aux poissons et ceci semble s'expliquer par leur prix faible d'un côté, et par rapport à leur valeur nutritionnelle d'un autre côté. Face à la demande croissante en protéines animales des populations urbaines en Afrique du nord, et en raison de l'augmentation rapide de la croissance démographique mondiale, l'élevage intensif des volailles s'est développé ces dernières années dans plusieurs pays et constitue une issue de sortie de la crise protéique. C'est le cas par exemple de la filière avicole algérienne qui a connu un essor spectaculaire en production animale. Selon le ministère d'agriculture Algérien « la production d'œuf de consommation en Algérie est passée à 6.6 milliards d'unités produites en 2017, contre 3.8 unités en 2009 »(APS, 2018).

Cependant, le faible niveau d'hygiène, l'insuffisance de planification de la zone d'élevage, le manque de gestion par l'État et de stratégies de développement entraînent de nouveaux problèmes tels que la pollution de l'environnement, ainsi que des maladies épidémiques fréquentes et non contrôlées. Pour surmonter certains de ces problèmes, les agriculteurs et les éleveurs considèrent les antibiotiques comme une solution pour lutter contre les maladies et améliorer la productivité animale (Kaci, 2015).

Selon Oufella *et al.*, (2012) , l'Algérie utilise les antibiotiques d'une façon abusive et anarchique en pratique vétérinaire. Il s'agit surtout du non-respect du délai d'attente et de l'absence de réglementation concernant les limites maximales autorisées des résidus dans les denrées alimentaires d'origine animale destinées à la consommation humaine.

Cette utilisation non méthodique, sans prescription ni surveillance vétérinaires, conduit à la persistance de résidus antibactériens dans les produits d'origine animale. Cette pratique a des conséquences néfastes sur la santé publique, l'environnement et contribue à un échec thérapeutique du fait de la présence d'agents pathogènes résistants aux antibiotiques dans la chaîne alimentaire (Wang *et al.*, 2006).

Ce problème est préoccupant en Algérie. Cependant, peu de recherches scientifiques et de données sont disponibles sur ce sujet. Dans ce contexte, notre étude avait comme objectif la recherche des résidus d'antibiotiques dans les œufs commercialisés au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou.

Notre manuscrit sera structuré en trois chapitres, le premier comprendra une synthèse bibliographique qui englobera des généralités sur les œufs de poules, l'utilisation des antibiotiques en élevage avicole et les résidus d'antibiotiques. Le deuxième comprendra le matériel et les méthodes mis en œuvre pour la réalisation de cette étude. Le troisième chapitre sera consacré aux résultats obtenus, accompagnés d'une discussion. Enfin, une conclusion générale et des recommandations pour améliorer la qualité des œufs dans notre pays seront présentées.



Chapitre I

L'œuf

1.1. Définition

L'œuf est une denrée alimentaire riche en éléments nutritifs. C'est une source peu énergétique de protéines parfaitement équilibrées et de lipides de très bonne digestibilité ; outre les protéines et les lipides, il contient de nombreux minéraux et vitamines (Jeantet et al, 2007). L'œuf assure 20% à 30% des besoins journaliers de l'homme. Il est cependant déficient en glucides, calcium, et vitamine C. (Coimbra et al., 2005).

1.2. Structure

Les œufs des différentes espèces animales ont une structure et une composition peu variables - Les parties essentielles de l'œuf sont classé dans l'ordre de leur dépôt (de l'intérieur vers l'extérieur) vitellus (jaune), l'albumen (blanc), les membranes coquillières, la coquille, cuticule (Figure 2).

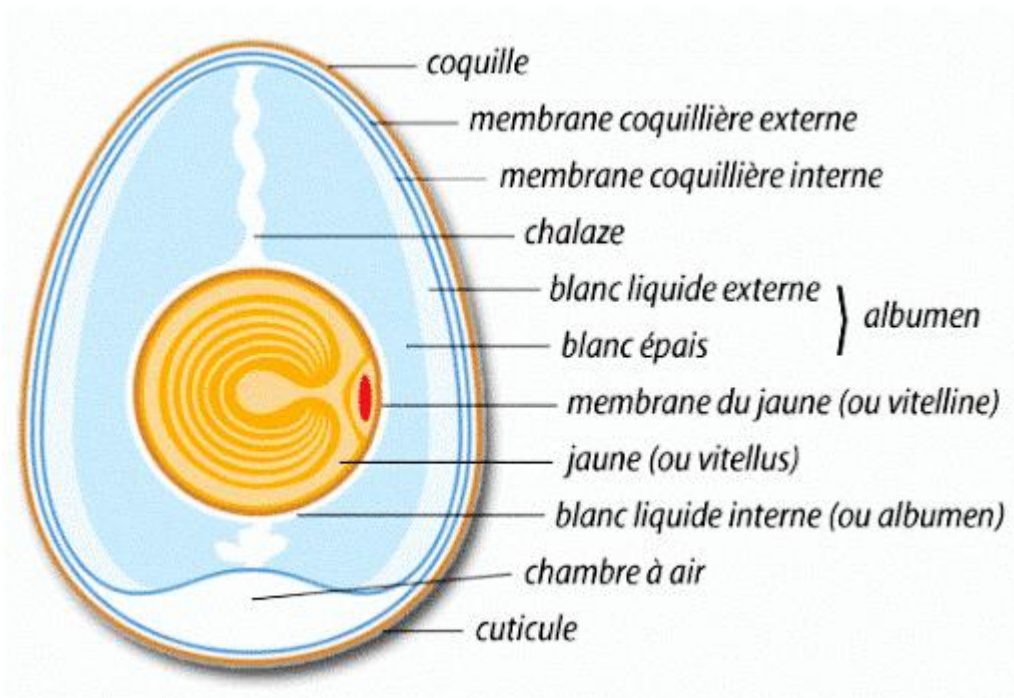


Figure 01 : Schéma représentatif de la structure de l'œuf de poule (Bibbal, 2012)

1.2.1. Le vitellus

Le vitellus ou le jaune représente 31 % du volume total de l'œuf. Il est constitué de plusieurs couches superposées d'une matière appelée vitellus qui est limitée par la membrane plasmique de l'ovocyte. Le vitellus est entouré d'une membrane vitelline transparente très fine, résistante et perméable à l'eau et aux sels. Il est constitué d'environ 50% d'eau et 50% de solide dont la majorité sont des protéines et des lipides. Il est riche en cholestérol. Les protéines du vitellus sont d'origine hépatique et constituent la principale source nutritive de l'embryon cela explique l'importance de l'alimentation pour la qualité, quantité et pour la couleur du vitellus qui dépend exclusivement de l'alimentation de la poule (**Saveur et Reviers, 1988**).

1.2.2. L'albumen

L'albumen ou le blanc est une solution aqueuse de protéines, de sucres et de sels minéraux. Il est dépourvu de lipides que l'on retrouve seulement à l'état de traces (**Sauveur, 1988**). Les protéines du blanc constituent un liquide épais, visqueux, transparent, très riche en eau.

Il enveloppe le jaune en couches successives dont deux sont liquides et la troisième est épaisse, il représente 70 % du poids total de l'œuf. Il se divise en quatre couches ayant chacune des propriétés spécifiques (**Thieulinet al., 1976**).

1.2.3. Chambre à air de l'œuf

Elle n'existe pas au moment de la ponte de l'œuf mais apparaît immédiatement après le refroidissement de l'œuf entraînant une légère contraction de son contenu. Le volume de la chambre à air augmente avec la durée et les conditions de conservation (**Musabimana Kagaj F., 2005**). Elle est formée après l'évaporation d'eau et l'élimination des gaz.

1.2.4. Les membranes coquillères

La membrane coquillière est l'enveloppe secondaire entourant l'œuf et représente la deuxième ligne de défense de l'œuf contre les bactéries. Elle est formée de deux feuillets : une membrane interne profonde qui enveloppe l'albumen et l'autre externe qui tapisse la paroi interne de la coquille (**Rodriguez et Romanek, 2002**).

1.2.5. La coquille

C'est une enveloppe externe minéralisée relativement résistante. Elle est formée de deux couches ; couche mamillaire et couche spongieuse (**Rodriguez et Romanek 2002**).

La coquille remplit plusieurs rôles ; tels que la régulation des échanges de gaz, la conduction de la chaleur de la femelle qui couve, protection de l'œuf des chocs, de l'évaporation, blessures et du poids de l'adulte qui va le couvrir. La couleur de la coquille dépend de la race de la poule. Son épaisseur dépend du temps que l'œuf passe dans l'utérus et la vitesse à laquelle le calcium est déposé et diminue aussi au fur et à mesure que la poule vieillit (**Rudy Boutte, 2023**).

1.2.6. Cuticule

C'est la dernière couche extérieure de la coquille. C'est une couche non calcifiée d'une épaisseur inférieure à 10 µm déposée sur la coquille elle donne une apparence lisse et brillante à l'œuf fraîchement pondu et protège le contenu de l'œuf contre l'évaporation et l'intrusion des germes. A la surface de la cuticule, se trouvent des pores qui sont des espaces vides en forme de tube situé entre les blocs de calcite. Le diamètre du pore varie en fonction de l'espèce, un œuf normal comprend de 8000 à 10 000 pores. Ils laissent passer l'oxygène, le gaz carbonique et la vapeur d'eau; et empêchent la pénétration des micro-organismes.

En lavant un œuf, on enlève la cuticule. C'est pour cela qu'il est déconseillé de laver un œuf avant de le stocker, car cela aura une incidence directe sur sa conservation (**Solomon, 1991**).

1.3. Qualité et composition de l'œuf

La composition globale de l'œuf est décrite dans de nombreuses revues (**Nys et Sauveur, 2004 ; Seuss-Baum et al., 2011 ; Miranda et al., 2015**). Il existe une assez grande hétérogénéité dans la composition de l'œuf décrite par les pays européens. Celle-ci est probablement due à la diversité de l'échantillonnage d'œufs et à la variabilité biologique de sa composition en fonction de la physiologie de la poule, de sa génétique ou de son alimentation.

En moyenne, l'œuf contient 70 % de blanc (solution saline comprenant 11 % de protéines), 30 % de jaune (50 % d'eau, 16 % de protéines et 34 % de lipides) et 10 % de coquille. L'œuf entier (sans coquille) contient en moyenne 75 % d'eau (74-77), 12,5 % de protéines (12,4 à 12,9) et de 10,5 % de lipides (8,7 à 11,2) (**Seuss-Baum et al., 2011**). Les

constituants comestibles majeurs de l'œuf sont rapportés dans le **tableau I** pour 100 g de produit consommable (équivalent à deux œufs en moyenne).

Tableau 01 : Composition moyenne de l'œuf (Ciquel et Anses., 2013)

Nutriment	Blanc	Jaune	Œuf entier	Min-Max
Proportion par comestible	60	30.7	90.7	-
Eau (g)	88.1	49.4	75.9	73-80
Calories (Kcal)	48	366	145	128-154
Protéines (g)	10	15.9	12.3	11.8-13.3
Glucides (g)	1.18	0.53	0.7	0.3-0.8
Cendres (g)	0.7	1.54	0.9	-
Lipides (g)	0.1	32.6	10.3	8.8-11.9
Acides gras saturés(g)	0	9.9	2.74	2.6-4.4
16 :0 acide palmitique (g)	0	7.2	2.04	1.9-2.4
18 :0 acide stéarique (g)	0	2.5	0.68	0.6-0.9
Acides gras mono-insaturés (g)	0	13.6	3.9	3.2-4.7
Acides gras polyinsaturés (g)	0	5.2	1.79	1.0-2.1
18 :1 acide oléique (g)	0	12.4	3.7	3.0-3.9
18 :2 acide linoléique (n-6)(g)	0	3.6	1.45	1.25-2
18 :3 acide linoléique (n-3)(g)	0	0.24	0.06	0.02-0.08
20 :4 acide arachidonique (n-6, AA)	0	0.44	0.18	0.12
20 :5 acide eicosapentaénoïque (n-3)	0	0.005	0.003	
22 :6 acide docosahéxaénoïque (n-3)	0	0.23	0.09	0.04-0.17
Cholestérol (mg)	0	1194	355	290-504
Sodium (mg)	166	42	128	155-156
Phosphore (mg)	13	381	185	173-255
Calcium (mg)	8	128	69	40-93
Fe (mg)	0.06	4.4	1.75	1.5-2.7
Zinc (mg)	0.42	2.8	1.0	0.8-2
Sélénium (µg)	18.9	68.9	< 23	5.8-50
Iode (µg)	-	122	44	1-53
Rétinol (µg)	0	624	193	139-211
Vitamine D (µg)	0	4.7	1.5	2
Vitamine E (mg)	0	8	1.3	1.1-1.8
Naicine (mg)	0.154	0.03	0.08	0.05-0.1
Riboflavine (mg)	0.43	064	0.45	0.3-0.6
Acide pantothénique (mg)	0.26	7.37	1.71	0.4
Choline (mg)	1.1	820	-	-

1.4. Principaux facteurs de variation de la composition et de la qualité de l'œuf

Les techniques et le mode d'élevage des poules pondeuses jouent un rôle important qui influence directement la qualité et la composition des œufs :

1.4.1. L'alimentation des poules pondeuses

La nature de l'aliment fourni aux volailles influence sa courbe de croissance et donc son poids vif et sa composition corporelle au moment de l'entrée en ponte. Elle peut même modifier les caractéristiques ultérieures de sa production. (Inra, 2010).

D'une façon générale, il est inutile de rechercher pour les poulettes un développement pondéral accéléré, l'essentiel étant d'atteindre la maturité sexuelle à un poids fixé avec un minimum de coût alimentaire (INRAP, 1989).

Les systèmes d'alimentation devraient permettre une alimentation uniforme pour tous les oiseaux. Chaque jour, l'éleveur doit présenter la quantité d'aliment consommée, car une augmentation ou une diminution de la consommation peut être à l'origine de problèmes (Boumrar, 2005).

Le matériel d'alimentation doit être adapté à l'âge de l'animal. Les dimensions des mangeoires doivent répondre à la taille des oiseaux. Il existe de nombreux modèles tout en plastique ou en tôle galvanisée, offrant l'avantage de diminuer le gaspillage et de garder l'aliment propre (Alloui, 2006). Les mangeoires peuvent être à chéneaux automatiques ou manuelles (Frohlich, 2004) ou rondes ou linéaires manuelles

En cas d'une contamination ; le traitement par voie orale peut être administré via l'eau de boisson ou via l'alimentation. Pour ce dernier cas, des pré-mélanges médicamenteux peuvent être utilisés : des médicaments vétérinaires sont directement incorporés dans la fabrication de l'aliment pour l'animal. Chez le poulet ou la poule pondeuse, l'administration des médicaments vétérinaires se fait cependant principalement via l'eau de boisson (**figure 02**) (Anonyme1,2019).



Figure 02 : Quelques antibiotiques autorisés en Algérie (Anonyme 2, 2024)

1.4.2. L'âge de la poule

L'âge des pondeuses constitue le principal facteur qui influence la qualité initiale de l'œuf qui tend à se dégrader au cours de la ponte et surtout après le 9ème mois de la production (Protais, 1988).

Le choix de l'âge de l'entrée en ponte est déterminant pour la qualité future des œufs. Cet âge est déterminé génétiquement à la 18ème semaine et implique un poids minimum de 1500g. Un poids inférieur des poulettes à l'entrée en ponte donnera des œufs plus petits que la normale et un poids supérieur tandis qu'une entrée en ponte tardive donnera des œufs plus gros mais en nombre moins important. (Protais, 1988).

1.5. Les principes anomalies de l'œuf :

1.5.1. Les œufs sans coquille

Ils apparaissent au début de la ponte puis pendant que certaines poules arrêtent complètement de pondre, à cause d'un déséquilibre phosphocalcique. Les premiers symptômes se manifestent par une chute de ponte d'environ de 20-30% (Pierre Gauche, 2009) (figure 04).



Figure 03 :Les œufs sans coquille (Pierre Gauche, 2009).

1.5.2. Les œufs à double jaune

Présence de deux jaunes dans le même œuf (**figure 05**) appelés œufs énorme est due, soit à une ovulation précoce, soit à un retard du jaune dans sa progression jusqu'à la membrane de l'oviducte.



Figure 04: Œuf à double jaune(Pierre Gauche, 2009).

1.5.3. Les œufs à coquilles crayeuses

Ce sont des œufs qui représente un risque pour la consommation car leur coquille étant dépourvu de cuticule organique va constituer une porte d'entrée à de nombreux micro-organismes pathogènes (Sauveur, 1988).

1.5.4. Œufs minuscules

Ils apparaissent à la fin de la ponte, caractérisés par l'absence du jaune qui est dû à une ovulation importante (Pierre Gauche, 2009).

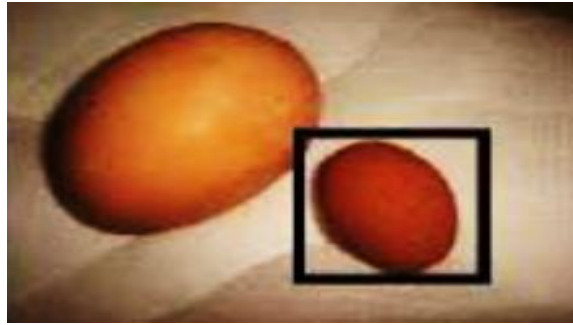


Figure 05 : Œuf minuscule (Pierre Gauche, 2009).

1.6. Les inclusions de l'œuf

1.6.1. Les taches de sang

Elles se retrouvent à la surface de la peau jaune (**Figure 07**) causées par une fragilité capillaire ou une augmentation de la pression artérielle qui entraîne l'apparition de petites hémorragies au niveau de l'ovaire. Ce phénomène est lié à la composition de l'alimentation de la poule, dans 14 à 18% des cas, un régime protéiné excessif entraîne directement l'apparition de taches de sang à la surface du jaune (**Sauveur, 1988**).

