

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques.
Département de Sciences Agronomiques.
Spécialité Agro-alimentaire et control de qualité.



Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme de Master

Thème :

*Etude du risque de contamination des carcasses et des abats de
poulets par les germes (*S.aureus* et *Salmonella spp*) et les
résidus d'antibiotiques dans la Wilaya de Tizi-Ouzou.*

Encadré par :

Mr MSELA A.

Présenté par :

Mlle LARRAS Kenza.
Mlle OUTALEB Cylia.

Devant le jury :

Président : Mr HOUALI K. Professeur à l'UMMTO.

Examineurs : Mme REMANE Y. Maitre assistante à l'UMMTO.

Année universitaire : 2021 / 2022

Remerciement

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire. Nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères à notre encadreur Monsieur MSELA AMINE qui a su mettre à disposition ses connaissances pour nous permettre d'avancer dans le présent travail, pour sa généreuse disponibilité et pour son suivi permanent, pour ses remarques et ses conseils précieux, son aide dans le cheminement de cette étude. Nos remerciements à l'ensemble des membres de jury, qui nous ont fait l'honneur de bien vouloir étudier et évaluer notre travail. Finalement nous tenons à remercier nos familles et toute personne qui a, de près ou de loin, contribué d'une manière ou d'une autre au succès de ce travail.

Dédicace

Je dédie Ce mémoire: A mes chers parents ma maman adorée et mon papa pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements. A mon petit frère adoré A mes tantes et oncles A mes chers grands parents A mes cousins et cousines A mes amies A ma chère amie et binôme Cylia.

Kenza

Dédicace

Dédicace Je dédie Ce mémoire: A mes chers parents ma maman adorée et mon papa pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements. A mon frère et sœurs A mes tantes et oncles A ma chère tante Fatma qui m'a toujours aidé et encouragé que Dieu vous accorde santé et longue vie. A mes chers grands parents A mes cousins et cousines A mes amies

A ma chère amie et binôme kenza

Cyria

Résumé :

Le caractère pathogène de *S.aureus* et de *Salmonella spp*, et leur virulence au sein de la chaîne d'abattage révèlent le risque des intoxications alimentaires associés à la présence de ces germes chez le poulet de chair. Ainsi l'introduction des antibiotiques dans ce dernier reste un réel problème pour la santé humaine.

Notre travail à consister à la recherche des contaminations des carcasses au niveau de l'abattoir avicole de Taboukert dans la Wilaya de Tizi-Ouzou, et à la recherche des résidus d'antibiotiques dans les abats de poulets de chair dans différents points de vente de la Wilaya, et nous avons eu les résultats suivants : Dans les 72 prélèvements effectués, nous avons enregistré une absence totale du germe pathogène *Salmonella spp*, et un pourcentage de 80.55% de *S.aureus* dont 1% des isolats étaient positifs au test de résistance à la méthicilline (SARM) pour les carcasses de poulets. La contamination des carcasses est due aux facteurs de risques liés aux poids (<2.500kg), à l'âge (<45jrs), à l'effectif (plus de 2000 sujets) et à la mortalité (plus de 15 sujets) des poulets de chair.

Sur 38 échantillons prélevés, un taux de 5% de résidus d'antibiotiques a été enregistré dans les abats des poulets.

Mots clés : *S.aureus*, *Salmonella spp*, Abattage, poulet de chair, carcasses, contamination, résidus d'antibiotiques.

Abstract :

The pathogenic character of *S.aureus* and *Salmonella spp*, and their virulence within the slaughter chain reveal the risk of food poisoning associated with the presence of these germs in broiler chicken.

Thus the introduction of antibiotics in the latter remains a real problem for human health. Our work consisted in the search for contamination of carcasses at the level of the poultry slaughterhouse of Taboukert in the Wilaya of Tizi-Ouzou, and in the search for antibiotic residues in the offal of broilers in different sales outlets of the Wilaya, and we had the following results: In the 72 samples taken, we recorded a total absence of the pathogenic Germ *Salmonella spp*, and a percentage of 80.55% of *S.aureus* of which 1% of isolates were positive to the methicillin resistance test (MRSA) for chicken carcasses. The contamination of the carcasses

is due to risk factors related to the weight (<2,500kg), age (<45 days), number of birds (more than 2,000 birds) and mortality (more than 15 birds) of the broilers.

Out of 38 samples collected, 5% antibiotic residues were recorded in chicken offal.

Key words: *S.aureus*, *Salmonella spp*, Slaughter, broiler, carcasses, contamination, antibiotic residues

Sommaire

Remerciement.

Dédicace.

Résumé.

Sommaire.

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Liste des abréviations.

□ Introduction	1
----------------------	---

Partie bibliographique

I Hygiène dans les abattoirs.....	2
I.1 Généralités sur la viande de volaille.....	2
I.1.1 Définition de la viande	2
I.1.2 La consommation mondiale de la viande de volaille	2
I.1.3 Consommation de la viande de volaille en Algérie.....	3
I.1.4 La qualité de la viande de poulet.....	3
I.1.4.1 Qualité hygiénique.....	3
I.1.4.2 Qualité nutritionnelle	4
I.1.4.3 Qualité organoleptique	5
I.1.4.4 Qualité technologique	7
I.2 Technologie d'abattage de poulet de chair	7
I.2.1 Arrivée à l'abattoir	7
I.2.2 Accrochage	7
I.2.3 La saignée.....	8
I.2.4 Egouttage.....	8
I.2.5 Echaudage	8
I.2.6 La plumaison	8
I.2.7 L'éviscération.....	8
I.2.8 Récolte des abats et enlèvement des viscères.....	9
I.2.9 Lavage des carcasses	9

I.2.10	Le ressuage	9
I.2.11	La congélation	9
I.2.12	Le stockage.....	10
I.3	Hygiène de production.....	10
I.3.1	Nettoyage et désinfection de l'équipement	10
I.3.2	Exigences concernant le personnel.....	10
I.4	Inspection sanitaire	10
I.4.1	Inspection ante-mortem.....	10
I.4.2	Inspection post-mortem.....	11
I.5	Les bonnes pratiques d'hygiène (BPH)	12
I.6	Démarche HACCP	12
I.6.1	Etapas de la démarche	13
I.6.2	Objectifs du système HACCP	14
II	La microbiologie de la viande de volaille	16
II.1	La microflore de la viande	16
II.1.1	Contamination de muscle avant la mort	16
II.1.2	Contamination agonique et post mortem (contamination profonde et superficielle)	16
II.1.2.1	La contamination profonde.....	16
II.1.2.2	La contamination superficielle	16
II.1.3	Les facteurs de la multiplication de la microflore initiale	17
II.1.3.1	Activité de l'eau dans la viande.....	17
II.1.3.2	Le potentiel d'oxydo-réduction (RH)	17
II.1.3.3	Le pH de muscle	17
II.1.3.4	La température	17
II.1.4	La flore caractéristique de la viande de volaille	18
II.1.4.1	La flore psychrotrophe.....	18
II.1.4.1.1	<i>Pseudomonas</i>	18
II.1.4.1.2	<i>Acinetobacter</i>	19
II.1.4.2	La flore pathogène	19
II.1.4.2.1	<i>S. aureus</i>	19
II.1.4.2.2	Les salmonelles	20
II.1.5	Risques sanitaires	21
II.1.5.1	L'intoxication alimentaire	22

II.1.5.2	Toxi - Infection	22
II.1.5.3	L'intoxication	22
II.1.6	Maladie infectieuse (Salmonellose)	23
II.1.6.1	Mesures de prévention	23
II.2	Utilisation des antibiotiques dans le domaine vétérinaire.....	24
II.2.1	Définition de résidus d'antibiotiques	24
II.2.2	Risques de présence de résidus d'antibiotiques.....	24
II.2.3	Prévention des risques de la présence de résidus d'antibiotiques	25
II.2.3.1	Limite maximale des résidus	25
II.2.3.2	Temps d'attente ou délai d'attente.....	26
II.2.4	Les techniques de détection des résidus d'antibiotiques dans les denrées d'origine animale	27
II.2.4.1	Méthodes de détection biologiques (microbiologiques).....	27
II.2.4.1.1	Méthode alternative (PremiTest)	27
II.2.4.1.2	Méthode de Référence (Méthode des 4 boîtes).....	27
II.2.4.2	Méthodes de détection physico-chimiques	27
II.2.4.2.1	Méthode enzymatique	27
II.2.4.2.2	Méthode immuno-enzymatique	28
II.2.4.2.3	Chromatographie liquide haute performance (HPLC).....	28
II.2.4.2.4	Les capteurs biologiques	28

Partie expérimentale

III	Matériels et méthodes	30
III.1	Evaluation de la qualité microbiologique (<i>S.aureus</i> et des <i>Salmonelles</i>) de la viande blanche.....	30
III.1.1	Enquête sur terrain et prélèvements	30
III.1.1.1	Zone d'étude	30
III.1.1.2	Fiche d'enquête.....	30
III.1.1.3	Réalisation de prélèvements	31
III.1.1.3.1	Echantillonnage.....	31
III.1.1.3.2	Technique de prélèvement	31
III.1.1.3.3	Acheminement de prélèvements	32
III.1.2	Recherche et identification	33
III.1.2.1	<i>S.aureus</i>	33
III.1.2.1.1	Enrichissement	33
III.1.2.1.2	Isolement.....	33

III.1.2.1.3 Purification.....	34
III.1.2.1.4 Identification	34
III.1.2.1.5 Antibiogramme	37
III.1.2.1.6 . Conservation de la souche.....	38
III.1.2.2 <i>Salmonella spp.</i>	38
III.1.2.2.1 Enrichissement	38
III.1.2.2.2 Isolements	38
III.1.2.2.3 Purification.....	39
III.1.2.2.4 Identification	39
III.1.2.2.5 Repiquage sur TSI.....	40
III.1.2.2.6 Test urée indole	40
III.2 Evaluer la contamination chimique (résidus d'antibiotique) dans les abats de poulet de chair	41
III.2.1 Matériel	41
III.2.2 Méthodes	42
III.2.2.1 Echantillonnage	42
III.2.2.2 Prélèvement et stockage	42
III.2.2.3 Re-vivication de la souche bactérienne utilisée	42
III.2.2.4 Préparation de la suspension.....	42
III.2.2.5 Ensemencement sur milieu Mueller-Hinton	43
III.2.2.6 Analyse des échantillons.....	43
III.2.2.7 Lecture des resultats	44
IV Résultats et discussions	46
IV.1 Résultats.....	46
IV.1.1 Résultat global.....	46
IV.1.2 Prévalence de <i>S.aureus</i> dans les carcasses de poulets	46
IV.1.3 Résultats par rapport à l'âge de la volaille	47
IV.1.4 Résultats selon la provenance (secteur d'activité).....	48
IV.1.5 Résultats selon l'effectif des élevages	48
IV.1.6 Résultats par rapport au poids moyen des sujets	49
IV.1.7 Résultats selon la saisie sanitaire des poulets dans l'abattoir.....	49
IV.1.8 Résultats par rapport à la mortalité au niveau de l'abattoir.....	50
IV.1.9 Résultats par rapport aux mécanismes de résistance aux antibiotiques des <i>S.aureus</i>	50
IV.1.10 Résultat de la recherche des résidus d'antibiotiques dans les abats de poulet... 51	