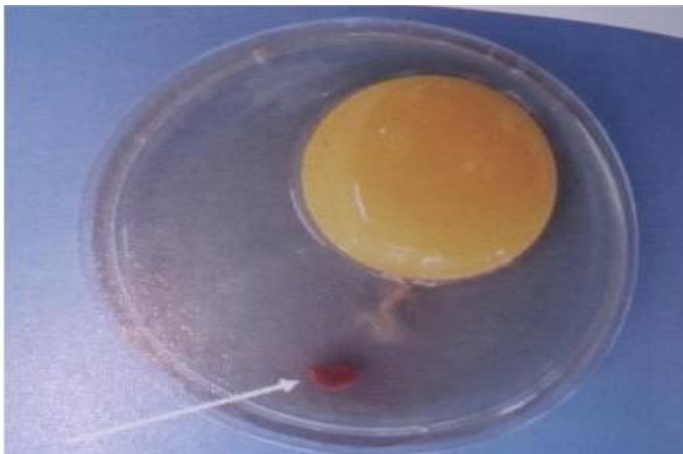


Figure 06 : Œuf contenant une tache de sang (Martens et al., 2010).

1.6.2. Les taches de viande

Ce sont des débris qui se retrouvent à la surface de l'albumen. Ce sont généralement des fragments d'oviducte. Il y a tout d'abord les taches de viande constituées simplement de tissu épithélial et des taches de viande qui sont un mélange de fragments de tissus et de composés sanguins dégradés, à l'origine de leur coloration marron caractéristique (Martens *et al.*, 2010).



Figure 07: Œuf contenant une tache viande (Martens et al., 2010).

1.7. Les résidus dans l'œuf

Les résidus présents dans les aliments d'origine animale sont des substances qui peuvent apparaître dans les denrées alimentaires suite à l'utilisation de produits phytosanitaires pour accroître les rendements agricoles (André, 2003). Des études ont montré que jusqu'à 90% des œufs peuvent être contaminés. Heureusement que les doses rencontrées n'ont jamais dépassé les taux fixés par l'organisation mondiale de la santé (Delaby, 2017).

Ce sont les résidus d'antibiotiques qui vont poser problème. L'utilisation des antibiotiques pour la prévention et le traitement des maladies et des infections animales, augmente les risques de présence de résidus de ces substances dans les produits alimentaires d'origine animale comme la viande, le lait et les œufs (Form, 2003). Le processus de formation de ces résidus est illustré sur la **figure 08**.

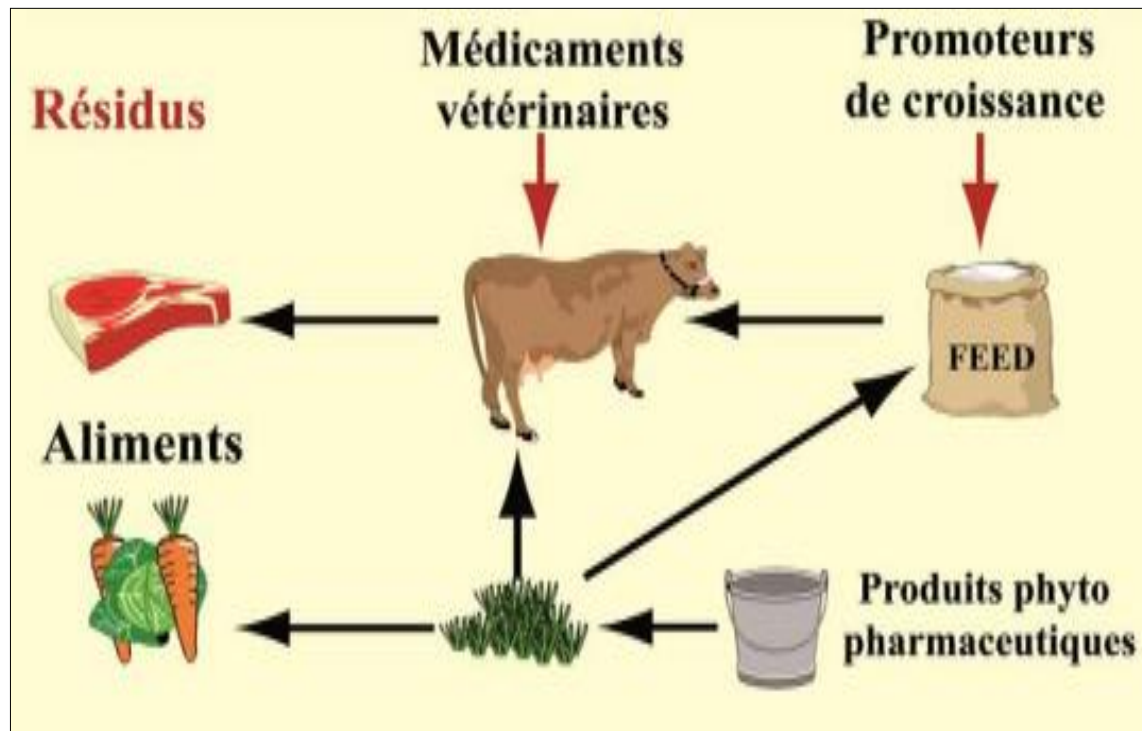


Figure 08: Processus de formation de résidus dans les aliments
(André, 2003 In : Mensah et al., 2014).

1.8. Production des œufs dans le monde et en Algérie

1.8.1. Production des œufs de consommation dans le monde

La production d'œufs a connu un développement étonnant et une croissance rapide de ces dernières années. En 2018, la production mondiale d'œufs de consommation de poules, estimée par l'ITAVI à partir des données disponibles de la FAO et Eurostat, s'établissait à 80,66 millions de tonnes. La Chine représentait à elle seule 25 % de la production mondiale (22 millions de tonnes produites en 2018), suivie par l'Amérique du Nord avec 11,2 % (9 millions de tonnes), l'Union européenne (9,7 %) et l'Inde (7,9 % de la production mondiale) (ITAVI, 2020).

En 2019, la production d'œufs de consommation a connue une augmentation de 24 % en dix ans (83,483 millions de tonnes), a progressé de 3,5% par rapport à 2018, soit une augmentation moyenne de 3,3% sur les dix dernières années (FAO, 2019).

1.2. Production des œufs de consommation en Algérie

La forte demande en œufs de consommation fait suite au renchérissement du prix de la viande (rouge et blanche) (MADR, 2003). La production d'œufs de consommation en Algérie a atteint 93000 tonnes (1,49 milliard d'unités) en 1999 (table) (FAOSTAT, 2021)

Selon **Alloui., (2011)**, le nombre de poulettes démarrées mises à la disposition des producteurs, avec un taux de mortalité de 8 % et une production moyenne de 250 œufs par poule, a atteint 21 millions en 2010. En 2011, la production annuelle nationale du secteur avicole a enregistré un volume considérable (**tableau 2**). Celui-ci a été évalué à 20648 tonnes (4,5 milliards) d'œufs de consommation et augmentant jusqu'à 317787 tonnes en 2019. (**MADR, 2012b**)

Tableau 2: Production d'œufs de consommation en Algérie (FAOSTAT, (2021).

Années	Tonnes	Croissance %
1999	93000-	100
2001	108000	8.06
2003	165000	26.39
2005	175000	3.03
2007	195690	5.91
2009	193560	-0.54
2011	279726	22.26
2013	347275	12.07
2015	385413	5.49
2017	328521	-7.38
2019	317787	-1.63
Moyenne	/	7.37

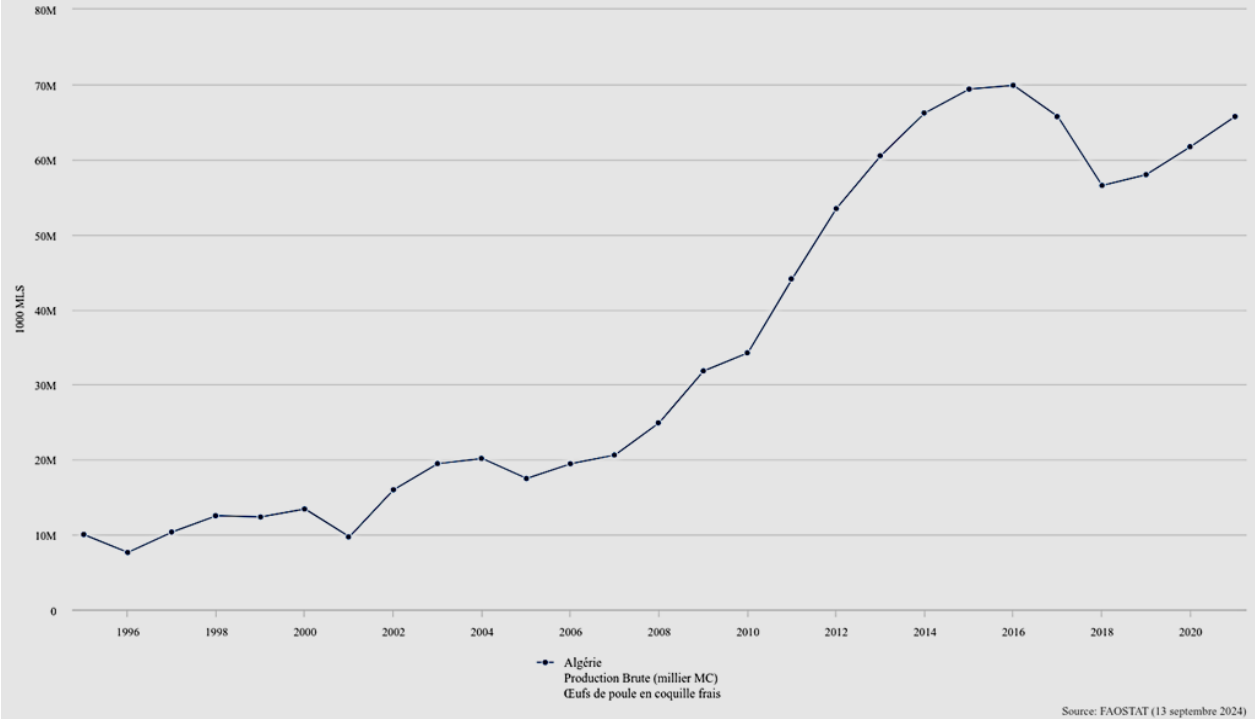


Figure 09 : Évolution de la production d’œufs (en million de tonnes) dans le monde 2000-2020 (FAO, 2024).



Chapitre **II**

Antibiotiques en élevage avicole

2.1. Antibiotiques

Les antibiotiques sont des substances capables de tuer les bactéries ou d'empêcher leur multiplication. Ils sont soit d'origine naturelle (produits par des champignons microscopiques, des bactéries et plus rarement des végétaux), ou encore des substances de synthèse. (Chardon et Brugere, 2014).

2.1.1. Les facteurs favorisant la présence des résidus d'antibiotiques dans les denrées d'origine animale

- Le non-respect des délais d'attente après l'administration des antibiotiques ;
- L'absence de consultation vétérinaire avant l'utilisation d'antibiotiques (Donkor et al., 2011) ;
- Le surdosage ou l'usage des antibiotiques non autorisés (Wageh et al., 2013).

2.2. Intérêt d'usage d'antibiotiques en élevage avicole

Les animaux d'élevage sont sujet à différentes maladies et infections bactériennes qu'il faut impérativement soigner pour éviter leur mortalité. Le bien-être et la santé des animaux d'élevage sont essentiels pour garantir une production alimentaire en quantité et en qualité de viande, de lait et d'œufs. En médecine vétérinaire, les antibiotiques sont utilisés depuis les années 50 pour le traitement des infections bactériennes chez les animaux producteurs de denrées alimentaire et les animaux de compagnie (Sanders *etal.*, 2011).

On distingue deux types d'usage ;

- Les antibiotiques utilisés dans un but préventif

Sont classés en deux catégories : métaphylactique et prophylactique. L'usage métaphylactique consiste à traiter tout un groupe d'animaux dès l'apparition des premiers signes cliniques chez quelques animaux. En revanche, l'usage prophylactique implique le traitement de tout un élevage en présence de facteurs de risque important favorisant le développement d'infections (Dréano, 2022).

Le traitement par voie orale peut être comme additif alimentaire qui ne traversent pas ou très peu la barrière intestinale. Par conséquent, ces antibiotiques ne devraient pas se retrouver en grande quantité dans les œufs (Protais, 1988).

- Les antibiotiques utilisés dans un but curatif

Ils visent à contrôler une infection bactérienne . Leurs passages dans l'œuf peut être non négligeable mais en raison de leur courte vie (1 jour à 1 jour et demi) ils devraient se retrouver dans les œufs, car ils sont mieux absorbés et atteignent les tissus infectés (**Protais, 1988**).

2.3. Principaux antibiotiques utilisés en filière avicole

Les antibiotiques sont classés en fonction de leurs structures chimiques en plusieurs familles (**tableau 03**).

Tableau 03: Principaux antibiotiques utilisés en thérapeutiques aviaires homologués en Algérie (**MADR, 2006**).

Famille	Antibiotiques
Bêta lactamines	Ampicilline, Amoxicilline, Ceftiofur
Aminosides et apparentés	Dihydrostreptomycines (DHS), Néomycine, gentamycine, Spectinomycine
Quinolones	Acide oxolonique, Fluméquine, Enrofloxacine,
Tétracyclines	Chlorotétracycline, Oxytétracycline, Doxycycline
Macrolides et apparentés	Erythromycine, Josamycine, Lincomycine, Spiramycine, Tylosine, Tilmicosine, Tiamuline.

A noter que le Ministère de l'Agriculture et de Développement Rural (**MADR**) déclare l'interdiction d'utilisation de la gentamycine en pratique vétérinaire depuis l'année 2011. (Annexe 01)

2.3.1. Les Bêta-lactamines

Constituent la famille la plus diversifiée et la plus importante parmi les antibiotiques. Ils sont caractérisés par une activité bactéricide avec un spectre d'activité détendue variable (**tableau 03**), centrée sur les germes à gram positive, de très faible toxicité mais à pouvoir allergène assez marqué.

Tableau 04: Propriétés de l'Ampicilline(Chardon et Brugère, 2014).

Propriétés	Ampicilline
Physico-chimie	Hydrosoluble, actif en pH acide
Spectre d'action	Gram+, Pasteurellose, (Salmonelles, Colibacilles)
Mode d'action	Bactéricide : 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 provoquant la lyse cellulaire.
Associations possibles	Aminosides, Colistine, Quinolones, Sulfamides potentialisés.
Absorption (par os)	Très peu absorbé par voie orale : pratiquement impossible d'atteindre le niveau thérapeutique.
Délais d'attente	Œuf : nulc'est à dire ne doit pas être utilisée chez les poules pondeuses dont les œufs sont destinés à la consommation humaine.

2.3.2. Aminosides et apparentés

Les antibiotiques de la famille des Aminosides, sont fabriqués à partir de la bactérie *Micromonosporapurpurea* utilisé dans l'élevage des poules pour traiter divers types d'infections bactériennes.

- Mode d'action et propriétés

Leur activité bactéricide est basée principalement sur l'inhibition de la synthèse des protéines, en se liant à l'ARN ribosomique au site A du ribosome bactérien, qui est le site de décodage des codons de l'ARN. Cela entraîne une "fausse lecture" de l'ARNm, perturbant ainsi la synthèse des protéines bactériennes et conduisant à un effet bactéricide contre un large spectre de bactéries Gram positif et négatif sensibles à cet antibiotique s'accompagne d'un effet post-antibiotique de longue durée, Cela contribue à maintenir une action bactéricide efficace même après l'arrêt de l'administration de l'antibiotique lorsque sa concentration dans le plasma et les tissus est en dessous de la concentration minimale inhibitrice (CMI) son effet bactéricide persiste pendant une période prolongée(Bochaton, 1997).

Les antibiotiques de cette famille sont actifs dans un pH compris entre 6 et 8 c'est à dire dans un environnement acide ou neutre, mais pas dans un environnement alcalin. En raison de leurs bonnes solubilités dans l'eau (hydrosoluble). Il sont administrés par voie intraveineuse pour le traitement des infections bactériennes chez les poules en association à d'autres antibiotiques, en particulier avec des bêta-lactamines(Mississauga, 2019).

2.3.3. Famille des Quinolones

Selon leur ordre chronologique d'apparition, les quinolones sont classées en 3 générations :

- Quinolones de 1ère génération : acide nalidixique ;
- Quinolones de 2ème génération : acide oxolinique, fluméquine ;
- Quinolones de 3ème génération : enrofloxacin, norfloxacin

Tableau 05 : Propriétés des Fluméquine et Enrofloxacin(Anonyme 4, 2003).

Propriétés	Fluméquine	Enrofloxacin
Physico-chimie	Liposoluble, actif a pH basique	
Spectre d'activité	Gram ⁻	Gram ⁻ , staphylocoques, Mycoplasmes
Mode d'action	Bactéricide sur les bactéries en voie de multiplication ou en repos	
Associations possibles	Aminosides, Colistine	
Absorption (per os)	Résorption rapide, trèsbonne biodisponibilité par voie orale (70%).	Très bonnebiodisponibilité par voieorale (60-80%)
Délais d'attente	Interdit chez les pondeuses	

2.3.4. Les Tétracyclines

Les tétracyclines ou plus simplement cyclines, sont des ensembles d'antibiotiques antibactériens d'origine naturelle produit par des champignons inférieurs du genre streptomycetes ou semi-synthétiques caractérisé sur le plan chimique par la présence d'une structure tétracyclique d'où leur appellation (**tableau 06**)

Tableau 06 : Propriétés des Oxytétracycline et Doxycycline(Anonyme 4, 2003)

Propriétés	Oxytétracycline	Doxycycline
Physico-chimie	Liposoluble actif à pH basique	
Spectre d'activité	Large spectre, mais les résistances sont fréquentes	
Mode d'action	Bactériostatique	
Associations possibles	Macrolides, colistine	
Absorption (per os)	Rapide mais incomplète (chélation par les ions divalent). Biodisponibilité +/- 10%. Absorption très faible chez le poussin (1 jour)	Peu sensible à l'effet de chélation du Ca ⁺⁺ . Grande lipophile permettant l'absorption et une meilleure biodisponibilité (50%)
Délais d'attente	(Œuf : nul (voie orale)	Interdit chez les pondeuses

2.4. Pharmacocinétiques des principes actifs

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

- Absorption

L'absorption correspond à la phase de dissolution du médicament et à l'apparition du principe actif dans le sang. Ce processus concerne toutes les voies d'administration extravasculaires et se fait par différents mécanismes (Rowland & Tozer, 2011).

- Distribution

La distribution consiste en la répartition de l'antibiotique depuis son entrée dans la circulation générale jusqu'à son arrivée au site d'infection. Les principes actifs dont la fixation tissulaire est la plus importante laisseront en général le plus de résidus. Par ailleurs, un antibiotique très diffusible fait apparaître des taux sériques facilement éliminés par le rein (Morin *et al.*, 2005).

- Métabolisme et biotransformations

Les médicaments subissent des changements métaboliques dans le corps qui visent principalement la formation de métabolites qui ont des propriétés physico-chimiques favorables à leur excrétion (**Jumaa et Karaman, 2015**).

Les biotransformations représentent un phénomène majeur dans le processus de formation des résidus : elles conditionnent en grande partie la persistance des substances médicamenteuses dans l'organisme des animaux traités (et dans les denrées issues de ces animaux) (**Rotschafer, 2016**).

- Elimination

L'élimination est la dernière phase du devenir du médicament. Elle correspond à l'excrétion du principe actif ou de ses métabolites à l'extérieur de l'organisme se fait soit par excrétion rénale ou excrétion non rénales ; le foie, la glande salivaire, la sueur, les glandes mammaires et les poumons. Le taux d'élimination d'un médicament est habituellement un déterminant important de la durée de l'effet pharmacologique (**Dougherty & Gucci, 2012**).

2.5. Risque d'utilisation des antibiotiques dans l'élevage avicole

2.5.1. Sur le consommateur

La présence de résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires d'origine animal peut entraîner plusieurs risques sur le consommateur on distingue- :

2.5.1.1. Des risques allergiques

Les résidus d'antibiotiques issus des produits alimentaires peuvent être à l'origine des allergies. Ils réunissent plusieurs conditions pouvant entraîner des symptômes allergiques ; concentrations faibles, administration par voie orale et exposition occasionnelle et discontinue (**Khattab et al., 2010**). Selon **Kabir et al. (2004)**, la présence de résidus de pénicilline chez les animaux peut entraîner une réaction anaphylactique sévère chez les consommateurs. De plus, des allergies cutanées peuvent survenir chez les personnes allergiques aux sulfamides, après consommation des aliments contenant des concentrations élevées de résidus des sulfamides tels que les œufs.

2.5.1.2. Modification de la flore intestinale

Dans le tube digestif vivent des milliards de bactéries saprophytes et commensales, en particulier des bactéries anaérobies. La consommation de produits alimentaires contenant des résidus d'antibiotiques perturbe la microflore intestinale en modifiant sa composition par inhibition sélective : ils détruisent la flore normale et laissent place à d'autres espèces. Cette inhibition sélective peut être à l'origine d'affaiblissement des barrières microbiologiques et d'une diminution de l'immunité naturelle préétablie ce qui entraîne l'apparition de bactéries mutantes résistantes aux antibiotiques, engendrant des échecs thérapeutiques (**Boultif, 2009**).

2.5.1.3. Risques cancérogènes

L'ingestion répétée et prolongée de certains antibiotiques ou les produits de leur métabolisme tels que les réactions de nitro- réduction des nitrofuranes et les nitroimidazoles peuvent être à l'origine d'apparition des effets mutagènes du développement de tumeurs cancéreuses (**Châtaigner et Stevens, 2005 ;Stoltz, 2008**).

Selon le **Règlement (CEE) n° 2901/93 du Conseil du 18 octobre 1993**, les nitrofuranes sont aujourd'hui interdits en production animale dans de nombreux pays, dont tous ceux de l'Union Européenne.

2.5.1.4. Toxicité

L'effet toxique direct des antibiotiques est globalement limité. La toxicité potentielle fréquemment citée est celle du chloramphénicol qui a été responsable des anémies aplasiques (anémie très rare, causée par l'absence de reconstitution des hématies à l'intérieur de la moelle osseuse). Chez les animaux, l'usage de cette molécule est désormais interdit dans quelques pays dans le monde (**Boultif, 2009**).

2.5.1.5. Risques d'antibiorésistances

L'antibiorésistance est la capacité d'un micro-organisme à faire face aux effets des antibiotiques. C'est l'une des formes de la pharmacorésistance. Au cours des dernières décennies, des mécanismes d'adaptation développés par les bactéries ont été découverts. Ils leur offrent une capacité de résistance à des milieux hostiles, en particulier à la présence d'antibiotiques. Ces bactéries devenues résistantes ne cessent de se propager, sur tous les continents (**O'NEILL, 2016**).

Les bactéries peuvent présenter des résistances naturelles ou acquises aux antibiotiques. En ce qui concerne la résistance naturelle, il y a des bactéries qui ne sont pas naturellement sensibles à certains antibiotiques. Il est possible que cela soit causé par un manque d'accès de l'antibiotique à sa cible dans la bactérie ou par l'absence de celle-ci. Par exemple, les mycoplasmes sans paroi ne sont pas sensibles aux bêta-lactamines.

Par contre, la résistance bactérienne acquise n'est observée que chez quelques souches d'une espèce spécifique qui sont habituellement sensibles. Elle est causée par l'emploi thérapeutique des antibiotiques. Elle peut être dû à une mutation chromosomique ou l'acquisition d'un gène qui rend la bactérie insensible à l'antibiotique (**Chardon et Brugere, 2014**).

En 2020, environ 38 % des bactéries *Escherichia coli* en présence chez la volaille sont résistantes à au moins 3 familles d'antibiotiques. De 2014 à 2020, la résistance à l'ampicilline, aux fluoroquinolones, au sulfaméthoxazole (sulfamide), au triméthoprim et aux tétracyclines chez les *Escherichia coli* isolées chez le poulet sont significativement diminuées (**ANSES, 2021**).

Dans les principaux pays producteurs de volaille à travers le monde et en Europe, plus de 40 % des bactéries *Escherichia coli* sont devenues résistantes aux familles des tétracyclines, des sulfamides et des pénicillines (**Roth et al., 2019**).

2.5.2. Sur la poule pondeuse

Selon **Schelcher (2004)**, un échec thérapeutique peut être dû aux erreurs commises lors des différentes étapes de la mise en œuvre d'un traitement antibiotique. Parmi lesquelles, on peut citer :

- Une erreur de prescription ;
- Une mauvaise conservation des formulations antibiotiques ;
- Utilisation d'une molécule antibiotique possédant une toxicité propre ;
- Résistance bactérienne aux antibiotiques.

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

2.6.1. La limite maximale des résidus

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 (**Hadef, 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 composition et aux conditions d'utilisation de ces médicaments ainsi que la variabilité entre les animaux (**Laurentie et al. ,2002**).

2.6.2. La dose journalière acceptable (DJA)

La 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 pharmacocinétique disponible sur la façon dont ces substances se comportent dans les espèces animales (**Boutrid, 2019**).

2.6.3. 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 les animaux représentatifs des conditions d'utilisation, mais en état de santé optimal (**Mensah et al., 2014**).

2.7. Réglementation sur les résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires

2.7.1. En Europe

La présence de résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaire a conduit les autorités européennes, dans le cadre réglementaire interdire l'usage vétérinaire des nitrofuranes et le chloramphénicol (**CE, 2010**) et à la mise sur point d'une limite maximale de résidus (LMR) (**Mensah et al., 2014**).

2.7.3. En Algérie

En Algérie, le Programme Algérien de Surveillance des Contaminants et Résidus dans les Aliments (PASCRA), fait déjà partie du programme d'aide à la diversification de l'économie « DIVECO », financé par l'Union européenne. Une mission effectuée en février 2013 a permis l'élaboration de 9 plans de contrôle concernant: le miel, le lait, la viande blanche, la viande rouge, les œufs, les produits de la pêche et les mollusques bivalves et les aliments pour animaux. La mise

en œuvre de ce plan en (2015/2016) a concerné trois wilayas par trois catégories d'aliments d'origine animale on distingue (**Kebir, 2012**):

- Pour les viandes de volailles: Wilayas de Constantine, Tizi ouzou et Médéa.
- Pour les œufs de consommation: Wilaya de Bouira, Setif et Mostaganem.
- Pour le miel: Wilayas de Blida, Betna et Tebessa.

Selon l'arrêté interministériel JORA 68 du 20 juin 2016, fixant les listes ainsi que les limites maximales de résidus de médicaments vétérinaires ou de substances pharmaco-logiquement actives tolérées dans les denrées alimentaires d'origine animale, il est interdit d'utilisation d'un médicament vétérinaire chez les animaux produisant des œufs destinés à la consommation humaine lors d'une absence de LMR (**Le ministère du commerce et de la promotion des exploitations, 2017**).



Etude expérimentale



Chapitre I

Matériel et méthode

- Echantillonnage

Nous avons prélevé au total 45 unités d'œufs réparties sur 4 willayas (**tableau 06**).

Le nombre de prélèvement dépend du nombre d'arrivées (régions) des œufs chez le grossiste, généralement 2 à 3 prélèvements par semaine, avec 3 œufs à chaque prélèvement. Les œufs sont stockés au frais avant leurs utilisations.

Tableau 07 : Nombre d'unités d'œufs prélevées de chaque willaya.

Les willayas	Nombre de prélèvement	Nombre d'œufs prélevés
Sétif	5	15 œufs
Bordj-Bou Arreridj	5	15 œufs
Msila	1	3 œufs
Bejaia	4	12 œufs

1.1.2. Souche bactérienne

Le choix de bactérie est porté sur la souche de *Géobacillusstearothermophilus* ATCC 7953, sélectionnée comme organisme indicateur pour détecter la présence de résidus d'antibiotiques dans les œufs.

Le spectre de sensibilité aux antibiotiques est large avec *Géobacillusstearothermophilus*. Cette souche est l'indicateur le plus fréquemment utilisé pour le dépistage des résidus d'antibiotiques. Sa sensibilité varie notamment en fonction du type de résidus d'antibiotique.

1.1.3. Milieu de culture

Gélose Muller Hinton (gélose MH) qui est le milieu le plus employé pour les tests de sensibilité aux agents antibactériens.

1.2. Matériel non biologique

- Matériel en verre : tubes à essai stériles ; pipetes Pasteur.
- Appareillage : une étuve ; un autoclave ; un spectrophotomètre, bain Marie, plaque chauffante ; mixeur.
- Solution : eau physiologique stérile.
- Autres matériels : micropipettes, anse de platine ; boites de Pétri ; embouts.

2. Méthodes

2.1. Préparation du standard de McFarland 0,5

Le standard de McFarland est une solution chimique de chlorure de baryum et d'acide sulfurique (étapes de préparation établies en Annexe 02). La réaction entre ces deux produits chimiques entraîne la production d'un précipité fin, le sulfate de baryum. Lorsqu'il est bien secoué, la turbidité de cette suspension est visuellement comparable à celle d'une suspension bactérienne de concentration connue.

La norme la plus couramment utilisée dans le laboratoire de microbiologie est la norme 0,5 McFarland, qui est prescrite pour les tests de sensibilité aux antimicrobiens et les tests de performance des milieux de culture (**Catalogue No. TM50-TM60, 2002**).



Photo 01 : Comparaison visuelle du standard mcFarland0,5 à la suspension bactérienne.

2.2. Revivification de la souche bactérienne

- Prélevez une colonie isolée et représentative de la souche à l'aide d'une anse de platine stérile, flambée et refroidie ;
- Étalez la colonie en stries sur une nouvelle boîte qui contient le milieu de culture MH ;
- Prélevez une nouvelle colonie et étalez en striés sur le tube de gélose incliné pour permettre une longue conservation de la souche.
- Incubez les deux tubes et la boîte pendant 24 heures dans une étuve réglée à 55°C
- Après 24h d'incubation conservez les deux tubes et la boîte au réfrigérateur et poursuivez la suite de l'étude par repiquage de la souche à partir de la boîte fraîchement obtenue.

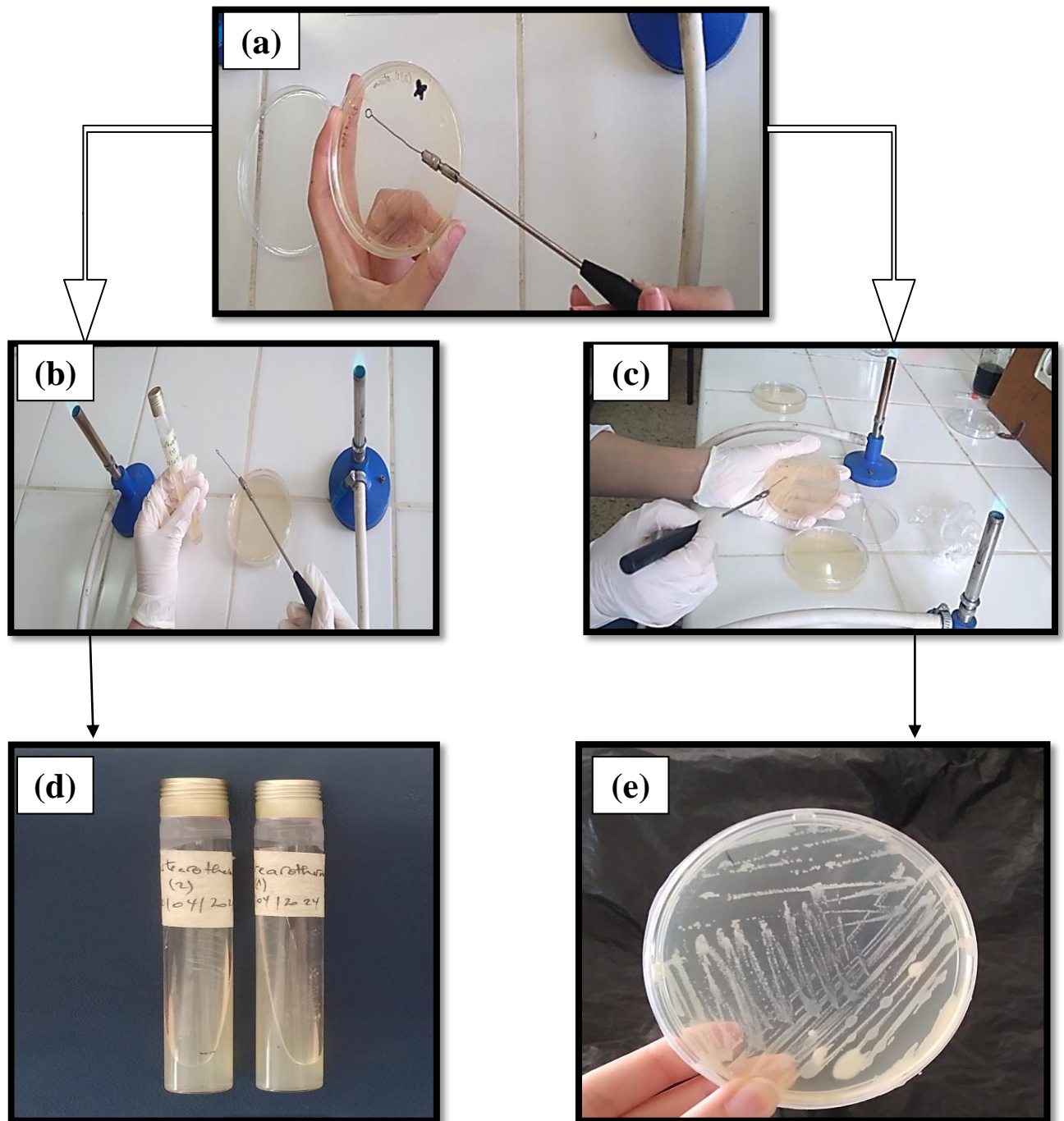


Photo 02 : Revivification de la bactérie dans une boîte pétrie et en gélose inclinée.

2.3. Étude préliminaire

2.3.1. Vérification de la viabilité de la souche bactérienne

La vérification de la viabilité de la souche bactérienne se fait par le test de croissance qui permet de mesurer sa capacité à se multiplier et à croître.

Ce test implique la mise en culture de la bactérie dans une nouvelle boîte de Pétri en milieu Hinton. Les boîtes ainsiensemencées, sont incubées pendant 24 heures dans une étuve réglée à 55°C, et la lecture se fait 18 à 24 heures après (intervalle de temps entre le moment de l'inoculation et l'apparition ou la poussée des premiers microorganismes)

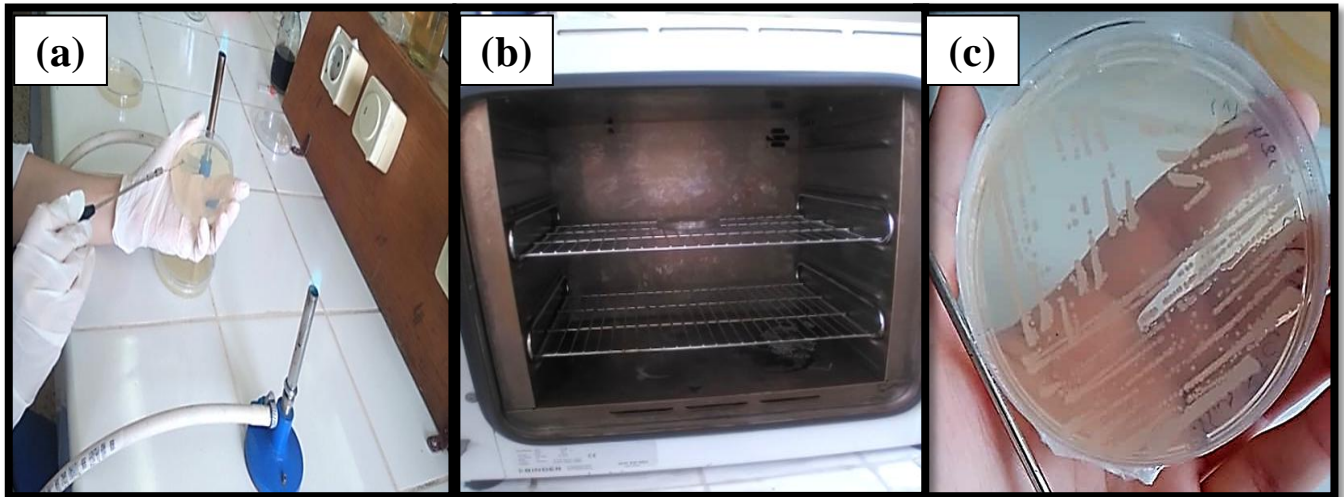


Photo 03 : Croissance bactérienne de *Geobacillus stearothermophilus* après 17 heures d'incubation.