IV.2 Discussion.....	52
<input type="checkbox"/> Conclusion.....	56
<input type="checkbox"/> Recommandations	57
<input type="checkbox"/> Références bibliographique	
<input type="checkbox"/> Annexes	

Liste des figures

Figure 1: Production mondiale de la viande par région	3
Figure 2: Les sept principes de l'HACCP selon la Commission Internationale pour l'Alimentation.	13
Figure 3: carte géographique de la commune de Tizi Rached.	31
Figure 4: Ecouvillonnage interne et externe des carcasses de poulet. (Photo personnelle)	32
Figure 5 : Conservation et acheminement des prélèvements. (Photo personnelle).....	33
Figure 6 : Laboratoire microbiologique universitaire(LABAB).	33
Figure 7 : Phase d'enrichissement (photos personnelles)	34
Figure 8 : Technique d'isolement (photos personnelles).	35
Figure 9 : Technique de purification(photos personnelles).....	35
Figure 10 : Test catalase (Photo personnelle).	36
Figure 11 : résultats du test DNase (photo personnelle).	36
Figure 12 : Observation de S.aureus après une coloration de Gram sous microscope optique au grossissement 1000x (photo personnelle).....	37
Figure 13 : Technique d'enrichissement (photo personnelle).	39
Figure 14 : Isolement de Salmonella spp (photo personnelle).	40
Figure 15 : Purification des salmonelles (photo personnelle).	40
Figure 16 : Test sur milieu citrate de Siémens (photo personnelle).....	41
Figure 17 : Test d'urée Indole (photo personnelle).	42
Figure 18 : Souche de Bacillus cereus. (Photo personnelle)	43
Figure 19 : Préparation d'une suspension bactérienne (photo personnelle).....	44
Figure 20 : Technique d'ensemencement sur milieu Mueller-Hinton (photo personnelle).	44
Figure 21 : Technique des puits(photo personnelle).	45
Figure 22 : Distribution des zones d'inhibition (photo personnelle).....	45
Figure 23 : Prévalence de S.aureus et de Salmonella spp.	46
Figure 24 : Prévalence de contamination de S.aureus des parties internes et externes de carcasses de poulets.....	47
Figure 25 : Taux de contamination des carcasses de poulet selon l'âge	47
Figure 26 : Taux de poucentage de la contamination des carcasses selon la prevenace (secteur d'activité)	48
Figure 27 : Taux de pourcentage de la contamination selon l'effectif des élevages	48
Figure 28 : Taux de poucentage de contamination des carcasses selon le poid moyen.	49
Figure 29 : Taux de contamination selon la qualité des carcasses	49
Figure 30 : Taux de mortalité des poulets avant l'abattage.....	50
Figure 31 : Représentation graphique de prévalence des sarms dans les carcasses de poulet.	50
Figure 32 : Résultat d'un sarm résistant à l'oxacilline (cx5). (Photo personnelle).....	51
Figure 33 : Recherche des résidus d'antibiotiques dans les abats de poulet	51

Liste des tableaux

Tableau 1: Contenu nutritif de différents types de viande (pour 100 g).....	4
Tableau 2 : Les quatres phases regroupant les 12 étapes de la démarche HACCP	14
Tableau 3 : Exemple de limite maximale de résidus.....	26
Tableau 4 : Exemples de temps d'attente.....	26

Liste des abréviations

API : Analytical Profile Index.

AW : Activité de l'eau.

BHIB : Le Bouillon Cœur-Cerveille (BHI pour Brain Heart Infusion).

BPH : Bonne Pratique d'Hygiène.

CCP : Point Critique pour la Maîtrise (Critical Control Point)

CG3 : Céphalosporine.

Cx: Céfoxitine

CLSI : Clinical Laboratory Standards Institute.

DSV: Direction des Services Vétérinaires.

ELISA :Enzyme-Linked-Immuno-sorbent-Assay.

FAO : Food and Agriculture Organisation.

HACCP: Hazard Analysis Critical Control point.

ISO: International Standards Organisation.

LMR : Limite Maximale des Résidus.

MF : McFarland.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

pH : Potentiel Hydrogène.

PP : Programme Préalable.

S. aureus : Staphylococcus aureus.

SARM : Staphylococcus aureus MRSA Staphylococcus aureus Résistant à la Méthicilline.

Introduction

◆ Introduction

La volaille est une source de protéines animales très appréciée et économique (Sanofi, 1999). La production de viande de volaille en Algérie a connu un développement considérable ces dernières années, rendant le produit plus attractif pour les consommateurs, cependant l'absence d'organisation des structures de commercialisation, d'abattage et de préparation de la viande du poulet, représentent la contrainte majeure au développement du secteur avicole, ce qui affecte non seulement la productivité des usines de volaille, mais surtout la santé publique (Allaoui, 2011).

Les abattoirs de volailles sont l'un des principaux points critiques de l'hygiène de la viande de volaille. Au cours des opérations d'abattage, il se produit des phénomènes d'intercontamination qui entraînent la propagation d'agents pathogènes sur des carcasses initialement saines (INRA, 2007).

Les espèces bactériennes qui contaminent la viande sont multiples, certaines sont connues pour être extrêmement pathogènes et leur présence rend l'aliment dangereux à l'instar de *Salmonella spp* et celles qui sont tolérées à des seuils bien précis comme c'est le cas de *S.aureus* (Jay et al., 2005).

Dans l'aviculture, différents produits vétérinaires sont utilisés tels que les antibiotiques qui occupent une place de choix dans le but d'augmenter le rendement ou comme remèdes thérapeutiques pour prévenir des maladies spécifiques.

L'utilisation d'antibiotiques peut contrôler les infections dans les élevages de volailles et stimuler la croissance des poulets. Cependant, l'exposition aux antibiotiques peut entraîner d'une part, l'émergence et la propagation de bactéries multi-résistantes et d'autre part, générer des résidus d'antibiotiques dans l'alimentation (Vinueza-Burgos et al. 2019).

Notre étude avait comme objectif d'évaluer le risque de contamination des carcasses de volaille par *Salmonella spp* et *S.aureus* au niveau d'un abattoir avicole situé au niveau de la Wilaya de Tizi-Ouzou et de rechercher la présence des antibiotiques au niveau des abats de poulet de chair, échantillonner au niveau de différents points de vente localisés dans différentes régions de la wilaya.

Partie bibliographique

Chapitre I :

Hygiène dans des abattoirs

I Hygiène dans les abattoirs

I.1 Généralités sur la viande de volaille

I.1.1 Définition de la viande

La viande constitue la chair des animaux. Elle est essentiellement constituée par les muscles striés après leur évolution post mortem, qui se mangent après cuisson (**Drieux et al, 1962 ; Craplet, 1966 ; Dumont et Valin, 1982**).

De point de vue nutritionnelle, les viandes et leurs produits dérivés sont classées parmi les sept groupes alimentaires vu leur valeur énergétique, leur richesse en protéines, leur apport en certains oligo-éléments et en vitamines, qui sont peu abondants dans d'autres aliments (**Calvani, 2005**). Mais la qualité de la viande dépend de l'âge, du sexe, et de la race de l'animal (**Fosse, 2003 ; El Rammouz, 2008**).

Il existe deux types de viandes : la viande rouge (issue de la production bovine), et la viande blanche (issue de la production de la volaille).

I.1.2 La consommation mondiale de la viande de volaille

En 2017, la volaille devient la première viande produite dans le monde (**Itavi, 2017**), selon les données de la FAO, la production mondiale de viande en 2018 est estimée à 336,4 millions de tonnes, soit 1,2% de plus qu'en 2017, principalement à partir des États-Unis, de l'Union Européenne et de la Fédération de Russie. Mais compensée partiellement par une baisse de la Chine et la stagnation du Brésil, deux des plus gros producteurs de viande au monde (**FAO, 2018**).

En ce qui concerne les différents types de viande, la production de viande bovine est celle ayant enregistré la plus forte croissance (+2,1%), suivie de la viande de volaille (+1,3%).

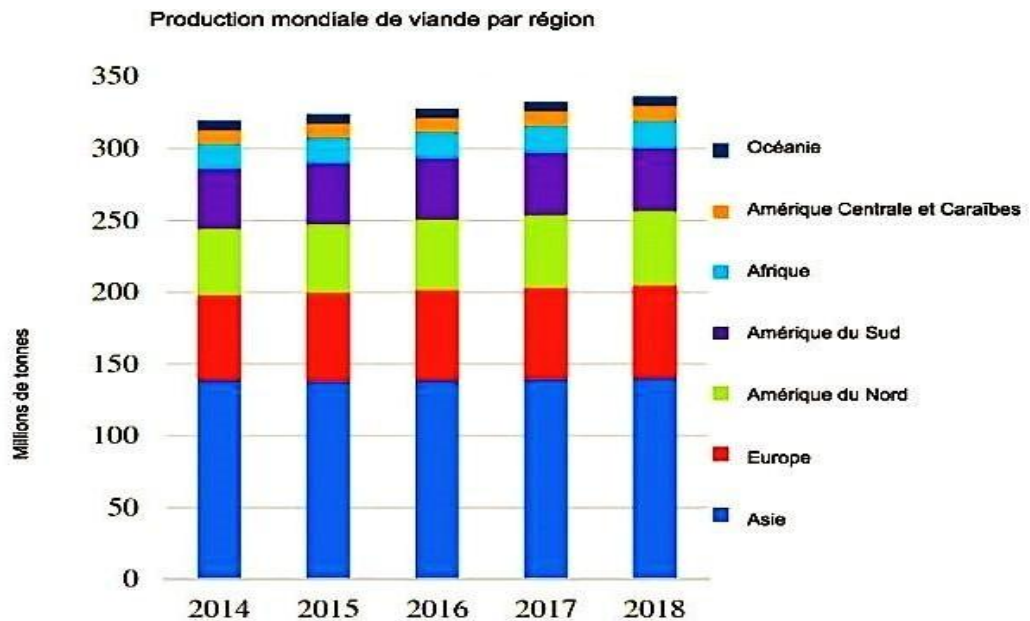


Figure 1: Production mondiale de la viande par région. (FAO, 2018)

I.1.3 Consommation de la viande de volaille en Algérie

La production nationale de viande blanche a fortement augmenté en 2017 à 5,3 millions de quintaux (T), soit une augmentation de 153% contre 3,2 millions de quintaux en 2009. La production de viande blanche est passée de 5,4 millions de quintaux en 2018 à 5,6 millions de quintaux en 2019, tandis que la production de viande rouge était estimée à 5,3 millions de quintaux la même année (Ministère de l'agriculture et du développement rural, 2019).

I.1.4 La qualité de la viande de poulet

I.1.4.1 Qualité hygiénique

La qualité hygiénique ou sanitaire des aliments est un ensemble de caractéristiques qui garantissent la salubrité et la sécurité alimentaire. Par conséquent, la qualité hygiénique de la viande nécessite la maîtrise des risques chimiques, biologiques et physiques depuis l'alimentation des animaux jusqu'à la consommation, en passant par l'abattage, la transformation et la distribution des aliments, elle doit être garantie d'être complètement inoffensif, protégeant ainsi la santé de consommation (Apple, 2018).

Par conséquent, il ne doit pas contenir de parasites, ni de résidus toxiques et ne présente pas un endroit où les bactéries pourraient produire des éléments nocifs pour la santé. Cette fonctionnalité doit être conforme aux normes et réglementations sanitaires en vigueur (Chougui, 2015).

La viande peut être contaminée par des micro-organismes à différentes étapes de la chaîne de transformation. Le contrôle de la prolifération microbienne dépend avant tout du respect de la chaîne du froid (Touraille, 1994).

I.1.4.2 Qualité nutritionnelle

La qualité nutritionnelle convient à la capacité de produit à apporter certains nutriments aux consommateurs, à savoir protéines, lipides, vitamines et minéraux (Lebret, 2004). Comparativement à d'autres types de viande (tableau I.1), il a été démontré que le poulet contient plus de protéines et moins de matières grasses que la viande rouge, ce qui en fait un produit diététique (Kralik et al, 2017).

Tableau 1: Contenu nutritif de différents types de viande (pour 100 g) (Marangoni et al; 2015).

Nutritif	Poulet	Porc	Bœuf	Agneau
Énergie/kcal	165	165	185	180
Eau/g	65,26	65,75	64,83	64,92
Protéine/g	31.02	28,86	27.23	28.17
Matières grasses totales/g	3,57	4.62	7.63	6,67
Les acides gras saturés	1.010	1.451	2.661	2.380
Acides gras mono insaturés	1.240	1.878	3.214	2.920
Acides gras polyinsaturés	0,770	1.066	0,285	0,440
Cholestérol (mg)	85	86	78	87

Il est important de mentionner que le poulet avec peau contient 2 à 3 fois plus de matières grasses que le poulet sans peau, il doit donc être consommé sans peau pour assurer l'apport de protéines de haute qualité sans calories ni graisses supplémentaires. Par rapport à la viande rouge, la viande blanche de poulet réside dans sa faible valeur calorique et sa faible teneur en graisses saturées. Le poulet est également une bonne source de plusieurs minéraux et vitamines. La teneur en fer est presque la même que dans le porc. Le calcium et le phosphore sont importants pour la santé des os et des dents (Kralik et al, 2017).

I.1.4.3 Qualité organoleptique

La qualité organoleptique de la viande rassemble des propriétés organoleptiques (couleur, tendreté, saveur et jutosité) à l'origine du plaisir associé à la consommation (**Cartier et Moëvi, 2007**).

a. La couleur

La couleur de la viande est déterminée tant par observation visuelle que par la mesure spécifique. Il influence les décisions d'achat plus que tout autre facteur de qualité. De plus, les consommateurs utilisent à tort ou à raison la décoloration comme indicateur de la nature de la qualité du produit et les indicateurs de dégradation possible (**Coibion, 2008**).

Elle peut être déterminée par des méthodes sensorielles, qui consistent à juger de la pigmentation ou des changements de couleur selon une grille plus ou moins standardisée de classifications de couleurs, et formalisé (**Moevi, 2006**).

b. La tendreté

La tendreté peut être définie comme "la facilité avec laquelle une viande se laisse trancher et mastiquer" (**Touraille, 1994**). Pour 72% des consommateurs, le prix est important certes, mais il n'est ni le seul ni le premier critère de choix. En effet, la qualité sensorielle de la viande, et la tendreté en particulier, apparaissent aujourd'hui importantes à leurs yeux (**Cassagnol, 2014**).

De nombreux facteurs influencent la tendreté de la viande. C'est donc une des qualités les moins prévisibles. Deux facteurs majeurs sont à prendre en considération dans la tendreté de la viande :

- La quantité et la nature du tissu conjonctif déterminent la dureté de base. Plus un muscle est riche en collagène, moins sa viande est tendre, mais cet effet n'est pas significatif pour les muscles avec peu de collagène (**Chriki et al ; 2013**) ;
- La contraction puis la dégradation au cours de la maturation de la structure myofibrillaire du muscle jouent un rôle important dans la tendreté de la viande, en fonction de la durée de la maturation (**Ouali et al ; 2006**).

La méthode sensorielle classique la plus utilisée pour déterminer la tendreté de la viande, consiste à la soumettre à un jury d'au moins 10 à 18 membres, entraîné et assimilable à un instrument de mesure. Ce jury est chargé d'apprécier les échantillons de viande suivant une échelle variant de 1 à 5 (1 correspond à très dur, le 2 à dure, le 3 à acceptable, le 4 à tendre et le 5 à très tendre) (**Salifou et al ; 2013**).

c. La flaveur

La flaveur est conférée par plus de 650 composés, qui correspondent à toutes les impressions olfactives et gustatives qu'une personne éprouve lors de la dégustation (**Henry , 1992**) qui peuvent être déterminées par le jury des méthodes sensorielles basées sur les résultats. L'échelle d'évaluation va de 1 à 5 : l'intensité de la saveur est très faible (1), faible (2), acceptable (3), forte (4) et très forte (5) .Il représente ce qui est perçu par le nez interne (arôme), la langue et la muqueuse buccale, qui eux-mêmes détectent le goût (**Salifou et al ; 2013**).

La perception de l'odeur est produite par des produits chimiques peu volatils de faible masse moléculaire. Au lieu de cela, le goût est généralement causé par des substances solubles dans l'eau et poids moléculaire plus élevé.

d. La jutosité

La jutosité se définit par le caractère plus ou moins sec de la viande lors de la dégustation. Il peut être distingué par :

- La jutosité initiale : se fait sentir dès la première bouchée. Elle est essentiellement liée à la quantité d'eau présente dans le produit, qui est libérée lors de la mastication ;
- La jutosité secondaire, liée à la teneur en lipides de la viande qui provoquent plus ou moins de salivation en stimulant les papilles gustatives (**Micol et al, 2010**).

La viande riche en lipides est moins sèche en bouche que la viande maigre. Le PRE (pouvoir de rétention d'eau) des muscles joue un rôle vital dans cette qualité, et lui-même est affecté par le pH. Lors de la conversion du muscle en viande pendant la maturation, le pH affecte la structure musculaire de la viande. Son contrôle lors des étapes d'abattage et de maturation permet de prédire la jutosité de la viande (**Touraille, 1994**).

I.1.4.4 Qualité technologique

La qualité technologique de la viande se définit comme son aptitude à la transformation. Parmi les transformations les plus courantes, on peut citer le salage, la cuisson et le séchage.

Le PRE de la viande fraîche est la capacité des 20 % de protéines musculaires à retenir les 75 % d'eau présents ; c'est une caractéristique essentielle pour la production de viande cuite. Il est fortement influencé par le taux de déclin après le pH post-mortem ; une chute trop rapide du pH associée à une température élevée peut provoquer une dénaturation des protéines, entraînant une capacité de rétention réduite. Cela, conduit à une diminution du rendement de fabrication de viande cuite (**Foury, 2005**).

I.2 Technologie d'abattage de poulet de chair

La qualité hygiénique d'une viande dépend de sa qualité bactériologique. Cette dernière peut affecter d'une part la santé du consommateur et d'autre part, les aptitudes technologiques des viandes à une transformation ultérieure et à la conservation (**Rosset, 1982**).

Il y'a plusieurs étapes à faire pour que les poulets soient transformés en viande prêt à être commercialisée et destiné aux consommateurs :

I.2.1 Arrivée à l'abattoir

Les volailles destinées à l'abattage sont accompagnées d'une certification d'orientation à l'abattage" ; délivré par un vétérinaire assurant un suivi de la ferme à l'abattoir.

L'air de parcage permet aux animaux de se reposer et de retrouver leur physiologie, surveillant le régime hydrique, le vétérinaire responsable de l'abattoir procédera à des inspections ante-mortem. Avant l'abattage, le vétérinaire doit vérifier les documents justifiant la provenance des volailles (**DSV, 2001**).

I.2.2 Accrochage

C'est une opération qui sert à accrocher les volailles dans des crochets par l'articulation du tarse, ces derniers doivent être en acier inoxydable et le lieu d'accrochage doit être éclairé. (**Baccar, Kacem, et Ben Dhiab, 2012**).

I.2.3 La saignée

L'abattage de volailles se fait manuellement par un opérateur qualifié. Cette étape doit être rapide, complète et d'un seul coup et selon le rite islamique.

I.2.4 Egouttage

L'égouttage se fait dans un couloir à l'extérieur de l'abattoir qui est isolé du reste de la chaîne afin que le sang ne puisse pas être la cause de souillure (**Baccar, Kacem, Et Ben Dhiab, 2012**).

I.2.5 Echaudage

Selon **Genot (2004)**, l'eau chaude sert à ébouillanter les volailles, en vue de faciliter l'élimination ultérieure des plumes. Un échaudage inapproprié donne des cadavres noirs et ensanglantés.

I.2.6 La plumaison

La plumaison se fait mécaniquement et doit toujours assurer le réglage et l'entretien de la plumeuse. L'échaudage et la plumaison sont des lieux de contamination croisée. Comme c'est là que les agents pathogènes se déplacent d'une carcasse à l'autre via l'eau bouillante, si l'une des plumeuses est contaminée, il peut y avoir :

- Une contamination des tissus musculaires due à des lésions cutanées.
- Élimination inadéquate de la contamination visible et des bactéries.
(**Baccar, Kacem, Et Ben Dhiab, 2012**).

I.2.7 L'éviscération

C'est l'étape qui consiste à retirer les viscères de la carcasse de poulet. Elle se fait en retournant le cloaque (l'incision circulaire autour du cloaque) et en ouvrant cavité abdominale. C'est une étape critique car elle représente un lieu d'inter-contamination, car l'ouverture du cloaque peut provoquer une contamination par les matières fécales et la multiplication rapide des agents pathogènes (**Baccar.M, Kacem.S, & Ben Dhiab.H, 2012**).

I.2.8 Récolte des abats et enlèvement des viscères

Cette étape comprend la récupération des intestins (foie, gésier, cœur...), l'élimination de l'aptitude de la culture et l'élimination des autres intestins. C'est à cette étape que les carcasses et les abats sont contaminés par des excréments, ce qui peut être lié à un mauvais fonctionnement de l'équipement et/ou à un nettoyage inadéquat, soit de l'équipement, soit des mains des employés (**Bacca, Kacem, et Ben Dhiab, 2012**).