2.3.2. AntibioGramme par la technique des disques

La boîte témoin positif nous permet de confirmer la sensibilité de la bactérie en présence d'antibiotiques. Le test se fait par dépôts des disques d'antibiotiques sur la surface de la gélose MH qui contient une suspension bactérienne de *Geobacillus stearothermophilus* de concentration identique au standard McFarland 0,5. La boîte est incubée dans une étuve réglée à 55°C et la lecture des résultats se fait à partir de 18h d'incubation.

Les étapes du mode opératoire sont établies en annexe 04

Les antibiotiques utilisés sont ; gentamicine,ampicilline et chloramphénicol (**photo 04**).

La sensibilité aux antibiotiques s'exprime par des zones d'inhibitions au tour du disque d'antibiotique



Photo 04 : les Antibiotiques utilisés

2.4. Antibiogramme

L'antibiogramme standard est un test *in vitro* de sensibilité d'un germe à un ou plusieurs antibiotiques par la technique de diffusion sur milieux gélosés. Les méthodes utilisés pour le test d'antibiogramme sont ;

- Technique diffusion par disque

La méthode des disques, couramment utilisée (également connue sous le nom de test de Kirby-Bauer) est une technique approuvée appliquée dans divers laboratoires de microbiologie clinique pour les tests réguliers de sensibilité aux antimicrobiens. Les avantages de cette méthode, principalement sa simplicité et sa rentabilité.

Un disque de papier contenant une quantité standard d'un composé antimicrobien est appliqué sur la surface de la plaque, généralement de la gélose MH, et la substance peut se diffuser dans le milieu adjacent. Après incubation, la croissance bactérienne apparaît sur la plaque. Si l'isolat d'essai est sensible au composé antimicrobien, une zone claire d'absence de croissance apparaîtra autour du disque. Le diamètre de la zone d'inhibition est donc utilisé pour interpréter l'inhibition, et des normes d'interprétation ont été établies pour différents antibiotiques .

Technique des puits

Le test de diffusion de puit d'agar est un test qualitatif largement appliqué pour évaluer l'activité antimicrobienne des produits naturels. Ce test est basé sur la mesure de la

taille d'une zone d'inhibition de croissance autour de l'échantillon, qui peut être placée dans un puit coupé dans la gélose.

Brièvement, dans ce test, la surface de la gélose est inoculée en répartissant un volume d'inoculum microbien sur toute la surface de la gélose. Ensuite, un trou circulaire (6 à 8 mm) est réalisé de manière aseptique dans la gélose, et un volume approprié (20 à 100 μL) de l'agent anti bactérien à la concentration choisie est appliqué dans le puit. La plaque d'agar est ensuite incubée dans des conditions appropriées pour permettre à l'agent antibactérien de diffuser dans le milieu et d'inhiber la croissance de la souche microbienne testée. Il en résulte une zone d'inhibition de croissance mesurable Figure 3.

2.4.1. Préparation du la pré culture jeune

- coulez la gélose sur une boîte pétrie ;
- attendez jusqu'à gélification ;
- prélevez une colonie de la boîte obtenue récemment (source) ;
- étalez en stries sur une nouvelle boîte pétrie ;
- enveloppez avec du parafilm ;
- mettre à l'étuve à 55° C pendant une durée qui ne dépasse pas 18 h.



Photo 05 : Culture obtenu après 18h d'incubation à 55°C.

2.4.2. Test de détection des résidus d'antibiotiques dans les œufs**A. Préparation des échantillons**

- Les 3 œufs de la même wilaya sont cassés et homogénéisés pendant 30secs à la vitesse 1 dans un bol à mixeur ;
- A l'aide d'une seringue stérile, versé dans un tube à essai 10ml du mélange d'œufs homogénéisé ;
- Placer le tube au bain-marie sur une plaque chauffante à la puissance 4 pendant 2min30secs ;
- vider le contenu du tube à l'aide d'une pince sur un plateau.
- A l'aide d'une seringue verser 10ml du mélange sur l'emporte-pièce mis dans une poêle chaude pendant 2min à la puissance 3 (la plaque chauffante est réglée à la puissance 3) ;
- Une fois cuits couper 3 disques à l'aide du bouchon du tube à essai et laisser les disques d'œufs sur une assiette pour refroidir.

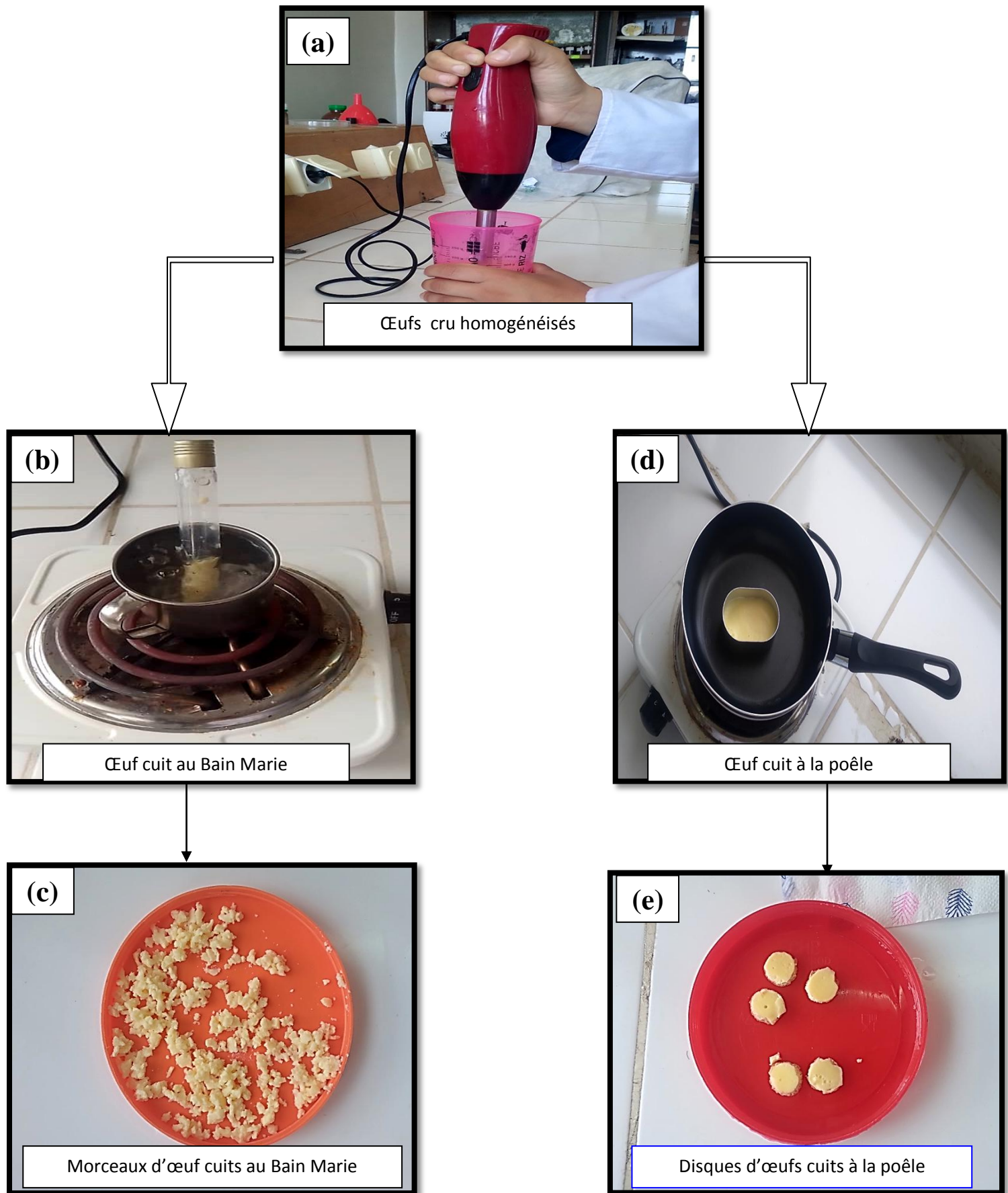


Photo 06 : Etapes de préparations des échantillons d'œufs.

B. Standardisation de l'inoculum

- A l'aide d'une anse en platine, prélever 3 à 5 colonies isolées pures et jeunes (**photo 07**) ;
- Plonger directement l'anse dans l'eau physiologique stérile (9 ml) ;
- La suspension bactérienne est ajustée soit par l'ajout de la culture s'il est moins chargé, soit avec l'eau physiologique stérile s'il est trop chargé ;
- Agiter bien ;
- Ajuster l'inoculum de façon à obtenir un trouble comparable à celui du tube 0.5 de la gamme de McFarland puis confirmer en utilisant un spectrophotomètre.

NB 01 : l'ensemencement sur la gélose MH doit être réalisé dans les 15 min qui suivent la préparation de l'inoculum.

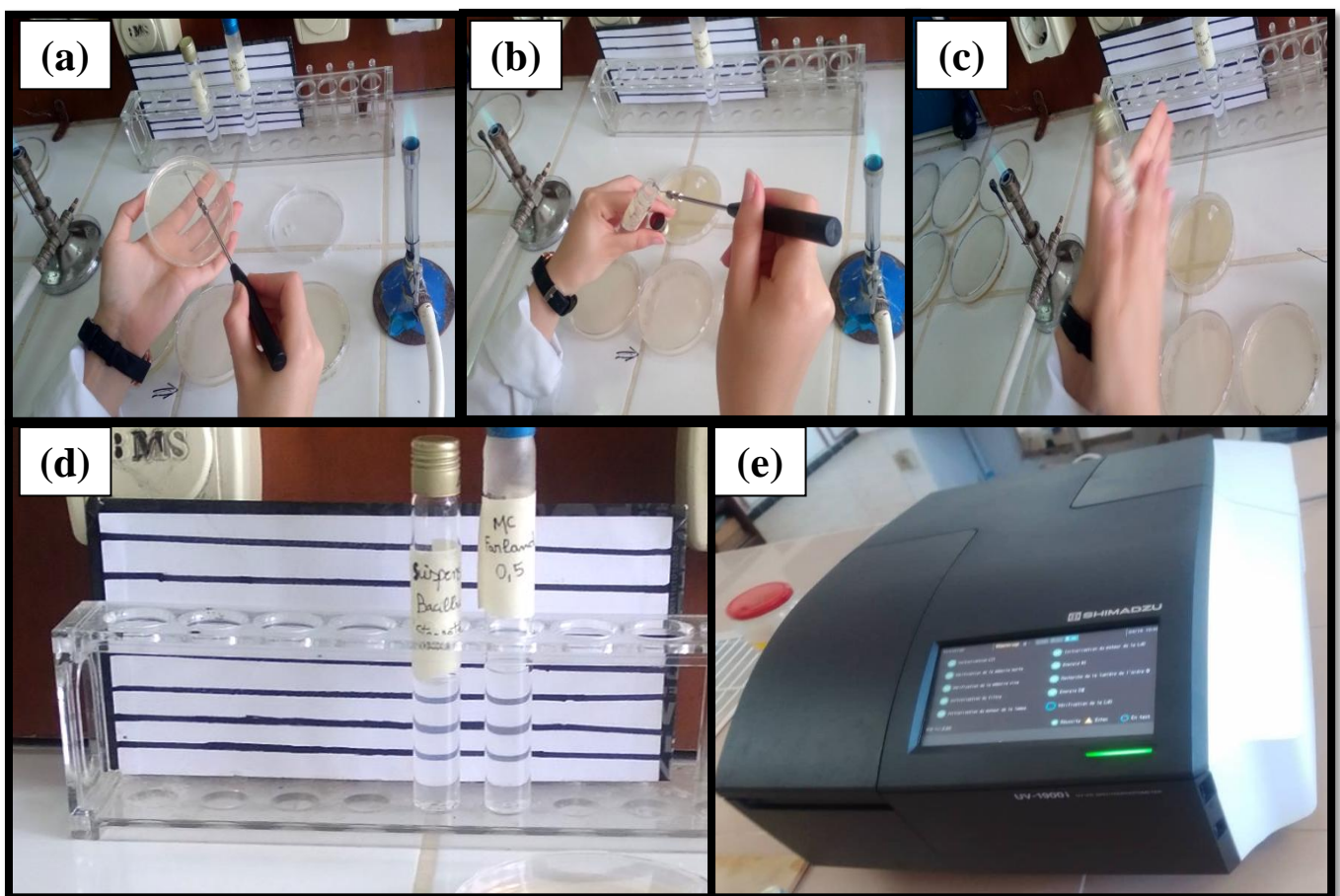


Photo 07 : Etapes de standardisation de la suspension bactérienne.

C. préparation des boîtes de Pétri

- Faire fondre, dans un bain –Marie, la gélose MH à 100°C ;
- Allumer le Bec bunsen pour crée la zone stérile ;
- Laisser refroidir à une température de 44°C pendant 10 min puis couler la gélose MH sur les boîtes pétries (verser environ 4mm épaisseur) ;
- Laisser la gélose se solidifier à l’air libre ;
- Verser 100 µl de l’inoculum sur la surface des boîtes et étaler à l’aide d’un râteau stérile refroidie (**photo 08**).

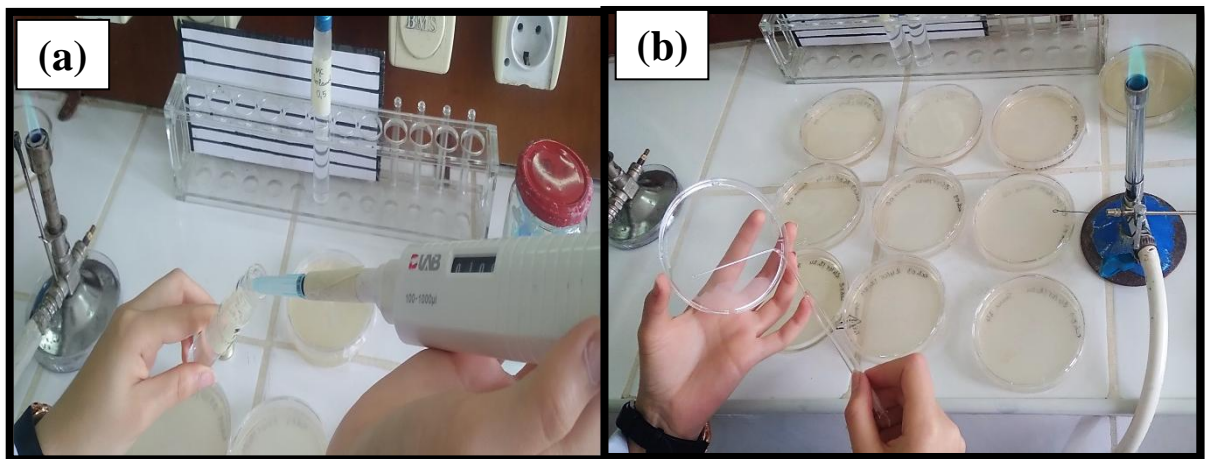


Photo 08 : Préparation des boîtes de Pétries.

- Réaliser dans chaque boîte 2 puits de 9 mm à l’aide d’un bouchon de tube à essai (respecter la distance de 2cm entre les disques et 1cm de la périphérie de la boîte) ;
 - Remplir le puit numéro 01 avec 200µl de l’œuf Cru (EC) homogénéisé(**photo 09**) ;
 - Remplir le puit numéro 02 avec les morceaux d’œufs cuit au bain marie (EBM) ;
 - Déposer le disque d’œuf cuit à la poêle (ECP)en contact ferme avec la surface de la gélose ;
 - Fermer délicatement les boîtes avec le parafilm ;
- Mettre les boîtes dans le réfrigérateur pendant 15 min pour permettre une pré diffusion ;

- Incuber les boîtes dans une étuve réglée à 55°C pendant 24h.

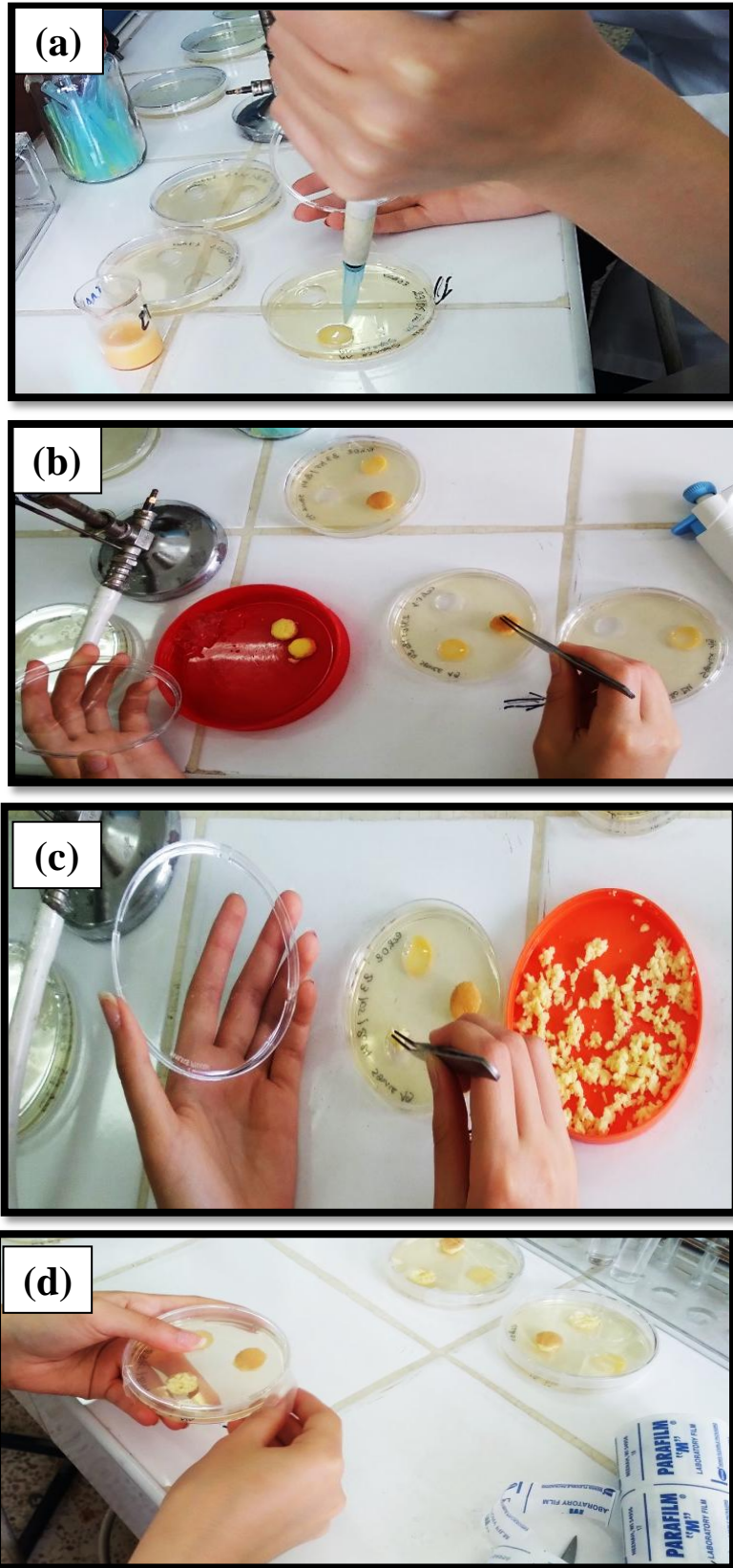


Photo 09 : Remplissage des puits et dépôts des disques.