I.2.9 Lavage des carcasses

Le lavage réduit la charge bactérienne sur la carcasse, mais son efficacité est réduite par la propreté et le renouvellement irrégulier (**Nana, 2000**).

Un lavage interne/externe final élimine les souillures résiduelles. Une attention particulière doit être portée à l'orientation et à l'état des buses (propreté/absence de mauvaise odeur). En effet, le lavage peut être une source de bactéries intestinales lorsque les buses de nettoyage sont encrassées par un biofilm (**Agriculture.GOUV.FR, 2010**).

I.2.10 Le ressuage

Les carcasses sont placées dans une chambre frigorifique dite de ressuage, conçue pour perdre leur humidité de surface et les refroidir à cœur à 0°C. Le ressuage est considéré comme une lyophilisation. Il réduit le poids de la carcasse d'environ 1% (**Paquin, 1992**).

Selon **Jouve (1996)**, le ressuage permet de limiter la reproduction ultérieure des micro-organismes et éviter la contamination de la partie aval de l'abattoir par l'humidité de la surface des carcasses.

I.2.11 La congélation

La congélation consiste à abaisser suffisamment la température du produit pour que la majeure partie de l'eau soit convertie en glace et maintenir tout au long de la période de stockage (**Gilbert, 1988**).

I.2.12 Le stockage

Le stockage se fait dans une chambre froide à basse température, environ (-18 à -20°C). La durée de stockage ne doit en effet pas dépasser 6 mois pour éviter une éventuelle contamination (Colin, 1972).

I.3 Hygiène de production

I.3.1 Nettoyage et désinfection de l'équipement

Tous les outils et équipements de travail utilisés dans le processus d'abattage, tels que le matériel d'abattage, les couteaux, les scies et les bacs, doivent être nettoyés et désinfectés avec de l'eau à 82°C après chaque utilisation. Les installations et le matériel de l'atelier de découpe doivent être nettoyés et désinfectés par des méthodes appropriées après les heures d'ouverture pour éviter tout risque de contamination des produits (Dila, 2010).

I.3.2 Exigences concernant le personnel

Tout personnel impliqué dans le processus doit périodiquement passer des analyses médicales (maladie physiologique, analyse coproscopique) avant et après son recrutement. (FAO, 2015) Une bonne hygiène personnelle doit être maintenue et aucun article lié à la transformation ne doit être introduit. Des vêtements de travail de couleurs différentes ou clairement marqués doivent être portés.

I.4 Inspection sanitaire

Lors de l'abattage des volailles, les inspections d'hygiène comprennent l'observation le pré-abattage des animaux à leur arrivée à l'abattoir, à fin qu'ils montrent des signes évidents de maladie. Ensuite, le but de l'autopsie est la détection et retrait des carcasses endommagées de la chaîne de consommation, susceptibles d'affecter la sécurité ou la salubrité du produit. (Corali et al, 2007).

I.4.1 Inspection ante-mortem

Les animaux doivent être autopsiés le jour de leur arrivée à l'abattoir. Cette inspection doit être répétée immédiatement avant l'abattage si : l'animal a passé plus de 24 heures dans la grange. Le vétérinaire officiel doit effectuer une inspection ante-mortem dans des conditions appropriées selon la réglementation technique en vigueur d'éclairage.

L'inspection doit pouvoir préciser :

- Si l'animal est atteint d'une maladie transmissible à l'homme, et animaux, ou s'ils sont symptomatiques ou dans un état général ;
- Peur de l'émergence de cette maladie ;
- S'ils présentent des symptômes de maladie ou de trouble mental de leur état général capable de rendre la viande impropre à la consommation humaine ;
- S'ils sont fatigués ou excités (**JOURNAL OFFICIEL EUROPEEN N° L 227, 1978**).

I.4.2 Inspection post-mortem

Le but des tests post-mortem est de détecter et retirer de la chaîne de contrôle des carcasses avec des dommages visibles qui peuvent affecter la sécurité ou la salubrité des produits.

Cette opération consistant à retirer la viande de la consommation humaine ou saisie sanitaire sous la supervision des services vétérinaires, par l'arrêté ministériel du 8 juin 1996. (**Ministère De L'agriculture, 1996**).

L'identification de la carcasse à enlever est basée sur des critères visuels macroscopiques.

Le vétérinaire officiel, assisté de ses assistants, doit établir un des protocoles d'inspection afin que « pour chaque lot de volailles abattues, toutes les volailles subissent une autopsie ».

En plus des bilans de santé par le personnel de soutien les vétérinaires sont continuellement sur la ligne d'abattage, ils doivent prélever un échantillon de 30 sujets sur chaque lot de volailles abattues à la station d'éviscération pour un examen anatomique et pathologique approfondi de la carcasse, des organes internes et des cavités abdominales et thoraciques. De même, si un assistant annonce une consignation ou un déclassement, le vétérinaire officiel doit vérifier la décision de saisie (**Direction Des Services Veterinaires, 2015**).

I.5 Les bonnes pratiques d'hygiène (BPH)

Les bonnes pratiques d'hygiène dans toutes les opérations visant à assurer l'hygiène, c'est-à-dire la sécurité et la salubrité des aliments. Ils s'appliquent à la chaîne alimentaire de la production primaire à la consommation finale, indiquant les contrôles d'hygiène à effectuer dans chaque étape. Les BPH sont considérées comme un programme préalable (PP) et doivent être exécutées dans un système de production avant d'appliquer le HACCP (**Boutou, 2006**).

I.6 Démarche HACCP

HACCP est l'abréviation de Hazard Analysis Critical Control Point qui signifie en français Analyse des Dangers, points essentiels pour la Maîtrise (**Terfaya, 2004**). L'HACCP repose sur sept principes qui ont été publiés en ces termes (**Mayes et Mortimore, 2001**) :

- ✓ **Principe 1** : Conduire une analyse de risque ;
- ✓ **Principe 2** : déterminer les points critiques pour la maîtrise (CCP) ;
- ✓ **Principe 3** : fixer les limites critiques ;
- ✓ **Principe 4** : établir un système de surveillance permettant de maîtriser les CCP ;
- ✓ **Principe 5** : déterminer une ou des mesure (s) corrective (s) ;
- ✓ **Principe 6** : établir des procédures de vérification ;
- ✓ **Principe 7** : établir un système documentaire.

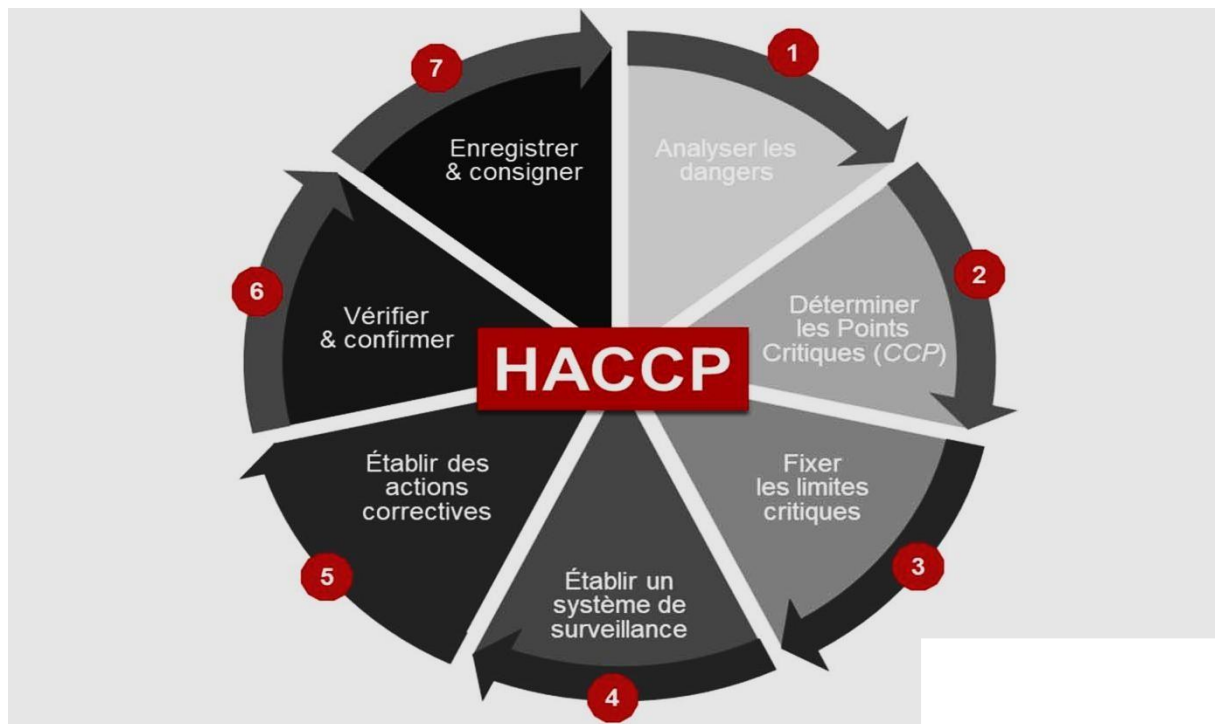


Figure 2: Les sept principes de l'HACCP selon la Commission Internationale pour l'Alimentation («Codex alimentarius » et David; (1997)).

I.6.1 Etapes de la démarche

Pour une bonne réalisation d'une étude HACCP respectant ces sept principes, on peut décomposer la démarche en douze étapes successives qui peuvent, à leur tour, être regroupées en quatre phases (Bouvet, 2002 ; Fosse, 2004, USDA ,2004).

Tableau 2 : Les quatre phases regroupant les 12 étapes de la démarche HACCP
(Bouvet, 2002 ; Fosse, 2004, USDA ,2004).

1 ^{ère} phase :	2 ^{ème} phase :	3 ^{ème} phase :	4 ^{ème} phase :
Description des paramètres de la production	Analyse des dangers et identification des points critiques	Surveillance des points critiques et actions correctives	Vérification du système HACCP
1. Constituer une équipe HACCP.	6. Lister tous les dangers potentiels. Effectuer une analyse des risques et des causes. Déterminer les mesures préventives.	8. Etablir les limites critiques pour chaque CCP.	11. Etablir des procédures de vérification
2. Décrire le produit.			
3. Identifier l'utilisation attendue.			
4. Construire un diagramme de fabrication.	7. Déterminer les CCP.	9. Etablir un système de surveillance pour chaque CCP.	12. Etablir un système d'enregistrement et de documentation.
5. Vérifier sur place le diagramme de fabrication.		10. Etablir des actions correctives pour les déviations qui peuvent survenir.	

I.6.2 Objectifs du système HACCP:

Les objectifs fondamentaux de l'approche sont de faciliter la sélection rationnelle des méthodes appropriées à la prévention des dangers identifiés, de déterminer la meilleure méthode d'utilisation, et Vérifier l'efficacité de ces moyens sans préjuger de leur nature.

- Accroître l'efficacité des processus en les améliorant à tous les niveaux de la chaîne : traçabilité, manutention, distribution, risques associés, actions correctives... ;
- Fournir à tous les opérateurs un moyen de permettre un accès rapide ;
- Des informations et des aides à la décision véridiques et à tous égards ;

- En améliorant le professionnalisme des différents intervenants : leurs compétences (par une meilleure formation/information), cohérence et coordination des actions et leur accès à l'information ;
- L'HACCP doit pouvoir prendre en compte toute évolution du marché (produit nouveau), technologie (processus d'innovation) ou connaissances scientifiques (nouvelle bactérie pathogène) ;
- Le pouvoir à planifier les méthodes HACCP et à mettre en œuvre une organisation conforme à ses principes et normes ISO 22000 (Cole, 2004).

Chapitre II :
**La microbiologie de la viande
de volaille**

II La microbiologie de la viande de volaille

II.1 La microflore de la viande

Les microorganismes de la viande ont des origines diverses, ils peuvent soit contaminer in vivo le muscle lui-même, soit pénétrer au cours de la mort de l'animal, soit enfin être apportés par les manipulateurs qui subissent les carcasses et produits de viande au cours de la découpe et de la distribution. Les germes se multiplient par la suite, provoquant éventuellement des altérations ou rendant la viande dangereuse pour le consommateur (**Bourgeois et al, 1996**).

II.1.1 Contamination de muscle avant la mort

La contamination ante mortem est toujours limitée. Les animaux malades sont en effet systématiquement éliminés par les services vétérinaires lors des contrôles ante et post mortem. Par contre, il arrive que des animaux apparemment sains hébergent des salmonelles qui lors d'agression (mauvaises conditions d'abattage, accident, traumatisme ...) passent dans le muscle (**Vierling, 2003**).

II.1.2 Contamination agonique et post mortem (contamination profonde et superficielle)

L'essentiel des germes est apporté au cours de l'abattage (contamination agonique) et au cours de la préparation des carcasses (contamination post mortem) par l'environnement : matières fécales, peau, instruments, manipulateurs.

II.1.2.1 La contamination profonde

La contamination profonde est généralement négligeable pour des animaux sains abattus dans de bonnes conditions à 100g de bactéries (10^{-1} bactéries/g). Ces bactéries sont admises lorsque la paroi intestinale est fragilisée (le stress d'abattage favorise ce passage), d'où le danger d'une éviscération tardive réalisée dans la demi-heure suivant la saignée (**Bourgeois et al, 1996**).

II.1.2.2 La contamination superficielle

La contamination superficielle des carcasses est toujours beaucoup plus importante : son niveau très variable se situe aux environs de 10^3 - 10^4 germes/cm. Ceux-ci proviennent essentiellement de l'animal lui-même (poils, excréments), de l'aire d'abattage (sol, manipulateurs), des ateliers de découpe (tables, bandes transporteuses, instruments divers), des

chambres de stockage (palettes, sols, murs, rails). Leur origine exogène montre l'importance des règles d'hygiène à respecter lors de la préparation des carcasses (**Vierling, 2003**).

II.1.3 Les facteurs de la multiplication de la microflore initiale

II.1.3.1 Activité de l'eau dans la viande

L'eau est indispensable pour la multiplication des bactéries. Le besoin de cette eau varie selon les espèces, les groupes et les genres. Il mesure en fait la disponibilité d'eau libre dans l'environnement dans lequel réside la communauté microbienne. En général, plus l' A_w est élevé, plus la croissance de la flore est forte ; l'activité de l'eau de la viande issue de volaille est de 0,74 et la croissance optimale de la majorité des bactéries est autour de 0,990 à 0,995 (**Muscle et Zucca, 1989**).

II.1.3.2 Le potentiel d'oxydo-réduction (RH)

Après la mort de l'animal, les muscles ayant des réserves d'oxygène ont un potentiel redox profond, positif et élevé (+250mV), favorable à la reproduction. Il est propice à la reproduction des bactéries aérobies (**Craplet, 1966**), puis comme le sang ne met pas à jour la réserve d'oxygène, le potentiel redox profond diminue, favorisant ainsi le développement de l'altération des bactéries anaérobies (**Bourgeois et al, 1996**).

II.1.3.3 Le pH de muscle

Après l'abattage le pH diminue progressivement et passe de sa valeur physiologique de 7.0 à 7.5 à une valeur proche de 5.3 à 5.8 selon l'espèce de l'animal et de muscle considéré (**Harkati, 2007**). Les bactéries se croient dont un pH qui varie de 4.5 à 9 avec un optimum de 6.5 à 7.5 et on observe que la vitesse de croissance diminue avec tout abaissement de ce paramètre (**Muscle et Zucca, 1988**).

II.1.3.4 La température

En règle générale, les germes se multiplient d'autant plus lentement que la température est plus basse. Nous notons les paliers suivants :

- +10 °C: arrêt de la toxinogénèse de *Clostridium botulinum* A et B.

- + 3 °C: arrêt de tout risque de nocivité liée à la croissance de germes ou à l'élaboration de toxines.
- 0 °C: température souhaitée pour la conservation de la viande sous vide.
- -10 °C à -18 °C: croissance persistante des moisissures et levures (**Bourgeois et al, 1996**).

II.1.4 La flore caractéristique de la viande de volaille

II.1.4.1 La flore psychrotrophe

Les bactéries psychotropes sont des vecteurs de toxi-infections alimentaires ou d'altération de la qualité marchande. Ce sont un facteur limitant de la conservation des produits réfrigérés. La maîtrise de cette flore nécessite principalement une amélioration des performances frigorifiques permettant d'assurer une réfrigération des denrées entre 0 et 2°C, ainsi que une validation de la durée de vie des produits alimentaires (**Bornert, 2000**).

Les types de contaminants retrouvés sur les carcasses en fin de chaîne d'abattage, sont de nature variée, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Entérobactéries*, *Cornybactérie*, *Microques* (**Bourgeois et al, 1996**).

II.1.4.1.1 *Pseudomonas*

Les pseudomonas sont des bactéries à Gram négatifs aérobies, droits ou légèrement incurvés, oxydase positifs et non sporulés. La plupart des espèces sont psychrotrophes et leur présence au niveau des chaînes d'abattage et en particulier dans les chambres froides constitue une source de contamination de viande (**Euzéby, 2007**).

Les pseudomonas sont ubiquistes et appartiennent à la sous-classe γ des protéobactéries, et peuvent vivre dans des niches écologiques très diverses. Peu virulentes, plusieurs souches sont des pathogènes opportunistes pour l'homme et des agents d'altération des viandes, poissons et produits laitiers. Les espèces les plus fréquemment rencontrées chez l'homme sont *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *P. putida* et *P. stutzeri* (**Euzéby, 2007**).

II.1.4.1.2 *Acinetobacter*

C'est un bacille à Gram négatif, strictement aérobie, non sporulé, immobile, catalase positive et oxydase négative. Il se cultive facilement sur des milieux ordinaires, présent avec un grand nombre dans la flore des aliments altérés ou frais, comme les carcasses de volaille et les viandes des animaux abattus (**Guiraud, 2012**).

Les bactéries du genre *Acinetobacter* sont considérées comme micro-organismes ubiquitaires pouvant être isolés à partir d'échantillons humains et animaux et environnementaux. Il fait partie de la flore cutanée humaine normale. Quelques études ont montrées que le taux de colonisation cutanée par des souches d'*Acinetobacter* était de 43 % chez les patients non hospitalisés et de 75 % chez les patients hospitalisés (**Uwingabiye, 2018**). Ce sont des bactéries environnementales capables d'utiliser une variété de substrats comme sources de carbone, ce qui leur offre une très large gamme d'habitats. On les trouve dans le sol, l'eau et les boues (**Flandrois, 1997**).

II.1.4.2 La flore pathogène

De nombreux contaminants peuvent être retrouvés à la surface des carcasses et, par la suite sur les produits transformés. Ainsi les *Salmonella spp*, *S.aureus*, *Compylobacter*, *Yersinia*, sont fréquemment isolées à partir des viandes de volaille (**Bourgeois et al, 1996**).

II.1.4.2.1 *S. aureus*

S.aureus est une bactérie qui appartient à la famille des Staphylococcaceae à Gram positive non sporulant. Les staphylocoques produisent tous l'enzyme catalase à l'exception de *S.aureus* qui est l'un des rares à produire une coagulase (**Boost; et al, 2013**).

S. aureus se développe facilement sur les milieux courants, aérobie ou anaérobies ; sur les milieux solides, il forme des colonies lisses et rondes de 1 à 3 mm de diamètre, opaques, et parfois des pigments caroténoïdes qui donnent aux colonies une couleur jaune ou orange (d'où *S.aureus*), en fonction de la souche (**Bourgeois et al, 1996**).

A comparaison à d'autres staphylocoques d'intérêt clinique, *S.aureus* peut aussi fermenter le mannitol et produire l'enzyme de type DNase (**Boost; et al, 2013**). La contamination des carcasses peut avoir lieu par le contact avec le personnel (**Anses, 2008**).

❖ Les caractères d'identification

Les staphylocoques produisent de la catalase mais pas de l'oxydase. Ainsi, ces souches sont : indole-, acétone+, uréase+, réduisent le tellurite et le nitrate de potassium en nitrite, et produisent de l'ammoniac à partir de l'arginine (**Larpent, 2000 ; Federighi, 2005**).

Les critères de base pour leur classification sont la production de thermo nucléases (DNases) et de la coagulase. Les souches productrices de coagulase comprennent *S.aureus*, *S.intermedius* et *S.epidermidis*. Bêta-hémolyse (une caractéristique utile pour identifier les Staphylocoques). *S.aureus* peut produire nombreuses enzymes : protéases, lipases, coagulase liée et coagulase libre (**Bourgeois et al, 1988**).

❖ Les caractères cultureux

S.aureus est un germe halotolérant qui se développe dans des conditions concentrées de chlorure de sodium (Na Cl) jusqu'à 20 %. Ce caractère est utilisé dans le milieu de culture sélectif hyper salé de Chapman pour isoler des Staphylocoques d'un prélèvement poly microbien. Il peut tolérer une très faible activité de l'eau (Aw) exceptionnellement basse pour une bactérie, car sa croissance est inhibée à partir d'une valeur comprise entre 0,95 et 0,91 et il est capable de se multiplier à des valeurs proches de 0,85 (**Federighi, 2005**).

Son développement peut être inhibé par la présence de flore concurrente car il supporte mal l'affrontement avec *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus* et *Entérobactéries* (**Arnal, 2003**).