Chapitre **II**

Résultats et discussions

1. Vérification de la pureté

La vérification de la pureté de la souche bactérienne se fait par la vérification de l'aspect macroscopique et l'aspect microscopique

1.1. Aspect macroscopique

L'aspect macroscopique de la souche de *Geobacillusstearothermophilus* est caractérisé par des colonies de taille moyenne, généralement ronde à irrégulières, et de surface lisse (**Photo 10**). Les colonies peuvent varier en taille et en forme en fonction des conditions de culture et de la souche elle-même.

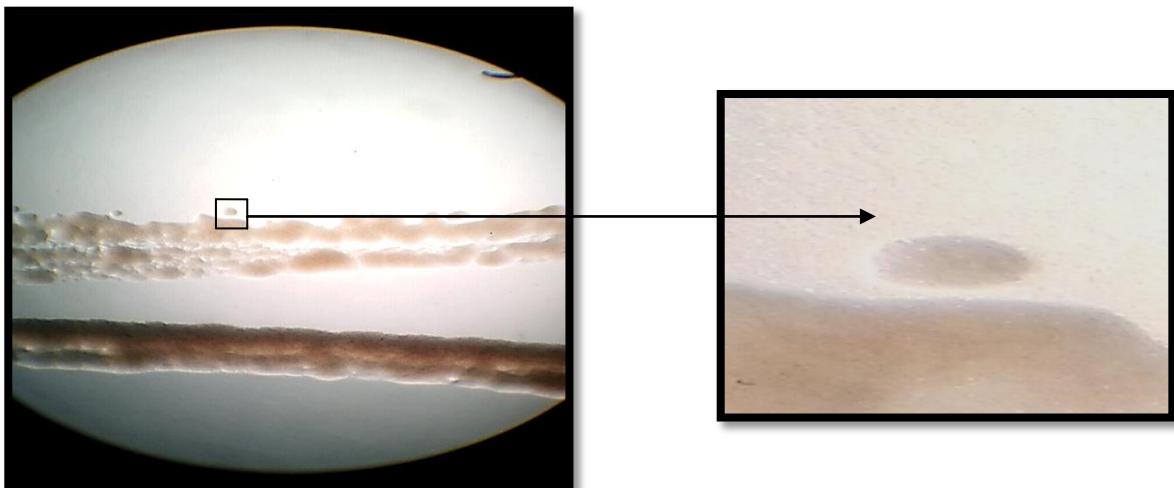


Photo 10 : Observation microscopique des colonies de *Geobacillusstearothermophilus* au grossissement $\times 40$.

1.2. Aspect microscopique

L'aspect microscopique de la souche *Geobacillusstearothermophilus* après coloration de Gram (étapes établies en Annexe 03) est caractérisé par des cellules de forme bâtonnets, régulières, Gram-positives (coloration en violet) présentés isolément ou en chaînes (**Photo 11**).

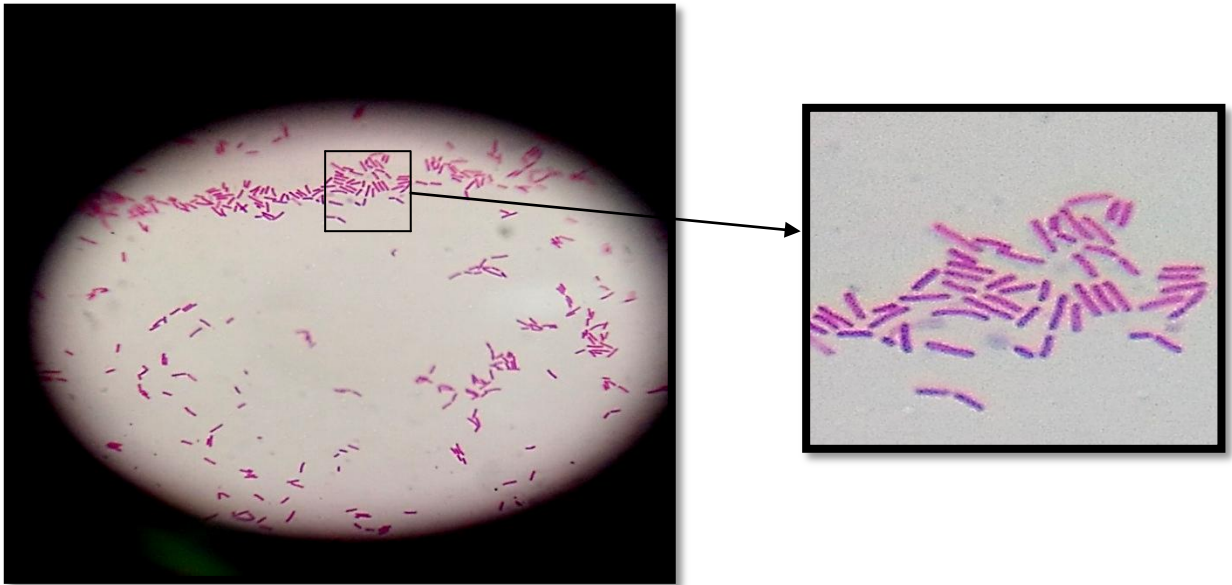


Photo 11 : Observation microscopique des cellules de *Geobacillusstearothermophilus* au grossissement $\times 100$ après coloration de Gram.

2. Témoin positif

La sensibilité aux antibiotiques s'exprime par des zones d'inhibitions au tour du disque d'antibiotique (**Photo 12**).

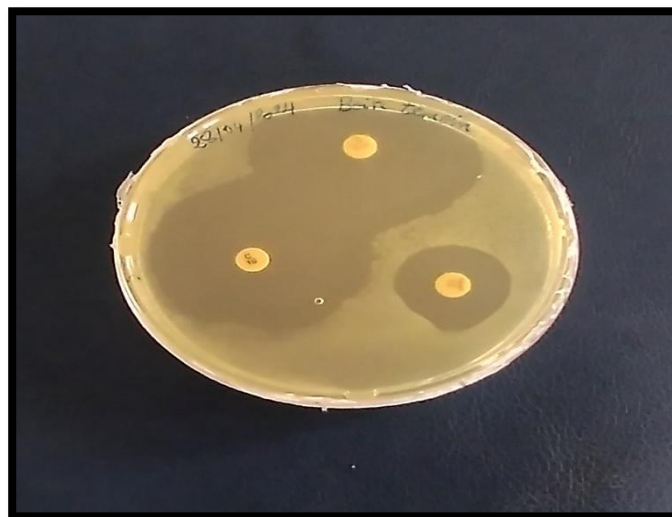


Photo 12 : Résultat de la boîte témoin après 24h d'incubation

3. Lecture des résultats

L'inhibition par les antibiotiques (présence de résidus d'antibiotique dans l'échantillon) se traduit par la formation d'une zone de couleur claire autour de chaque puits et de chaque disque appelée zone d'inhibition (**Photo 13**).

La lecture se fait à l'aide d'une règle. Les échantillons d'œufs donnant des zones d'inhibition supérieures à 8 mm de diamètre ont été considérés comme positifs et contenant des résidus d'antibiotiques .

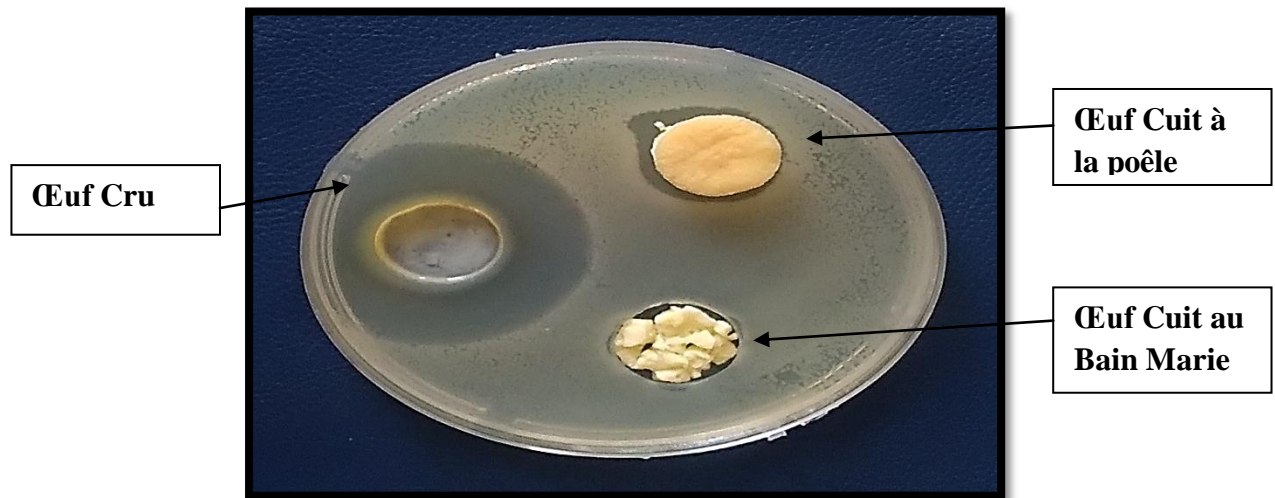


Photo 13 : Résultat obtenu après 24h d'incubation.

NB : le reste des résultats sont établies en ANNEXE04.

4. Résultats obtenus selon la région

Dans le présent travail, on a appliqué le test d'antibiogramme pour rechercher les résidus d'antibiotiques dans 45 échantillons d'œufs Cru obtenus de quatre *Wilayas*. Nos résultats démontrent que tous les œufs analysés sont positifs, c'est-à-dire contiennent des résidus d'antibiotiques (**tableau 07**). Pour une meilleure exploitation des résultats des différentes parties de ce travail on a essayé d'exprimer les données en moyenne \pm écartypes. Ces moyennes ont été comparées entre elles en utilisant un logiciel statistique (state box 2018) en se basant sur le test ANOVA.

Tableau 08: Résultats de recherche des résidus d'antibiotiques en fonction des régions analysés.

Régions	Répartition du taux de contamination	Moyenne du diamètre d la zone d'inhibition (le diamètre du puits est inclu) en (mm)
MSILA	6.66 %	40,00±0,00
SETIF	33.33 %	40,40±2,10
BEJAIA	26.66 %	35,58±0,95
BBA	33.33 %	38,00±2,09

Nous remarquons que la moyenne des zones d'inhibitions de la willaya de Sétif 40,40 mm occupe le taux le plus élevé suivie de la willaya de Msila 40,00 mm ensuite BBA 38,00 mm et en dernier lieux Bejaia 35,58 mm(**figure 11**).

Par ailleurs, l'analyse statistiques des résultats obtenus a révélé qu'il ya une différence très hautement significative ($P \leq 0,001$).

Le test de comparaison des moyennes a révélé qu'il ya deux groupes homogènes Msila, BBA et Sétif appartient au même groupe A tandis que Bejaia appartient au groupe B.

Le taux de contamination total était 99.98% c'est-à-dire que tous les 45 échantillons analysés étaient positifs , la répartition de ce pourcentage s'exprime en (**tableau 07**).

La contamination des denrées alimentaires d'origine animale par les résidus d'antibiotiques a été rapportée par de nombreuses études menées par des méthodes différentes.

Parmi ces recherches

Les résultats de cette étude ont montré la présence des résidus d'antibiotiques dans les 45 échantillons analysés (100%) sur 45 échantillons d'œufs.

Ces valeurs sont différentes de celle trouvées par l'étude de **Donkor et al. (2010)** qui ont rapporté la présence des résidus d'antibiotiques dans 15 œufs (6.8%) sur un échantillon de 200 œufs en utilisant le test sur *Bacillus Subtilis* et les recherches de **Kabir et al (2004)** dans l'Etat de Kaduna au Nigeria, ont trouvé une prévalence de 1% sur 200 œufs examinés à l'aide d'un test de l'inhibition microbienne de diffusion sur disque avec *Bacillus cereus* ATCC 11778.

En Afrique, l'étude de **Nongaet al. (2009)** menée dans la municipalité de Morogoro en Tanzanie a montré que tous les 70 œufs analysés avec le kit DelvoSP® ont été positifs à des résidus antibiotiques, et les résultats obtenus par le test de diffusion en gélose ont montré que 21,4 % des échantillons d'œufs contenaient des résidus antibiotiques. Cette augmentation relative pourrait être liée au nombre total des œufs testés (45) dans notre étude qui est inférieur comparé à l'étude menée par **Nongaet al. (2009)** qui était 70.

Au Maroc, **Kribel (1998)**, a mis en évidence la présence des résidus d'antibiotiques dans 92% des échantillons d'œufs analysés.

En revanche, **Niyibizi (2012)** rapporte des prévalences de résidus d'antibiotiques beaucoup plus fortes avec respectivement 33 % et 77 % les œufs de poule frais. Au contraire, les résultats obtenus par **Ibrahim 2016**, sur les œufs collectés dans différents points de vente dans plusieurs villes du Cameroun et analysés dans les mêmes conditions d'étude sont nettement inférieurs (15,8–17 %) au nôtre. Cette différence serait due au fait que, contrairement au Tchad, l'aviculture camerounaise est en pleine expansion ; les opérateurs emploient des vétérinaires qui assurent le suivi rigoureux des activités de prophylaxie sanitaire et médicale (**Teleu, 2008**).

Bien que les résultats de ces études soient quelque peu différents, ils montrent clairement que le problème des résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires laisse un souci pour la santé du consommateur.

Le manque d'informations et de formations des éleveurs tchadiens pourrait aussi expliquer cette prévalence. Les mesures de biosécurité ne sont pas bien connues des aviculteurs, ce qui explique qu'elles soient peu appliquées. Une insuffisance de la réglementation sur la filière avicole est observée.

Par ailleurs, on remarque ces dernières années que plusieurs enquêtes ont été effectuées sur les viandes blanches, bovins et volailles en vue de rechercher des résidus des médicaments vétérinaires tels que les résidus d'antibiotiques. Et après les recherches et les expériences réalisées, ils ont trouvé la présence des résidus d'antibiotiques dans ces viandes. Parmi ces études on cite :

L'étude de **Hakem et al.(2013)**, qui a été réalisée dans la wilaya de Tizi-Ouzou sur la viande du poulet indiquait un taux très élevé de 86.20 %. Selon **Tarzaali et ses collaborateurs(2008)**, 89,09 % des laits provenant des élevages de Blida, d'Alger, de Tipaza et de Médéa ont donné des résultats positifs lors du contrôle de résidus.

La présence de résidus d'antibiotiques dans les œufs, comme le montrent nos résultats, nous amène à envisager plusieurs raisons possibles expliquant cette prévalence.

Tout d'abord, l'utilisation des antibiotiques par les acteurs de l'élevage doit être examinée de manière approfondie. Malgré la réglementation et le contrôle des interventions des vétérinaires, l'accès et l'usage des antibiotiques par les éleveurs sont souvent libres de tout contrôle. Le fait que ces médicaments soient largement disponibles sur le marché et facilement accessibles, sans ordonnance dans de nombreux cas, entraîne une utilisation abusive et fréquente des antibiotiques, sans respect des délais d'attente (avant l'abattage) (**Kantati, 2011**).

Ainsi que la distribution d'une gamme variée de médicaments vétérinaires utilisés à toutes les occasions, sans diagnostic précis de la maladie, ce qui est d'autant plus néfaste qu'il entraîne des coûts de traitement prohibitifs, mais aussi des problèmes d'antibiorésistance.

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 garanti 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 peuvent entraîner une contamination des tissus de l'animal.

L'utilisation excessive d'antibiotiques est également attribuable à un manque général d'hygiène. Pour prévenir les infections, qui peuvent avoir des répercussions sur le rendement et la santé des animaux (**Kebir, 2016**).

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 N 2004**, dévoile que les poulets abattus avant 45 jours présentent un risque plus élevé de résidus dans leurs viandes (15,39%) que ceux abattus à partir de 45 jours (13,82%).

Aussi, le niveau élevé de contamination des viandes blanches confirme l'usage anarchique et sans respect des délais d'attente des substances antibactériennes en aviculture (**Kebir, 2012**). Il est à noter que, les éleveurs 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.

Dans notre étude, aucun échantillon n'a été négatif. Cela pourrait être dû à l'utilisation d'antibiotiques à des concentrations élevées, détectables même par des méthodes qualitatives. Nos résultats montrent également que la contamination des résidus d'antibiotiques était très élevée dans les wilayas de Msila, Sétif et BBA que dans la wilaya de Bejaia ceci peut s'expliquer par plusieurs hypothèses ;

- Ces wilayas ont été déjà touchées par les gripes aviaires. En 2014, 80% de poulets de chair et 60% de poules pondeuses des producteurs avicoles de plusieurs communes de la wilaya de Bordj Bou Arreridj ont été décimés par la maladie de Newcastle, a-t-on appris auprès de la direction des services agricoles (DSA). Cette infection a été enregistrée dans cinq foyers. (**Anonyme 2024**)

- En 2021 la wilaya de Sétif a été touchée par un virus qui a décimé plus de 30 000 poules. Le virus aurait touché plus de volailles. Un éleveur avicole de la wilaya de Sétif a enregistré une perte de 4 000 poules à la fois. Ce chiffre, s'ajoute aux 25 000 autres qui ont été décimées, apparemment par le même virus. (**Anonyme, 2024**)

Selon l'**organisation mondiale de la santé animale (WOAH)**.(2021), un virus de grippe aviaire a été découvert dans un foyer de H5N1 (hautement pathogène) dans un élevage de volailles dans la wilaya de Médéa et dans la wilaya de Batna. Quand on regarde la carte géographique ci-dessus (**Figure11**), on remarque que la wilaya de Msila se situe dans une

zone menacée par les gripes aviaires, également située aux frontières avec les wilayas récemment infectées par l'épidémie (Médéa et Batna).

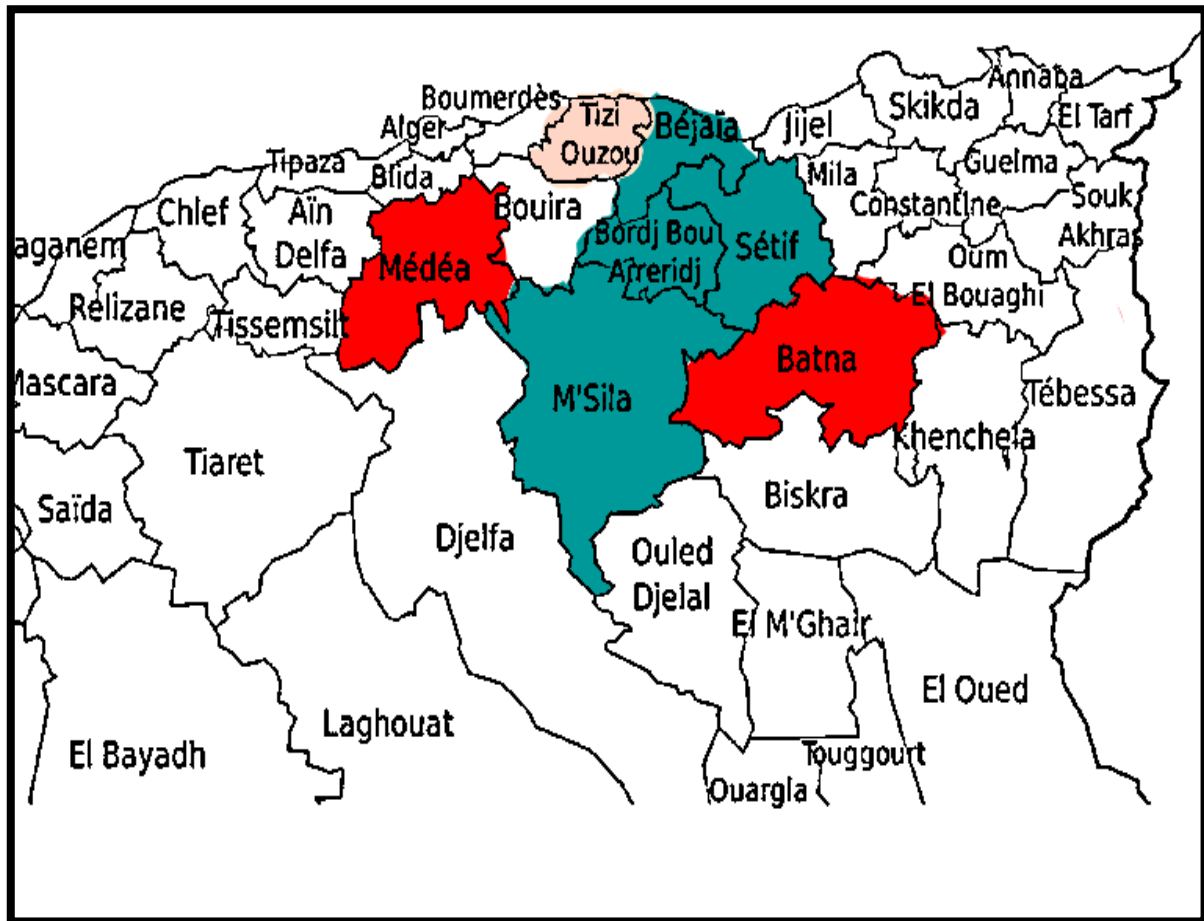


Figure11 : Carte géographique des wilayas touchées par les gripes aviaires.

Par ailleurs, le ministère de l'Agriculture et du Développement Rural a annoncé dans un communiqué, la mise à disposition de plus de 20 millions dose de vaccin contre la grippe aviaire, qui vise à assurer l'ensemble des opérations dans la filière production œufs et de viandes blanches (Anonyme., 2024)

Cependant, les deux régions Setif et Borj Bou Arreridj sont situées aux frontières avec la wilaya de Bejaia,(figure,11),ce qui a conduit les éleveurs de cette wilaya à utiliser les antibiotique dans un but préventif.

Il est probable que les éleveurs de la wilaya de Bejaia respectent le délai d'attente beaucoup mieux que les éleveurs des autres wilayas et utilise moins d'antibiotiques.

D'une autre part, la willaya de Bejaia est connue de l'élevage traditionnel des animaux. Les éleveurs adoptent des mesures de biosécurité pour prévenir les maladies, réduisant ainsi la nécessité d'antibiotiques.

Selon **Batie(2018)**, l'amélioration des mesures de biosécurité est considérée comme l'une des cinq premières mesures pour réduire l'utilisation d'antibiotiques. Les éleveurs traditionnels utilisent souvent des aliments et des environnements naturels, réduisant ainsi la nécessité d'antibiotiques pour traiter les maladies liées à la nutrition.

Il faut noter que les volailles sont caractérisées par leur statut immunitaire fragile, qui nécessite à titre préventif la consommation importante des antibiotiques surtout durant la saison des pluies, et la période d'équinoxe de printemps les poulets sont à risque d'infection, car les conditions d'hygiène se détériorent encore plus dans des installations inadaptées, avec une forte humidité ambiante, une ventilation insuffisante et des risques d'inondations dans certaines exploitations (**Bada-Alamedji et al., 2004**). Dans notre étude, les échantillons ont été collectés pendant la saison d'équinoxe de printemps. Par conséquent, il est probable que les éleveurs aient utilisé davantage d'antibiotiques pour faire face à ce problème (**Hakemetal., 2013**).

Ces résultats voudraient donc dire, que la présence de résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires d'origine animale est un problème bien réel et probablement généralisé dans notre pays, causé essentiellement, comme cela a été ultérieurement expliqué, par l'utilisation anarchique des antimicrobiens, le non-respect des protocoles thérapeutiques lors d'une antibiothérapie (le plus souvent appliquée par l'éleveur lui-même) et par le fait que le côté matériel prenne le dessus sur la sécurité alimentaire du consommateur, soit par choix, soit le plus souvent par ignorance et manque de sensibilisations quant aux lourdes conséquences engendrées par la présence de résidus d'antibiotiques dans l'alimentation humaine.

5. Résultats obtenus en fonction de l'état de l'œuf

Dans cette étude, après avoir détecté des résidus d'antibiotiques dans tous les échantillons d'œufs crus analysés, nous avons examiné l'effet du traitement thermique sur la persistance de ces résidus. A cet effet, deux méthodes de cuisson ont été utilisées : l'ébullition, ou cuisson au bain-marie (CBM), et la cuisson à la poêle (CP). Étant donné qu'à ce jour, nous ne disposons d'aucune donnée bibliographique sur l'impact de la chaleur sur les résidus

d'antibiotiques dans les œufs cuits, nous avons soumis les échantillons positifs à des tests thermiques afin d'évaluer :

- L'effet de la température sur ces résidus.
- Leur activité inhibitrice à l'aide de la méthode microbiologique de diffusion en milieu gélosé.

Les résultats obtenus sont mentionnés dans le **tableau 08**

Tableau 09: Résultats de recherche des résidus d'antibiotiques en fonction de l'état d'échantillon crus et cuits (cuisson a la poêle +cuisson au bain marie).

Etat des échantillons	Taux de contamination	Moyenne de la zone d'inhibition en (mm) (diamètre du disque et puit inclus en (mm))
Etat cru	91.40 %	38,49±1,28
Etat cuit	46.85 %	21,11±0,91

Nous remarquons que la moyenne des zones d'inhibitions des échantillons à l'état cru est plus élevée que celle des échantillons à l'état cuit

Il est a noté que la moyenne des zones d'inhibitions des échantillons cuits (21,11 mm) a un diamètre inférieure à celui de la zone produite par les échantillons crus (38,49 mm), donc l'effet inhibiteur à l'état cru est plus important. Les zones se rétrécissent et l'effet inhibiteur diminue après la cuisson.

Par ailleurs, l'analyse statistiques des résultats obtenus a révélé il y'a une différence très hautement significatifs ($P \leq 0,001$) entre les deux états. Ces résultats sont représentés dans le (**tableau 09**).

Le test de comparaison des moyennes a relevé que il y'a deux groupes homogènes état cru appartient au groupe A et état cuit appartient au groupe B.

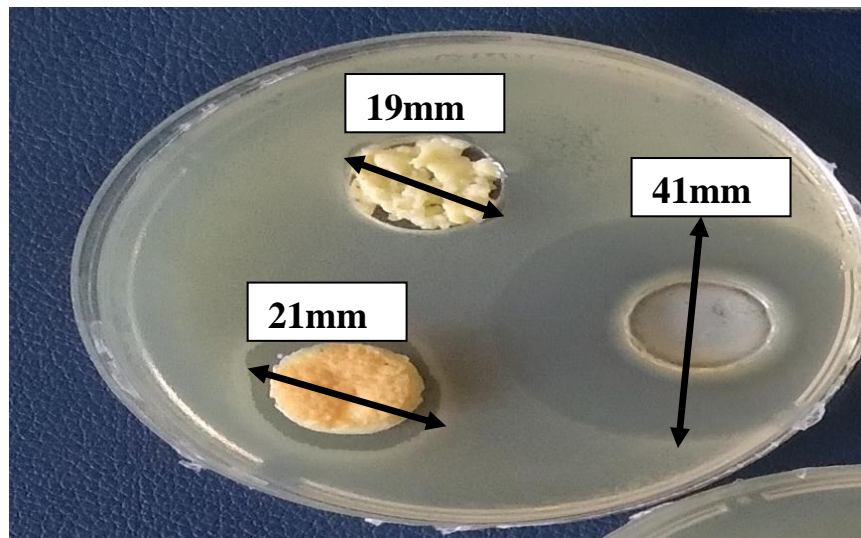


Photo 14 : Diamètres des zones d'inhibitions à l'état cru et à l'état cuit (CBM et CP).

- Etat cru (41 mm)
- Etat cuit à la poêle (21 mm)
- Etat cuit au bain marie (19 mm)

L'effet de la cuisson sur les résidus d'antibiotiques a été reporté par quelques études dans les produits d'origine animale.

L'étude de l'effet de la chaleur sur les résidus d'Oxytétracycline (OTC) dans la viande de poulet a été étudié par plusieurs auteurs mais leurs conclusions sont souvent éparées et même contradictoires :

Le résultat de **Van Egmond et al. en 2000** montre qu'une procédure de cuisson à 130° C pendant 20 minutes provoque la destruction de (53%) des résidus d'antibiotique. **Nguyen** et ses coéquipiers (**2014**) ont trouvé que la cuisson à 100 °C durant 15 minutes réduit la teneur de la viande en OTC de 43%. Ces constats sont similaires aux résultats de notre travail.

D'après **Ibrahim et Moatsen 1994**, la cuisson pendant plus de 30 minutes à 100 °C dégrade les résidus d'OTC totalement. Par contre, selon **Abou-Raya et al, (2013)** les résidus d'OTC sont thermiquement instables et une cuisson convenable de la viande à plus de 140 °C pendant 20 minutes peut écarter le danger et risque d'apparition des produits de dégradation qui sont plus toxique que la molécule mère.

Cependant il faut noter que la destruction de la molécule d'antibiotique dépend de plusieurs facteurs, à savoir : du type, le PH d'antibiotique, la durée de chauffage et la nature de l'aliment et le taux d'antibiotiques (**Lederer, 1986**).

Il existe une grande disparité dans la répartition des antibiotiques entre les différentes parties de l'œuf, notamment entre l'albumen et le vitellus. Cette variation s'explique par la composition très différente de ces deux constituants de l'œuf, ainsi que par les différences dans leurs lieux de formation (l'ovaire pour le vitellus et l'oviducte pour l'albumen) et la durée de leur accumulation. C'est pourquoi nous avons procédé à l'homogénéisation avant de réaliser les tests. Par conséquent, une étude plus approfondie est nécessaire pour confirmer ou infirmer notre hypothèse.

6. Résultats obtenus en fonction du type de cuisson

Tableau 10 : Résultat de recherche des résidus d'antibiotiques en fonction du type de cuisson.

Type de cuisson	Taux de contamination	Moyenne des zones d'inhibition (diamètre du disque et puit inclus en (mm))
Cuisson a la poêle	45.66 %	21,02 ± 0,97
Cuisson au Bain Marie	48.04 %	21,19 ± 2,26

Nous remarquons que la moyenne des zones d'inhibitions des échantillons à l'état cuit au Bain Marie est légèrement élevée que celle des échantillons a cuit à la poêle.

Par ailleurs, l'analyse statistiques des résultats obtenus a relevée qu'il n'y a pas de différence significatif entre les deux états. Ces résultats sont représentés dans le (**tableau 09**)

Le test de comparaison des moyennes a relevé qu'e il y'a un seul groupe homogène ou les deux états de cuisson appartiennent au même groupe.

L'effet des deux types de cuisson sur les résidus d'antibiotiques a été reporté par quelques études dans les produits d'origine animale par exemple ;

Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par *Nashwa (2012)* ; *Kühne et al. (2001)* et *Javedi (2011)* qui ont rapporté que l'ébullition diminuait significativement les niveaux résiduels d'OTC dans la viande de dindon. Ainsi, la chaleur pourrait avoir un effet destructeur sur la structure cyclique des tétracyclines.

Dans la cuisson au bain-marie l'eau absorbe de l'énergie sous forme de chaleur, ce qui entraîne une élévation de la température de l'eau jusqu'à 100° C. Quand l'eau se met à bouillir, l'énergie absorbée permet le changement d'état à température constante. Une fois le changement d'état terminé, l'énergie absorbée entraîne de nouveau une hausse de la température, jusqu'à l'équilibre thermique, cette chaleur sera transférée à l'aliment et conduit à sa cuisson ce type de cuisson dépend de la durée, dans notre cas la température et la durée ont été fixées pour tous destruction partielle des résidus d'antibiotiques.

Abou-Raya et al. 2013 ont relevé que la cuisson au Bain-marie à 100°C pendant 40min détruit 44-85% des résidus de Tétracyclines dans la viande de la poule.

Une étude réalisée par **Gergis-Aida (1998)**, sur l'effet du traitement thermique comme l'ébullition a démontré que ce dernier diminuait la concentration des résidus d'antibiotiques ou bien induisait une inactivation de ces dernières en fonction du degré de température et du temps d'exposition.

Dans la cuisson à la poêle, la destruction partielle des antibiotique peut être due aux échantillons mis au contact direct avec la poêle en fonte qui a comme particularité d'accumuler la chaleur et de la conserver ceci permet d'augmenter la surface d'exposition à la chaleur et conduit ainsi à la destruction des résidus antibiotiques. Nos résultats sont en accord avec l'étude de (**Sylvie Clerjon, 2023**) qui a été réalisé pour le but d'étudier de manière systématiques l'indice modulatrice de la cuisson à la poêle sur les principaux contaminants chimiques susceptibles d'être retrouvés dans la viande. Les résultats observées montrent que la teneur de certains antibiotiques après cuisson intense peuvent être diminuées jusqu'à 55 %.

Par contre nos résultats sont en désaccord avec ceux obtenus par *Moats (1999)* et *Gehan (1991)*, qui a mentionné que les procédés ordinaires de cuisson de la viande de la poule ne pouvaient pas inactiver même les composés les plus sensibles tels que la Pénicilline et la Tétracycline.

La cuisson des aliments avant leur consommation présente plusieurs avantages importants. En effet, la cuisson est une pratique millénaire qui influence significativement la composition nutritionnelle et la digestibilité des aliments. Elle rend les aliments comestibles et sains, et facilite leur digestion et leur mastication.

Les méthodes de cuisson peuvent réduire partiellement les résidus d'antibiotiques présents dans les aliments, mais elles ne sont pas fiables pour éliminer complètement ces résidus dans les œufs de poule.

En Algérie, les œufs sont largement consommés en raison de leur haute valeur nutritionnelle et de leur utilisation variée dans la gastronomie locale. Ils sont consommés fréquemment, souvent plusieurs fois par semaine, car ils constituent une source de protéines moins coûteuse que la viande.

Bien que la cuisson des œufs soit généralement plus sûre que leur consommation crue, certaines préparations culinaires, comme la mayonnaise, les crèmes pâtisseries, les sauces maison et certains desserts, nécessitent l'utilisation d'œufs crus. Cela pose un problème potentiel en termes de sécurité alimentaire.

Pour minimiser les risques liés aux résidus d'antibiotiques, il est crucial de respecter les réglementations en matière de délais d'attente. Cependant, ce délai est souvent difficile à respecter pour les producteurs, qui cherchent à maximiser leur exploitation et leurs ventes. Par conséquent, il est nécessaire que l'État intervienne non seulement pour contrôler la vente des produits mais aussi pour réguler l'utilisation des médicaments vétérinaires. Une telle intervention permettrait de réduire les risques associés aux résidus de médicaments vétérinaires dans les produits d'origine animale.



Conclusion et perspectives

Les matrices alimentaires d'origine animale (lait, viande, œufs, poisson, miel, etc.) sont susceptibles de contenir des résidus de médicaments vétérinaires et plus particulièrement des antibiotiques, suite à des traitements préventifs ou curatifs sur les animaux.

Aujourd'hui, la qualité des produits alimentaires est devenue un impératif. Le consommateur moderne s'intéresse à la qualité des aliments qu'il consomme. Il désire que le produit alimentaire lui procure de bonnes sensations sur le plan gustatif, lui apporte les éléments nutritifs nécessaires ne présente aucun risque pour sa santé. Le consommateur se préoccupe donc de plus en plus de la sécurité sanitaire des aliments.

L'objectif principal de ce travail est la recherche des résidus d'antibiotiques pouvant être présents dans les œufs de consommation et voir l'effet de la cuisson sur ces derniers.