II.1.4.2.2 Les salmonelles

Les salmonelles sont des bacilles à Gram négatifs appartiennent à la famille des enterobacteriaceae anaérobie facultatifs, catalase positive, oxydase négative et non sporulé (**Ryan et al. 2017 ; Batista et al. 2015**). La majorité des espèces de *Salmonella* sont mobile grâce à des flagelles péri triches, à l'exception de *S.Gallinarum*, *S.Pollotum* et de certains mutant (**Bergy et Holt 1994 ; Euzéby 1999 ; López et al. 2016**).

La température optimale de la croissance des salmonelles est de 37°C et le maintien des aliments à température ambiante est un facteur important qui favorise leur développement

(Caprin ; 2008). La présence des salmonelles sur les carcasses est un indicateur de contact avec les matières fécales de volailles.

❖ Les caractères d'identification

Les caractéristiques qui permettent l'identification biochimique de *Salmonella spp* sont :

- ✓ L'absence d'uréase, de tryptophane désaminase ;
- ✓ L'absence de production d'indole et d'acétone ;
- ✓ Elles réduisent le nitrate en nitrite, et utilisent le citrate comme seule source de carbone ;
- ✓ La fermentation du glucose avec ou sans production de gaz, mais elles ne fermentent pas le lactose ni le saccharose ;
- ✓ La production d'H₂S à partir du thiosulfate ;
- ✓ Elles sont systématiquement négatives pour les tests d'oxydase (Korsak et al, 2004).

❖ Les caractères cultureux

Les salmonelles sont aéro-anaérobies facultatifs. Après 24 heures d'incubation à 37°C sur milieu ordinaire de pH compris entre 6,5 et 7,5, des colonies de 2 à 4 mm de diamètre ont été obtenues, à l'exception de certains sérotypes, qui ont toujours produit des colonies naines, tel que: *S.Abortusovis* et *S.Abortusequi*. A l'isolement, les colonies sont blanches, rondes, délimitées par des bords réguliers, légèrement bombées, translucides, habituellement lisse et rarement rugueuses (Legiot et al, 1993 ; Bourgeois et al, 1996).

II.1.5 Risques sanitaires

Les viandes et les produits à base de viandes peuvent être vecteurs des dangers pathogènes hébergés par les animaux. Cependant, si la contamination initiale des tissus vivants ou la souillure des aliments est possible pour des multiples microbes et virus, le nombre des agents ainsi transférés reste en fait très limité (Bourgeois et al, 1996).

II.1.5.1 L'intoxication alimentaire

L'intoxication alimentaire est une série d'accidents causés par l'ingestion d'un certain aliment contaminés par des micro-organismes pathogènes (**Virling, 1997**).

Les bactéries non pathogènes peuvent produire des substances si elles se multiplient en grand nombre des toxines spécifiques qui favorisent l'infectiosité.

➤ Intoxication à *Salmonella spp*

Au cours des différents traitements, la viande peut être contaminés par des manipulateurs porteurs des germes (malades guéris cliniquement) hébergent dans leur digestif des Salmonelles qu'ils excrètent dans leurs matières fécales. La souillure de leurs mains est ainsi possible, notamment s'ils ne respectent pas les règles d'hygiène les plus élémentaires. La multiplication de ces germes provoque des intoxications (mauvaise réfrigération ; régime thermique inadéquat) les intoxications aux salmonelles dues aux viandes sont sérieuses tant par le nombre de malade que par la gravité des symptômes (**Bourgeois et al, 1996**).

II.1.5.2 Toxi - Infection

La présence de micro-organismes vivants dans les aliments est due à leur reproduction. D'abord chez l'individu, il peut y avoir des manifestations pathologiques (*Salmonella, Shigella*) produites par des toxines lipoprotéiques, protéiques ou glucidiques (**Joffin, 1985**). La toxi-infection alimentaire collective (TIAC) est définie comme la présence d'au moins deux cas de symptômes similaires, généralement gastro-intestinaux, peuvent être reliés la cause à la même source alimentaire (**Vierling, 1997**).

II.1.5.3 L'intoxination

L'intoxination est provoqué par la consommation de produits contenant des toxines, c'est la cause de manifestations pathologiques (botulisme, staphylocoque) (**Joffin, 1985**).

Le terme d'intoxination serait plus juste dans le cas des staphylocoques car c'est l'ingestion de la toxine et non du germe et parmi les staphylocoques, *S.aureus* est la principale espèce entérotoxinogène.

➤ Intoxication staphylococcique

Elle est causée par *S.aureus* qui élabore des endotoxines thermostables, les troubles apparaissent 2 à 3h après l'ingestion et ne s'accompagnent pas de fièvre. Les signes digestifs sont marqués et parfois impressionnants (chute de tension, forte diarrhée, pouls rapide...), rappelant un empoisonnement (**Balma, 1989**).

II.1.6 Maladie infectieuse (Salmonellose)

La pathogénicité des salmonelles est liée à son caractère invasif pour les cellules du tube digestif et à la toxicité, la purulence et la nécrose des polysaccharides de la paroi. De plus, ils produisent une entérotoxine thermolabile et une cytotoxine (**Fosse et Magras, 2004**).

La salmonellose chez l'Homme a été observée après une période d'incubation comprise entre 6 et 72 heures. Les symptômes cliniques sont l'apparition soudaine d'une gastro-entérite aiguë, Pendant 3 à 5 jours : douleurs abdominales, diarrhée, nausées et vomissements. La maladie peut être grave chez les nourrissons et les personnes âgées car elle peut entraîner une déshydratation. Les taux de mortalité sont rares, mais présents chez les nourrissons, les personnes âgées et les populations immunodéprimées et affaiblies. La salmonellose peut évoluer vers une septicémie, une infection locale, des abcès, une endocardite et une pneumonie, des cas de fièvre typhoïde et de polyarthrite réactive ont été décrits (**Collins et Gracey, 1992**).

II.1.6.1 Mesures de prévention

Compte tenu des modalités de contamination par les salmonelles et les staphylocoques, la prévention repose sur quelques exigences :

- ✓ Respect de la chaîne de froid ;
- ✓ La cuisson convenable et le maintien en température ou réfrigération rapide ;
- ✓ L'application de mesures d'hygiène tant en restauration collective que lors de la préparation des repas familiaux et lors des contacts avec les animaux susceptibles d'être porteurs de ces bactéries ;
- ✓ Nettoyage et désinfection efficaces et contrôlés (matériels, locaux) ;

Les contrôles bactériologiques effectués régulièrement permettent de surveiller le niveau des contaminants et de prévenir les accidents, (**Minor et Marth, 1976**).

II.2 Utilisation des antibiotiques dans le domaine vétérinaire

Les antibiotiques sont la principale classe de médicaments vétérinaires utilisés depuis 1950 pour traiter les maladies infectieuses d'origine bactérienne chez les animaux destinés à l'alimentation et les animaux de compagnie. Les substances utilisées appartiennent à la même famille que celles utilisées en médecine humaine (**Sanders et al. 2011**). Ces médicaments sont utilisés pour prévenir et traiter les maladies infectieuses qui entraînent une morbidité importante et sont associées à la mortalité. Les maladies les plus couramment traitées sont les maladies digestives et respiratoires (**Cazeau et al. 2010**).

Les résidus de ces antibiotiques dans la viande de volaille ont été identifiés dans de nombreuses études à travers le monde et sont considérés comme l'une des causes possibles de la résistance antimicrobienne chez les agents pathogènes humains. Les résidus d'antibiotiques dans la volaille et les produits à base de viande dépassant les limites maximales autorisées constituent un problème de grave préoccupation (**Khurram et al. 2018**).

II.2.1 Définition de résidus d'antibiotiques

Les résidus sont définis comme toute substance pharmacologiquement active, qu'il s'agisse d'ingrédients actifs, d'excipients ou de métabolites présents dans les fluides et tissus animaux après administration et éventuellement dans les aliments (**Laurentia et Sanders, 2002**).

Il s'agit de traces indésirables de produits pharmaceutiques, pouvant être dangereux pour la santé humaine dans le produit final (**Chataigner et Stevens, 2003**).

II.2.2 Risques de présence de résidus d'antibiotiques

L'accès à la bibliothèque thérapeutique fournie par l'industrie pharmaceutique et l'utilisation croissante de produits antiparasitaires et d'antibiotiques pour prévenir et traiter les maladies augmentent la probabilité que ces substances restent dans les produits d'origine animale (**Form, 2003**).

Les risques liés à la présence de résidus de médicaments vétérinaires dans les produits alimentaires d'origine animale sont les suivants :

- Le non-respect des temps d'attente après l'utilisation d'antibiotiques ;
- La non-consultation d'un vétérinaire avant l'utilisation d'antibiotiques ;
- Le manque de formation préalable en production animale et les pratiques d'élevage intensif ou extensif dans les exploitations (**Donkor et al, 2011**).
- Les risques toxicologiques aigus, à court terme et à long terme (exemple : effets sur la reproduction, sur le développement fœtal, effets mutagènes, effets cancérogènes, immunotoxicité...);
- L'action cancérigène causée par l'ingestion répété et prolongée de ces produits ce qui induit un développement de tumeurs cancéreuses, (**Châtaigner et Stevens, 2003**).
- Le risque technologique dû à la présence de résidus d'antibiotiques dans la viande entraînant des accidents de fabrication du salami et autres produits de fermentation de la viande (**Scippo, 2008**).

II.2.3 Prévention des risques de la présence de résidus d'antibiotiques

Deux notions sont à respecter : la notion de la limite maximale des résidus (LMR), et la notion du temps d'attente.

II.2.3.1 Limite maximale des résidus

La limite maximale de résidus (LMR) correspond à la concentration maximale de résidus résultant de l'utilisation de médicaments vétérinaires qui ne présente aucun risque pour la santé des consommateurs et ne doit pas être dépassée dans les aliments (**Laurentie et Sanders, 2002**).

Tableau 3 : Exemple de limite maximale de résidus (Fabre et al, 2006).

Espèce	Principe actif	Organes	LMR (ug/kg)
Volaille	Danofloxacin	Muscle	200
		Graisse	100
		Foie	400
		Rein	40

II.2.3.2 Temps d’attente ou délai d’attente :

Le temps d'attente a été défini comme le temps d'observation entre les dernières doses des médicaments fournis aux animaux, dans des conditions normales d'utilisation afin de s'assurer qu'ils sont exempts de résidus en quantités supérieures aux limites maximales (Milhaud et Pinault, 1999). Ainsi, le temps d'attente ou délai d'attente représente le temps nécessaire pour que le médicament soit complètement excrété après la dernière ingestion (Broes et al, 1999).

Tableau 4 : Exemples de temps d’attente (Fabre et al, 2006).