Les résultats obtenus indiquent clairement la forte contamination de nos échantillons d'œufs par les résidus d'antibiotiques, avec un pourcentage de **91.40 % dans l'œuf Cru et 46.86% dans l'œuf cuit**. Cela peut s'expliquer par l'utilisation intensive et abusive de médicaments vétérinaires et le non-respect des délais d'attentes. Il est important de porter une attention particulière à l'utilisation des antibiotiques notamment sur le respect de ce délais

Il convient de s'interroger sur les risques qu'encourent le consommateur vis-à-vis de cette présence qui peut conduire à des conséquences néfastes sur sa santé. Il est nécessaire de sensibiliser les éleveurs, producteurs et vétérinaires des dangers liés à la présence des résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires à travers des campagnes de sensibilisation.

Par conséquent, il est urgent que tous ceux qui sont impliqués dans le geste thérapeutique prennent conscience de ce problème et contribuent chacun de son côté et faire face à ce danger et prendre des mesures et agir rapidement pour améliorer la situation et protéger les consommateurs.

Recommandations et perspectives :

Vu les résultats obtenus dans notre étude et les conséquences néfastes sur la santé humaine, il semblerait que cela suscite un certain nombre de recommandations qui s'adressent aux pouvoirs publics, aux vétérinaires, aux éleveurs et aux consommateurs.

Les pouvoirs publics doivent :

- Exercer leur rôle en réglementant 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.
- La mise en pratique des normes en matière de résidus par des structures qualifiées.
- Réglementer les conditions d'utilisations des antibiotiques comme en Europe ou celle-ci n'est autorisée que sous certaines conditions pour les animaux destinés à la consommation.
- Mettre en place un programme national de contrôle permanent de la qualité des aliments d'origine animale tels que les œufs.

Les éleveurs doivent :

- Etre sensibilisés sur les dangers que présentent les résidus d'antibiotiques.
- Respecter les délais d'attente prescrits.
- Respecter les règles de bonnes pratiques d'élevage (B.P.E).

Les vétérinaires : prescripteurs des médicaments

- Il convient d'imposer à leur direction une plus grande rigueur à la prescription des médicaments et en sensibilisant à la base les éleveurs sur les règles à respecter pour une utilisation raisonnée des antibiotiques.

Les consommateurs :

- Doivent être informés et refuser les pratiques susceptibles de nuire à leur santé.
- Etre vigilant en s'informant sur les risques associés aux résidus dans les denrées alimentaires.

Quelques solutions proposées pour réduire les résidus d'antibiotiques présents dans les œufs :

- S'assurer de bien cuire les œufs , et remplacer les œufs crus par les œufs cuits dans quelques préparations (Mayonnaise, crèmes..).
- Evite l'utilisation de l'huile pour la cuisson des œufs, car cette dernière forme une couche séparatrice entre la matrice et la poêle qui empêche la chaleur d'atteindre les résidus d'antibiotiques présent dans l'œuf.



Références bibliographiques

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) *Revus Médecine Vétérinaire*, 156 (5), 264-268.
2. **Abou-rya S., Shalaby A., Salama N., Emam W., etMehaya F. (2013).** Effect of Ordinary Cooking Procedures on Tetracycline Residues in Chicken Meat, *Journal of Food and Drug Analysis*, Vol. 21, p 80-86.
3. **Alloui, (2006).** Polycopie de zootechnie aviaire. Département vétérinaire. Université deBATNA.p60.
4. **Alloui N., 2011.** Situation actuelle et perspectives de modernisation de la filière
5. avicole en Algérie. 9èmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, France, 29 et
6. 30 Mars 2011.
7. **Anonyme 1, (2019).**Règlement du parlement européen et du conseil,2019.
8. **Anonyme 1,(2024).** **Algérie presse service**, publier le Dimanche, **27 Novembre (2022)**
13 :34site web : <https://www.aps.dz>
9. **Anonyme 1 ,(2024) .Amine Ait, (Algérie 360 le 29 mars 2021).**site web :<https://www.algerie360.com>
10. **André F. (2003).** Interpretation of EC testing requirements as described in Directive 96/23. Communication. Pretoria, 93 diapositives In : Mensah S.E.P., O.D. Koudande, P. Sanders,
11. **Anonyme 4, (2003).**Dictionnaire des médicaments vétérinaires. Édition point vétérinaire.
12. **ANSES (2021).**Antibiorésistance des bactéries zoonotiques et commensales isolées chez les animaux producteurs d'aliments et leurs denrées : Bilan de surveillance 2014-2020. 2021.
13. **APS, (2018).** Algérie presse service. Filière avicole : la production nationale en viande blanche a atteint 5.3 de quintaux en 2017 [en ligne]. Disponible sur : <http://www.aps.dz/economie/78279-filière-avicole-la-production-nationale-en-viande-blanche-a-atteint-5-3-millions-de-quintaux-en-2017>. [consulté le 13 février 2020].

14. **BadaAlambedji, R., Cardinal, E., Biagui, C., Akakpo, A. J. (2004).** Recherche de résidus de substances à activité antibactérienne dans la chair de poulet consommée dans la région de Dakar (Sénégal). Bulletin de l'Académie vétérinaire de France, 157(2), 67-70.
15. **Batie Chloé (2018).** Perception des risques liés à l'utilisation des antibiotiques dans les élevages de porcs et de volailles de la commune d'Imerintsiatosika à Madagascar. Médecine vétérinaire et santé animale. Dumas- 04538816.
16. **Bochaton C., R. S., Roubille R. (1997).** Les aminoglycosides. In Lyon Pharmaceutique.
17. **Boultif L. (2009).** Optimisation des paramètres de détection et de quantification des résidus d'antibiotiques dans le lait par chromatographie liquide haute performance (HPLC). Mémoire de magister en médecine vétérinaire. Université de Constantine, 125 pp.
18. **BOUMRAR M. 2005.** Etude technico-économique de quelques élevages privés de poulettes
19. démarrées au sol dans la région de Tizi-Ouzou. P30
20. **Boutrid, S. (2019).** Recherche des résidus de médicaments vétérinaires dans les denrées alimentaires d'origine animale [Thèse doctorat]. Université de Batna 2.
21. **Bibbal ,2012.** La structure interne de l'œuf (<http://les-œufs-et-les-ovoproduits.html>)
22. **Catalogue No. TM50-TM60, (2002).** McFARLAND STANDARD. https://www.dalynn.com/dyn/ck_assets/files/tech/TM53.pdf
23. **Chardon H, Brugère H., (2014).** Usages des antibiotiques en élevage et filières viandes Cahiers SÉCURITÉ SANITAIRE SANTÉ ANIMALE, 43p.
24. **Chardon Helene et Brugere Hubert, (2014).** Usages des antibiotiques en élevage et filières viandes. Centre d'information des viandes, p 9-13, 17. www.civ-viande.org visité le 19 Août 2015.
25. **Chataigner B, Stevens A., (2005).** Investigation sur la présence de résidus d'antibiotiques dans les viandes commercialisées à Dakar.
26. **COIMBRA J SR, GABAS AL, MINIM LA, EDWIN E, ROJAS G, TELIS V R N,**

- TELIS-ROMERO 2005. Density heat-capacity and thermal conductivity of liquid eggproducts. Journal of food engineering. P : 74.*
- 27. Commission européenne (CE) (2010).**Règlement (UE) n° 37/2010 de la Commission du 22 décembre 2009 relatif aux substances pharmacologiquement actives et à leur classification en ce qui concerne les limites maximales de résidus dans les aliments d'origine animale. Journal officiel de l'Union européenne, L 15, 1^{er}72.
- 28. Ciqual et Anses.(2013).** Composition nutritionnelle des aliments [https:// pro.anses.fr/table_ciqual/ PMN0103E01.htm](https://pro.anses.fr/table_ciqual/PMN0103E01.htm).
- 29. Delaby M. (2017).**Œufs contaminés Un autre insecticide découvert. site web <https://www.quechoisir.org/actualite-oeufs-contamines-un-autre-insecticide-decouvert-n45936/>
- 30. Donkor E.S., Mercy Newman J., Sammy Tay C.K., Nicholas Dayie T.K.D., Bannerman E., Olu-Taiwo M., (2010).** Investigation into the risk of exposure to antibiotic residues contaminating meat and egg in Ghana. Food Control 22 (2011) 869-873p.
- 31. Donkor E.S., Newman M.J., Tay S.C.K., Dayie N.T.K.D., Bannerman E. and OluTaiwo M. (2011).** Investigation into the risk of exposure to antibiotic residues contaminating meat and egg in Ghana. Food Control, 22, 869-873.
- 32. Dougherty T.J. & Gucci M.J. (2012).** Antibiotic Discovery and Development. Edition: 1, Chapter: 22, Publisher: Springer US, pp. XVII, 1127.
- 33. Dréano Estelle (2022).** Utilisation des farines de plumes en alimentation animale : impact de la présence des antibiotiques. Médecine humaine et pathologie. Université de Rennes, Français. 2022REN1B052ff. tel-04041400f
- 34. F.A.O., 2019.** *Division de la production et de la santé animales de la F.A.O.*
- 35. FAOSTAT., 2021.** *Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.*
- 36. Fourmont D., 1982.** *Les fientes de volailles déshydratées utilisées dans l'alimentation des ruminants, thèse de doctorat vétérinaire, université Claude Bernard, Lyon, 203 pages.*

37. **Form G. (2003).** Les résidus inhibiteurs dans le lait. Évolution des méthodes de détection. Facteurs de risque en région Rhône-Alpes. Thèse de doctorat en médecine vétérinaire, Université Claude Bernard-Lyon 1, 102 pp.
38. **FROHLICH E., WECHSLER B., KEIL N., KELLER L., 2004.** *Manuel de contrôle, protection des animaux, poules pondeuse.4-7.sing Systems. Ed. Flock D. LohmannInformation 42(2) : 14R24*
39. **Gergis-Aida F. (1998).** Tetracycline residues in broiler carcasses. Beni-Suef Vet. Med. Res., 3: 159-172.
40. **Hadef, L. (2009).** Optimisation des paramètres de détection et de quantification par chromatographie liquide haut performance (HPLC) résidus d'antibiotiques dans la viande. Mémoire Magister.
41. **HAKEM, A., Titouche, Y., Houali, K., Yabrir, B. et al. (2013).** Screening of antibiotics residues in poultry meat by microbiological methods. Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine, 70(1), 77- 82.
42. **Ibrahim. A. et Moats. W.A. (1994).** Effect of cooking procedures on oxytetracycline residues in lamb muscle. J. Agric. Food Chem (42).p 2561-2563.
43. **ITAVI., 2020.** *Situation du marché des œufs et ovoproduits. Edition avril 2020 PP 4*
44. **INRAP ,1989 .** *Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. p 236.*
45. **Javedi A., (2011).** Effect of roasting, boiling and microwaving cooking method on Doxycycline residues in edible meats of poultry by microbial method. African Journal of Pharmacy and Pharmacology Vol., 5 (8): 1034-1037.
46. **Jumaa S. &Karaman R., (2015).** Antibiotics. Edition: 1, Chapter: 2, Publisher: Nova Science Publishers, pp. 41-73.
47. **Kabir J, Umoh V, Audo-okoh E, Umoh JU, Kwaga JKP, (2004).** Veterinary drug use in poultry farms and determination of antimicrobial drugs residues in commercial eggs and slaughtered chicken in Kaduna state. Nigeria. F.C.V. 15.P 99-105.

48. **Kabir J., Umoh V.J., Audu-Okoh V.J E., Umoh J.U., Kwaga J.K.P., (2004).** Veterinary drug use in poultry farms and determination of antimicrobial drug residues in commercial eggs and slaughtered chicken in kaduma state, Nigeria. *Food Control* 15 (2004)99-105p.
49. **Kaci A. (2015).** La filière avicole algérienne à l'ère de la libération économique. *Cah. Agric.*, 24 (03) : 151-160.
50. **Kantati, Y.T. (2011).** Détection des résidus d'antibiotique dans la 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.
51. **KEBIR ,A.2016).**Les résidus d'antibiotiques: de l'étable à la table. Mostaganem. Site web <https://www.dcwmostaganem.dz/sites/default/files/Communications/cons-16/kebir.pdf>
52. **KEBIR, N. E. (2012).** Recherche des résidus antibactériens dans les denrées alimentaires. Mémoire Magister, Université Ibn Khaldoun-Tiaret, Algérie.
53. **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. *Egypt Public Health Assoc.*, 85 (5-6): 297-316.
54. **Kribel I. (1998).** Résidus de nitrofuranes dans la viande de poulet et les oeufs. Thèse : Méd. Vét., IAV Rabat.
55. **Kühne M., Komer U. & Wenzel S., (2001).**Tetracycline residues in meat and bone meals. Part 2: the effects of heat treatments on bound tetracycline residues. *Food Addit.Contam.*, 18 (7) : 593-600.
56. **Laurentie M., Sanders P. (2002).** Résidus de médicaments vétérinaires et temps d'attente dans le lait *Bulletin des Groupements Techniques Vétérinaires*, 15, 197-201.
57. **Le ministère du commerce et de la promotion des exploitations (2017).** Site web<https://www.commerce.gov.dz/media/reglementation/source/doc-annexes/additifs-alimentaires/fr/annexei-arrrt20-06-2016fr.pdf>
58. **Lederer J. (1986).** Encyclopédie modern de l'hygiène alimentaire. Paris –Nauwelaerts.

59. **MADR., 2003.** Rapport national sur les ressources génétiques animales : Algérie.
60. Alger : INRAA.
61. **MADR., 2012b.** Avant-projet d'une charte de qualité et pacte de croissance encadrant et engageant les activités des professionnels de la filière avicole pour la structuration et la modernisation de l'aviculture nationale. [pdf]
Disponible sur : www.minagri.dz/pdf/Divers/CHARTE.pdf.
62. **Martens, K., Bain, M., Perianu, C., De Baerdemaeker.,Decuypere.,E, et Bart de Ketelaere. (2010).** Qualité physico-chimique de l'œuf de consommation. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J.L. Thapon, eds. 2010. Science et technologie de l'œuf. Paris: Tec et Doc Lavoisier. p.273-275.
63. **Mensah S.E.P., O.D. Koudande, P. Sanders, M. Laurentie, G.A. Mensah et F.A. Abiola (2014).** Résidus d'antibiotiques et denrées d'origine animale en Afrique : risques de santé publique. Revue scientifique et technique de l'Office internationale des Epizootiques, 33 (3), 1-16.
64. **Musabimana KagajuF., 2005** *Consommation et commercialisation des oeufs à Dakar*
65. (Sénégal) *Th : Méd. Vét. : Dakar; 36.*
66. **Ministère de l'Agriculture et de Développement Rural (2006).** Liste des antibiotiques utilisés en thérapeutiques aviaires homologuées en l'Algérie.
67. **Miranda JM, Anton X, Redondo-Valbuena C, Roca-Saavedra P, Rodriguez JA, Lamas A, et al. (2015).** Egg and Egg-Derived Foods: Effects on Human Health and Use as Functional Foods. *Nutrients*. 7:706-29.*
68. **Mississauga. (12 septembre 2019).** Gentamicin(E). Monographie de produit de Gentamicin(e).
69. **Moats W. A. (1999).**The effect of processing on veterinary residues in foods. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 459: 233–241.
70. **Morin R., Uhlund C. & Lévesque G. (2005).** L'utilisation des antibiotiques en pisciculture au Québec. *Aquicole*, 9 (3): 06.

71. **Nashwa M.Z., (2012).** Seasonal variation of antibiotic residues in some slaughtered animal. Ph.D. of Vet. Med. Sciences, Dept. of food control, Zagazig University.
72. **Nguyen V.H., Nguyen V.T., Li C. et Zhou G.H. (2014).** The degradation of oxytetracycline during therma-treatments of chicken and pig meat and the toxic effects of degradation products of oxytetracycline on rats.J foodSciTechnol. Sans pagination.
73. **Niyibizi B. (2012).** Etude préliminaire sur l'utilisation des antibiotiques dans les élevages de poules pondeuses de la région de Dakar et la présence de résidus d'antibiotiques dans les œufs. Mém. Master, Dakar, Sénégal, 31 p.
74. **Nonga H. E., Simon C., Karimuribo E. D., Mdegela R. H., (2009).** Assessment of Antimicrobial Usage and Residues in Commercial Chicken Eggs from Smallholder Poultry Keepers in Morogoro Municipality, Tanzania.Zoonoses Public Health. 57 (2010) 339–344p.
75. **O'neill, J. (2016).** Tackling drug-resistant infections globally : final report and recommendation.
76. **Oufella M. (2012).** Détection des résidus d'antibiotique dans la viande du poulet chair.
77. **Pierre Guche, 2009 :** *au domaine des 3 coqs.* Site : <http://audomainedes3coqs.e-monsite.com/pages/abc-de-la-basse-cour/les-anomalies-de-l-oeuf.html>.
78. *monsie.com/pages/abc-de-la-basse-cour/les-anomalies-de-l-oeuf.html*.
79. **Protais J. (1988).** La qualité de l'œuf de consommation. L'aviculture Française, Editions Rosset, 761-772.
80. **Rodriguez-Navarro A., Romanek C.S.,(2002).** Mineral fabrics analysis using a low-cost universal stage for X-ray diffractometry. Eur. J. Mineral., 14, 987-992.
81. **Roth N., et al. (2019).**The application of antibiotics in broiler production and the resulting antibiotic resistance in Escherichia coli: A global overview. Poultry science, 98: p. 1791-1804.
82. **Rotschafer J.C., Andes D.R. & Rodvold K.A., (2016).**Antibiotics pharmacodynamics. Edition: 1, Chapter: 4, Publisher: Humana Press, pp. XI, 666.
83. **Rowland M. & Tozer T-N. (2011).** Distribution kinetics. Clinical Pharmacokinetics and Pharmacodynamics, 4th ed. PP : 561-602.