Principes actif	Espèce cible	Délai d’attente
Pénicilline G	Bovine, ovine, caprine, porcine.	21 jours
Oxytétracycline	Bovine, ovine, caprine, porcine	21 jours
Erythromycine	Volailles	21 jours

II.2.4 Les techniques de détection des résidus d'antibiotiques dans les denrées d'origine animale

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

- Les tests microbiologiques qui utilisent le principe de la croissance bactérienne, ce sont des méthodes bactériennes, également appelées méthodes d'inhibition ;
- Tests utilisant des méthodes physico-chimiques telles que la chromatographie sur couche mince, la chromatographie liquide ou gazeuse, les techniques enzymatiques ou les techniques immunologiques (Stoltz, 2008).

II.2.4.1 Méthodes de détection biologiques (microbiologiques)

Ces méthodes sont conçues pour utiliser des micro-organismes sensibles afin d'identifier les résidus de substances à activité antibiotique sans déterminer leur identité (Pavlov *et al*, 2008).

II.2.4.1.1 Méthode alternative (PremiTest)

Il détecte les substances antimicrobiennes présentes dans la viande fraîche, les saucisses, les rognons, le poisson et les œufs. Il s'agit d'un test à large spectre qui peut détecter un grand nombre d'antibiotiques couramment utilisés dans la viande et la sauce en moins de 4 heures (Eloit, 2004).

II.2.4.1.2 Méthode de Référence (Méthode des 4 boîtes)

C'est la méthode officielle française de détection des résidus d'antibiotiques dans la viande. L'objectif est d'utiliser des micro-organismes sensibles pour révéler les résidus de substances à activité antibiotique sans les identifier. Elle est applicable pour les muscles des animaux abattus et des volailles, et pour le foie (Gaudin *et al*, 2006).

II.2.4.2 Méthodes de détection physico-chimiques

II.2.4.2.1 Méthode enzymatique

Elle agit en inhibant les enzymes en présence de résidus d'antibiotiques spécifiques. Cette enzyme n'est plus affichée par un indicateur coloré (Brouillet, 2002).

II.2.4.2.2 Méthode immuno-enzymatique

Elle est basée sur des interactions antigène-anticorps, qui sont très spécifiques pour des résidus spécifiques. La technologie la plus populaire est l'Enzyme-Linked-Immuno Sorbent-Assay (E.L.I.S.A.), le système de détection peut être basé sur des réactifs enzymatiques marqués. Il existe différentes méthodes de quantification des antigènes, comme la méthode « double anticorps », aussi appelée méthode ELISA sandwich, la Radio-Immuno-Assay (R.I.A.), basée sur la mesure de la radioactivité des complexes immuns. D'autres tests utilisent la luminescence ou la fluorimétrie comme méthode de détection (**Brouillet, 2002**).

II.2.4.2.3 Chromatographie liquide haute performance (HPLC)

C'est une méthode qui s'est beaucoup développée durant les années 90. Elle est utilisée dans la détection de divers résidus d'antibiotiques comme : les résidus de quinolone, de sulphonamide, de β -lactamine, de macrolide, de tétracycline, et ce, dans des types d'échantillons très variés tels que le lait ou les tissus (**Kennedy et al, 1998**).

II.2.4.2.4 Les capteurs biologiques

Différents types de biocapteurs ont été développés pour le dépistage des résidus de médicaments vétérinaires dans la viande, y compris bien sûr les résidus d'antibiotiques. Ces capteurs contiennent des anticorps comme identification des interactions avec les analytes. Le signal biochimique résultant est mesuré optiquement ou convertis en signal électronique, qui est ensuite traité dans un équipement approprié (**Haughey et Baxter, 2006**).

Partie expérimentale

Chapitre III :

Matériels et méthodes

Problématique

Les intoxications alimentaires sont fréquentes en Algérie y compris dans les pays occidentaux. Elles sont l'une des causes les plus fréquentes d'hospitalisation en urgence, elles demeurent un gros problème de santé et peuvent être causées par des agents infectieux et par d'autres étiologies (allergiques, chimiques ...), parmi ces causes infectieuses, *S.aureus* et *Salmonella spp.*

S.aureus est une bactérie omniprésente qui vit dans la cavité nasale de l'homme, dans les glandes sébacées et chez certaines espèces animales (comme la volaille), qui peut provoquer des maladies et produire une entérotoxine qui provoque une intoxication alimentaire. Dans le cas de *Salmonella*, la contamination a été et reste l'une des plus grandes préoccupations, car certains sérotypes de *Salmonella spp* peuvent provoquer une fièvre entérique, une gastro-entérite, une bactériémie ou une septicémie.

Les aliments y compris les viandes de volailles peuvent être les agents de transmission de divers micro-organismes infectieux à l'image de *S.aureus* et de *Salmonella spp.*

La sécurité bactériologique est le critère de base de la sécurité alimentaire sachant cela on a essayé d'évaluer le risque sanitaire liée à la consommation de la viande de volaille, pour cela nous sommes fixé les objectifs suivants :

Evaluer la qualité microbiologique de la viande blanche.

Evaluer la contamination chimique à savoir la recherche des antibiotiques.

Par la suite nous avons suivis ces étapes :

- ✓ Réaliser un questionnaire en relation avec la problématique posée.
- ✓ Faire des prélèvements au niveau d'unité d'abattage de volaille.
- ✓ Recherché et caractérisé des Salmonelles et des *S. aureus* associés aux prélèvements.
- ✓ Etudier le profil de sensibilités aux antibiotiques.
- ✓ Rechercher les résidus d'antibiotiques dans les abats de volaille.

III Matériels et méthodes

III.1 Evaluation de la qualité microbiologique (*S.aureus* et des *Salmonelles*) de la viande blanche

III.1.1 Enquête sur terrain et prélèvements

III.1.1.1 Zone d'étude

L'unité abattoir avicole de TABOUKERT (UAAT) est une société par actions. C'est une filiale du groupe avicole du centre (GAC). Il est devenu opérationnel en mars 1994 sous le nom d'ORAC (Office Régional Avicole du Centre). Située à environ 6 km de Daïra, la capitale, TIZI-RACHED, son activité principale est l'abattage général de poulets de chair (Cobb 500, Arbor-Acre), avec une capacité de plus de 14 000 sujets par jour.

D'autre part, il existe d'autres activités tout aussi importantes au sein de l'unité, comme la transformation de la viande et des dérivés (cachir, pâté pudding, salami, lunchons, etc.).



Figure 3 : carte géographique de la commune de Tizi Rached.

III.1.1.2 Fiche d'enquête

Nous avons réalisé une fiche d'enquête dont laquelle nous avons relevé des informations en relation avec la problématique posée. (**Voir annexe 01**)

III.1.1.3 Réalisation de prélèvements

III.1.1.3.1 Echantillonnage

Le prélèvement a été réalisé à la fin de l'abattage après le ressuage sur des carcasses de poulets provenant de différents élevages, ces carcasses ont été échantillonnées aléatoirement dans l'abattoir de Tizi-Ouzou « Taboukert ».

Les échantillons ont été prélevés dans un intervalle de 2h, et réalisés grâce à un écouvillon stérile et humidifié avec de chlorure de sodium (Na Cl).

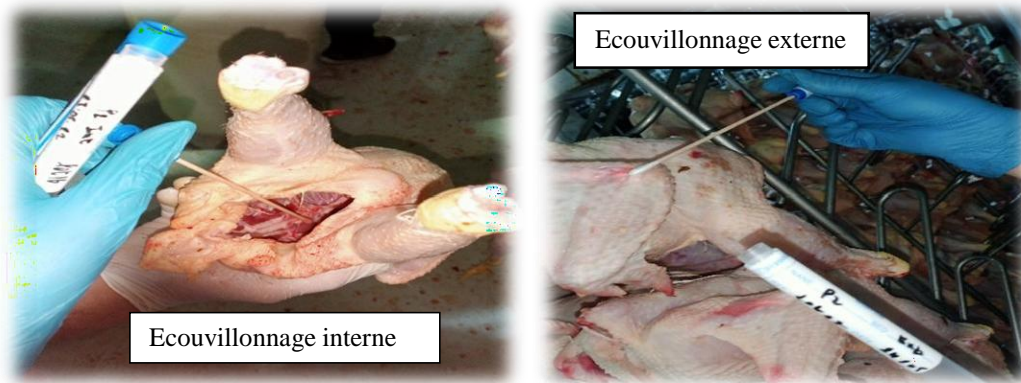


Figure 4 : Ecouvillonnage interne et externe des carcasses de poulet. (Photo personnelle)

III.1.1.3.2 Technique de prélèvement

Pour des raisons de commodité de travail, de simplicité et de rapidité, nous avons choisi la technique d'écouvillonnage et pour la réussir nous avons appliqué le protocole suivant :

- Identification des tubes en mentionnant, la date, numéro de lot, surface de poulet (externe ou interne).
- Ouvrir le tube à essai, retirer l'écouvillon on le tenant par le bouchon.
- Frotter l'écouvillon sur toutes les surfaces externes de 5 carcasses en changeant de direction.
- Avant de remettre l'écouvillon dans le tube, on verse 2ml d'Na Cl pour qu'il soit humide.
- Refaire les mêmes opérations pour les surfaces internes des mêmes poulets.

III.1.1.3.3 Acheminement de prélèvements

Les prélèvements sont acheminés dans une glacière isotherme et les transportés immédiatement au laboratoire et traité dans un délai maximal de 24h.



Figure 5 : Conservation et acheminement des prélèvements. (Photo personnelle)

Au laboratoire

72 prélèvements ont été traités au niveau de laboratoire universitaire (LABAB) situé au niveau de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques, campus Hasnaoua2 ; Nouvelle ville, Tizi Ouzou.



Figure 6 : Laboratoire microbiologique universitaire(LABAB).

III.1.2 Recherche et identification

✚ Matériels et milieux de cultures : (Voir annexes 02 et 03).

III.1.2.1 *S.aureus*

III.1.2.1.1 Enrichissement

Les écouvillons ont été mis dans un bouillon BHIB en séparant les internes des externes, ensuite ils ont été incubés à 37°C pendant 24h.