84. **Rudy Boutte, (2023)** Guides du consommateur. Site: <https://www.fasm85.fr/>
85. **Sanders P, Bousquet-Mélou A, Chauvin C, Toutain PL., 2011.** Utilisation des antibiotiques en élevage et enjeux de santé publique. INRA Productions Animales. 2011;24(2):199-204.
86. **Saveur B. et Reviere M. (1988).** Reproduction des volailles et production de oeufs, INRA, Station de recherche avicoles, centre de Tours-Nouzilly. Ed. Institut National de la recherche agronomique, Paris, pp.11-49 ; 347-375 ; 377-431.
87. **Schelcher F., Corbiere F., Foucras G. et al. (26-28 Mai 2004).** Antibiothérapie : comment expliquer et gérer les échecs de traitement ?. In : Journées nationales G.T.V. Tours, 53-57.
88. **Seuss-Baum I, Nau F, Guérin-Dubiard C. (2011).**The nutritional quality of eggs. In: Van Immerseel F, Nys Y, Bain M. Improving the safety and quality of eggs and egg products, Vol 2. Cambridge, Woodhead Publishing, 201-236.
89. **Solomon S.E., (1991).** Egg and egg quality. Wolfe Publishing Ltd, London. Thompson B.K., Hamilton R.M.G. (Eds). Wolfe Publishing Ltd, Londres, UK, 149p.
90. **Sylvie Clerjon, (2023).** site web :[https:// quapa.clermont.hub.inrae.fr](https://quapa.clermont.hub.inrae.fr)
91. **Tarzaali D., Dechicha A., Gharbi S., Bouaissa M.K., Yamnaine N. & Guetarni D. (2008).** Recherche des résidus des tétracyclines et des bêta-lactamines dans le lait cru par le MRL Test (ROSA TEST) à Blida, Algérie. In 6e Journées scientifiques vétérinaires sur le médicament vétérinaire : nouvelles approches thérapeutiques et impact sur la santé publique, École nationale supérieure vétérinaire d'Alger, Algérie, 23–24.
92. **Teleu N.E. (2008).** Rapport final état des lieux et propositions d'actions prioritaires. Minepia/FAO, Yaoundé, 79 p.
93. **Thieulin G., Basile D. et Hautefort M. (1976).** L'œuf et les produits, Paris : collection « Normes et technique »: 7 – 51.
94. **Tobi, N. (2004).** Etude comparative de la présence des résidus d'antibiotiques dans les muscles de cuisse et du bréchet du poulet de chair dans la région de Dakar. Thèse :Med.Vét., Dakar, n° 21.

- 95. Van Egmond HJ, Nouws JFM, Schilt R, Van Lankveld-Driessen WDM, Streutjens-van Neer EPM, Simons FGH (2000).** Stability of antibiotics in meat during a stimulated high temperature destruction process. The Euro Residue conference IV, May 08 - 10, Veldhoven, Netherlands, pp. 430-438.

- 96. Wang H.H., Manuzon M., Lehman M., Wan K., Luo H.L., Wittum T.E., Yousef A. & Bakaletz L.O., (2006).** Food transmitting antibiotic resistance genes. Fems Microbiology Letters, 254: 226-231.



Annexes

ANNEXE 01 :Liste des substances pharmacologiquement actives Prohibées en médecine vétérinaires

- Aristolochiaspp. et l'ensemble de ses préparations.
- Cefoperazone.
- Chloramphenicol.
- Chloroforme.
- Chlorpromazine.
- Ciprofloxacine.
- Colchicine.
- Dapsone.
- Diavéridine.
- Diazinon.
- Dimetridazole.
- Gentamycine.
- Levamisole.
- Lindane.
- Metronidazole.
- Ronidazole.
- Stilbenes, dérivés des stilbines, leurs sels et esters.
- Substances a action thyreostatique.
- Furazolidone et toutes les autres Nitrofuranes
- Furaladone

Ministre de l'Agriculture et du Développement rural

Direction des services vétérinaires

MADR/DSV/05-2011

ANNEXE 02 : étapes de préparation du standard de McFarland

Cet étalon s'est préparé en versant 0.5 ml d'une solution de BaCl₂ dihydraté à 1% dans une éprouvette, et le volume final de 100 ml est complété avec du H₂SO₄ à 1%. Ainsi l'étalon doit présenter une DO de 0.08 à 0.1 lue à 625 nm.

Les étalons peuvent être vérifiés à l'aide d'un spectrophotomètre avec un trajet lumineux de 1 cm; une norme de 0,5 McFarland a une valeur d'absorbance de 0,08 à 0,1 à 625 nm

ANNEXE 03 : Réalisation de la coloration de Gram

- 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 ;
- Rajouter quelques gouttes de cristal violet-iodé sur le frottis fixé pour que le colorant ne puisse pas être éliminé ;
- Laisser agir 1 min puis rincer au fil d'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 45 secondes puis rincer à l'eau. Répéter cette opération ;
- Décoloration par l'ajout de quelques gouttes d'alcool sur la lame. Laisser agir pendant 10 sec (car par l'ajout 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-iodé de s'écouler hors de la cellule), puis rincer avec l'eau ;
- Rajouter la fuchsine et laisser agir pendant 1 min ;
- Rincer très légèrement avec l'eau, ensuite laisser se sécher à l'air libre.

ANNEXE 04 : étape de réalisation de la boîte témoin

1. Préparation des boîtes de pétri (la veille).

2. Préparation des suspensions de bactéries :


- Mettre en suspension les bactéries.
- Récupérer une ou deux colonies et les placer dans un milieu liquide.
- Agir pour mettre en suspension les bactéries.


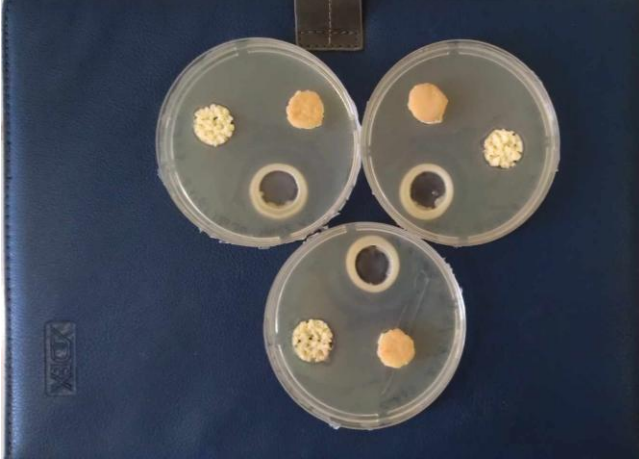
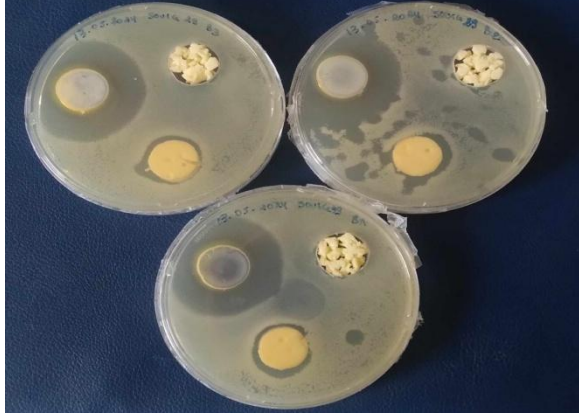
3. Ensemencement des boîtes de pétri avec les souches bactériennes.



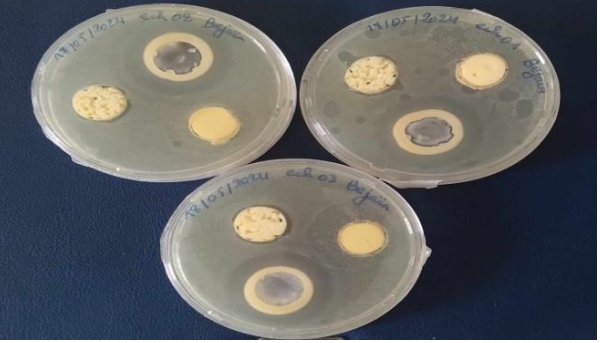
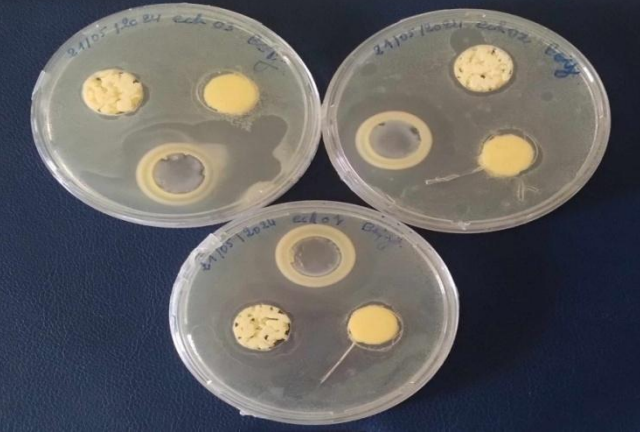
- Déposer 1 ml de suspension bactérienne sur la gélose.


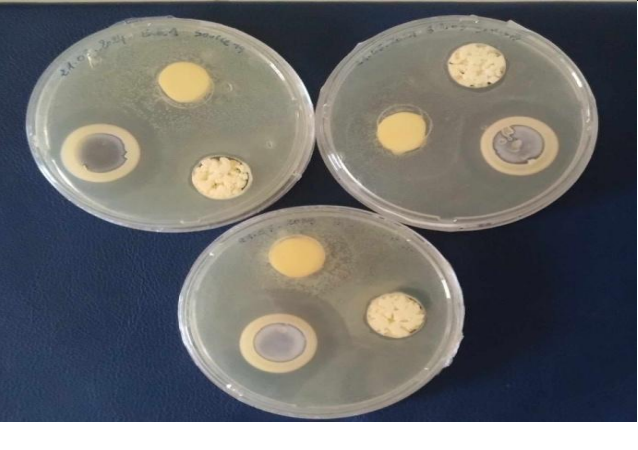
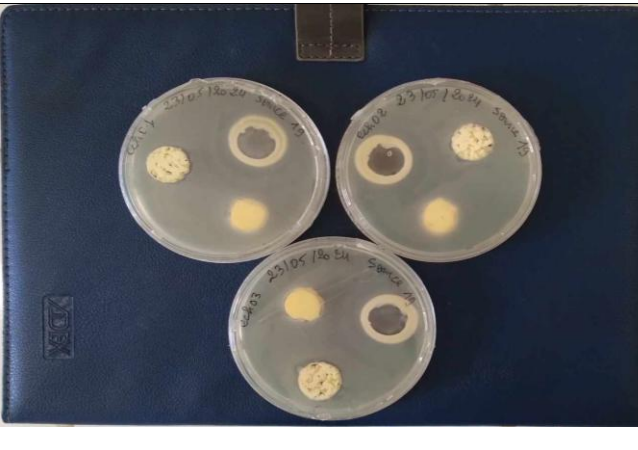
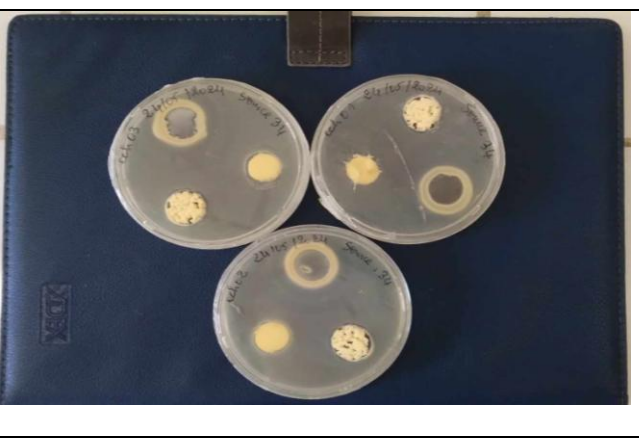
- Tourner la boîte de pétri pour répartir le liquide à la surface de la gélose.
4. Déposer à la pince stérile un disque de chaque antibiotique de manière espacée.
 5. Mise en culture : mettre à pousser 48h à l'étuve entre 25 et 35°C.
 6. Lecture des résultats : Mesurer le diamètre du cercle situé autour du disque d'antibiotique.
 - Plus le diamètre est petit et plus la souche bactérienne est résistante à l'antibiotique.
- Plus le diamètre est grand et plus la souche est sensible.

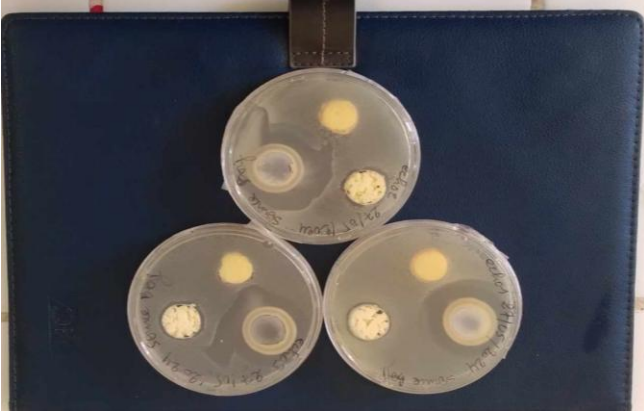

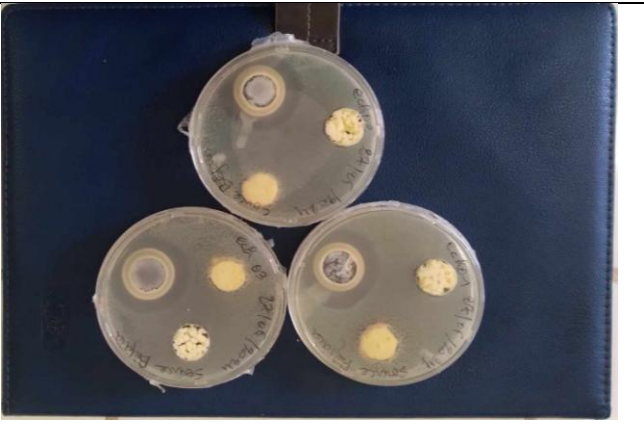
ANNEXE 05 : résultats de l'antibiogramme obtenu par régions

Date	Régions	Boîtes
06.05.2024	Sétif	

06.05.2024	Bordj Bou Arreridj		
08.05.2024	Bejaïa		
13.05.2024	Msila		

13.05.2024	Sétif		
13.05.2024	Bordj Bou Arreridj		
19.05.2024	Bejaïa		
21.05.2024	Bordj Bou Arreridj		

21.05.2024	Bejaia		
21.05.2024	Sétif		
23.05.2024	Sétif		
23.05.2024	Bordj Bou Arreridj		

28.03.2024	Bordj Bou Arreridj	
28.05.2024	Sétif	
28.05.2024	Bejaïa	

ANNEXE 06 : Résultats des diamètres des zones d'inhibitions selon les wilayas(diamètre du puit et du disque et inclu) en mm.

Date de prélèvement	Région	Code de l'œuf	Œuf cru	Œuf cuit à la poêle	Œuf cuit au bain marie
06.05.2024	Sétif	Répétition1	40	19	29
		Répétition 2	41	19	25
		Répétition	47	20	23

		3			
	BBA	Répétition 1	37	21	30
		Répétition 2	37	21	27
		Répétition 3	40	23	25
08.05.2024	Bejaia	Répétition 1	37	21	22
		Répétition 2	37	20	23
		Répétition 3	37	20	26
13.05.2024	Sétif	Répétition 1	43	20	20
		Répétition 2	42	19	20
		Répétition 3	43	20	20
	BBA	Répétition 1	40	23	22
		Répétition 2	42	22	20
		Répétition 3	40	23	22
	Msila	Répétition 1	40	21	19
		Répétition 2	40	25	20
		Répétition 3	40	23	19
19.05.2024	Bejaia	Répétition 1	35	21	23
		Répétition 2	35	19	20
		Répétition 3	35	19	20
21.05.2024	Sétif	Répétition 1	36	20	21
		Répétition 2	35	21	21
		Répétition 3	35	19	21
	Bejaia	Répétition 1	40	19	21
		Répétition 2	40	18	24
		Répétition 3	38	18	22

	BBA	Répétition 1	36	20	22
		Répétition 2	36	20	21
		Répétition 3	40	22	19
23.05.2024	Sétif	Répétition 1	40	19	19
		Répétition 2	38	18	19
		Répétition 3	39	19	19
	BBA	Répétition 1	40	22	19
		Répétition 2	38	23	19
		Répétition 3	39	24	19
28.05.2024	Sétif	Répétition 1	38	19	20
		Répétition 2	38	19	22
		Répétition 3	39	19	23
	Bejaia	Répétition 1	33	20	21
		Répétition 2	35	21	19
		Répétition 3	37	21	22
	BBA	Répétition 1	35	22	21
		Répétition 2	35	21	21
		Répétition 3	35	22	21

Résumé :

Les antibiotiques occupent une place importante dans l'élevage moderne, leur utilisation en vue de protéger la santé de l'animal et améliorer sa production, conduit à leur présence sous forme de résidus dans les denrées alimentaire d'origine animale telles que les œufs.

Dans le but de rechercher la présence des résidus d'antibiotiques dans les œufs de consommation et voir l'effet des différents types de cuisson sur l'activité de ces derniers, une étude a été réalisée sur les œufs commercialisés au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou. Quarante-cinq (45) échantillons provenant de quatre régions (dont 15 issus de Sétif et Bordj Bou Arreridj 12 issus de Bejaïa, et 03 issus de Msila) ont été prélevés et analysés par l'antibiogramme »,enutilisant la bactérie test *Bacillusstrearothermophilus*.

Les résultats obtenus ont montré que tous nos échantillons analysés sont contaminés par des résidus d'antibiotiques. Le taux de contamination globale est de 98.99% (33.33 % marqué à Sétif et Bordj Bou Arreridj, 26.66% à Bejaïa et 6.66% à Msila).

Ce travail a également démontré que la cuisson est un traitement efficace qui réduit le taux de résidus d'antibiotiques dans les œufs.

Mots clés : résidus, Antibiotiques, élevage moderne, œufs, cuisson, *Bacillusstrearothermophilus*.

Abstract

Antibiotics occupy an important place in modern breeding, their use in order to protect the health of the animal and improve its production, leads to their presence in the form of residues in foodstuffs of animal origin such as eggs.

In order to search for the presence of antibiotic residues in eggs of laying hens and to see the effect of different types of cooking on their activity, a study was carried out on eggs marketed in the wilaya of Tizi-Ouzou. Forty-five (45) samples from four regions (including 15 from Sétif and BordjBouArreridj 12 from Bejaïa, and 03 from Msila) were taken and analyzed by the antibiogram, using the test bacterium *Bacillusstrearothermophilus*.

The results obtained showed that all our analyzed samples are contaminated by antibiotic residues. The overall contamination rate is 98.99% (33.33 % marked in Sétif and BordjBouArreridj, 26.66% in Bejaïa and 6.66 % in Msila).

This work also demonstrated that cooking is an effective treatment that reduces the rate of antibiotic residues in eggs.

Keywords: residues, Antibiotics, modern breeding, eggs, cooking, *Bacillusstrearothermophilus*.