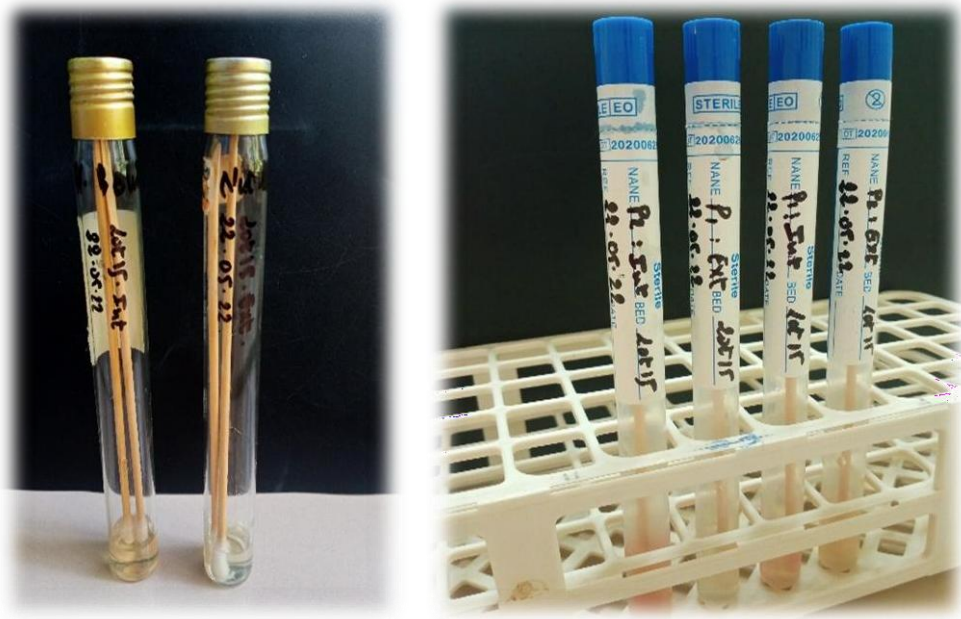


Figure 7 : Phase d'enrichissement (photos personnelles)

III.1.2.1.2 Isolement

L'isolement a été fait sur une gélose Chapman mannite, c'est une technique de base permettant d'obtenir des colonies séparées pour favoriser leur développement. L'ensemencement a été réalisé selon les normes algériennes.

A l'aide d'une anse de platine une goutte du milieu d'enrichissement est reportée sur une boîte de Pétri contenant le milieu Chapman, ensuite incubée à 37°C durant 24 à 48 heures.

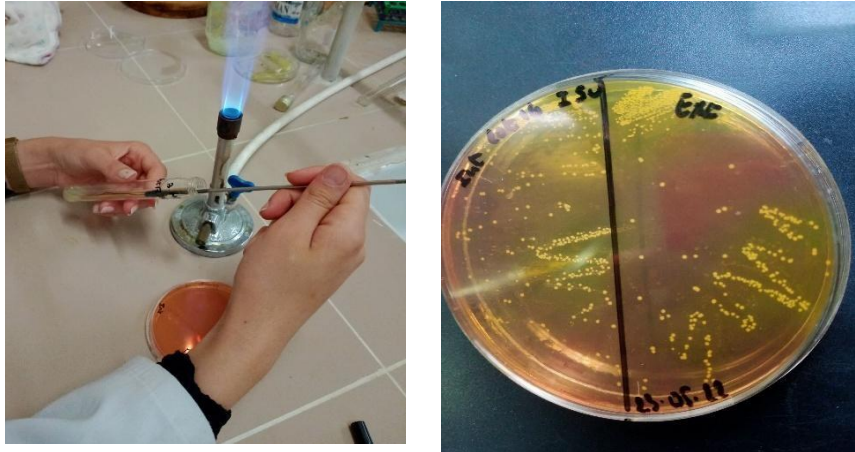


Figure 8 : Technique d'isolement (photos personnelles).

III.1.2.1.3 Purification

A partir des boîtes isolées, présentant des colonies caractéristiques (colonies rondes, lisses, bombées et dorées) de *S.aureus*, une colonie a été prélevée puis ensemencée sur des boîtes contenant la gélose Chapman. L'incubation a été réalisée à 37°C/24h.



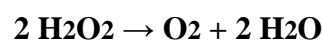
Figure 9 : Technique de purification(photos personnelles).

III.1.2.1.4 Identification

En plus des caractères morphologiques (caractères macroscopiques des colonies : taille, couleur, aspect), l'identification est aussi effectuée sur la base de quelques tests biochimiques, tels que :

a. Test de la catalase :

La catalase est une enzyme qui permet d'identifier certaines bactéries anaérobies. Elle catalyse la transformation de peroxyde d'hydrogène en eau avec libération d'O₂ :



Une goutte d'eau oxygénée est déposée sur une boîte de Pétri, puis mise en contact avec une colonie bactérienne.

La souche est dite catalase (+) si des bulles de gaz (O₂) apparaissent (effervescence).



Figure 10 : Test catalase (Photo personnelle).

b. Test de DNase :

La DNase est une enzyme capable d'hydrolyser l'ADN (Acide Désoxyribonucléique) en H₂O et nucléotides. Ce test est utilisé principalement pour différencier le *S.aureus* des autres staphylocoques.

A partir d'une culture pure, quelques colonies sont prélevées à l'aide d'une pipette Pasteur et sont ensemencées en stries sur la gélose à ADN.

Après incubation à 37°C pendant 24h, la révélation se fait en ajoutant de l'acide chlorhydrique (HCl) à 2N. La souche est considérée DNase (+) si une zone claire apparaît autour de la strie.

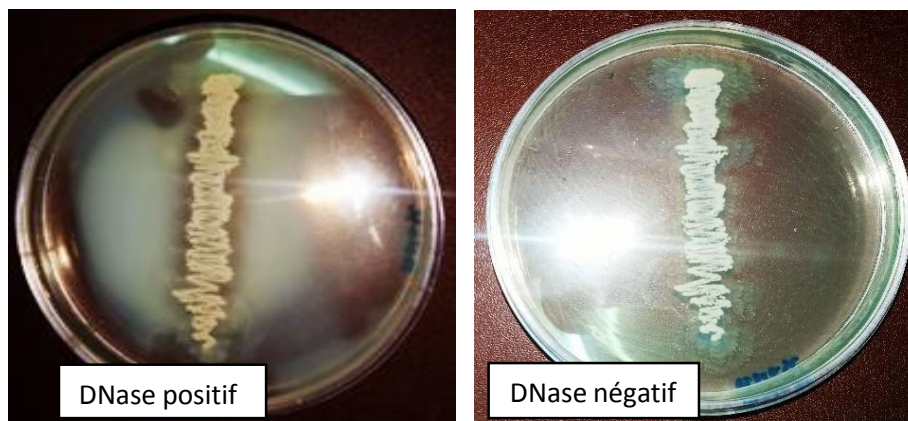


Figure 11 : résultats du test DNase (photo personnelle).

c. Coloration de Gram :

➤ **Préparation d'un frottis**

- Une goutte d'eau distillée a été déposée sur une lame ;
- Ajouter à l'aide d'une anse de platine 2 à 3 colonies de *S.aureus* isolées ;

- Etaler ensuite la goutte sur la grande surface de la lame ;
- Passer 3 fois la lame dans la petite flamme du bec Bunsen pour fixer l'échantillon à la chaleur.

➤ Réalisation de la coloration

- Déposer quelques gouttes de violet de gentiane ou cristal violet sur le frottis fixé. Laisser agir une minute puis rincer à l'eau.
- Déposer quelques gouttes de lugol sur le frottis. Le lugol (composé iodé) est un mordant qui permet de fixer le violet dans les bactéries. Laisser agir 1 minute puis rincer à l'eau.
- Décoloration rapide en Versant quelques gouttes d'alcool sur la lame. Laisser agir 10 secondes puis rincer sous un filet d'eau.
- Contre coloration à la fuchsine. Laisser agir une minute, ensuite rincer très légèrement à l'eau. Laisser sécher sur un papier absorbant.
- Observer au microscope (grossissement 400x ou, avec une goutte d'huile à immersion, au grossissement 1000x).

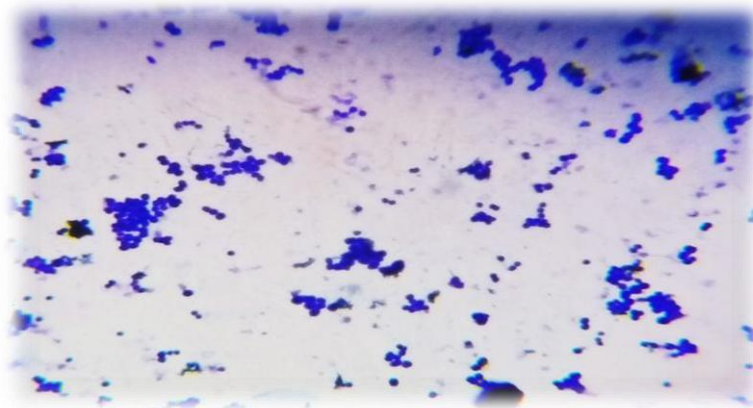


Figure 12 : Observation de *S.aureus* après une coloration de Gram sous microscope optique au grossissement 1000x (photo personnelle).

d. Test coagulase :

La capacité de *S.aureus* à provoquer la coagulation du plasma est due à la sécrétion de protéines extracellulaires; staphylocoagulase ou la coagulase. La recherche de la coagulase staphylococcique est un test essentiel pour distinguer les souches potentiellement pathogènes,

la coagulase staphylococcique jouant un rôle central dans la virulence staphylococcique, leur permettant de lutter contre les anticorps opsonisants et la phagocytose (**Le Loir et Gautier, 2010**).

e. Galerie Api20E :

Galerie API (analytical profile index) est une galerie miniaturisée et standardisée de tests biochimiques, exploitable avec des bases de données d'identification complètes dont la plus connue est l'api 20E (20 caractères pour les entérobactéries).

III.1.2.1.5 Antibiogramme

Le profil de sensibilité aux antibiotiques des souches identifiées a été testé. La méthode de diffusion en milieu gélosé Mueller-Hinton utilisant des disques chargés d'antibiotiques est particulièrement adaptée à la détermination de la sensibilité d'une souche bactérienne à croissance rapide comme les staphylocoques.

Cette technique est préconisée par le CLSI, recommandée par l'OMS et adoptée par le réseau national de surveillance des résistances bactériennes aux antibiotiques.

➤ **Préparation de la suspension**

A partir d'une culture pure et jeune de 18h, quelques colonies bien isolées sont raclées à l'aide d'une anse à boucle puis déchargées sur la paroi du tube contenant de l'eau physiologique stérile et homogénéiser à l'aide d'un vortex.

La suspension bactérienne est ajustée à une densité optique (D.O) comprise entre 0.08-0.1 l'équivalent de 0.5 MF lue à 625 nm.

➤ **Réalisation de l'antibiogramme**

L'antibiogramme est réalisé par la technique d'écouvillonnage en trempant l'écouvillon stérile dans la suspension bactérienne préparée puis l'essorer en le pressant sur la paroi du tube pour décharger au maximum l'inoculum.

Ensuite, la gélose Mueller- Hinton estensemencée de haut en bas, en stries serrées tout en tournant la boîte de 60° jusqu'à l'ensemencement de la totalité de la surface.

Des disques d'antibiotiques sont déposés sur la surface de la gélose Mueller-Hinton. L'incubation des boîtes est réalisée à 28°C/24h pour céfoxitine, et à 37°C/24h pour la céphalosporine 3^{ème} génération.

Après la lecture des zones d'inhibition, les souches ont été classées en sensibles, intermédiaires ou résistantes en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition du disque.

III.1.2.1.6. Conservation de la souche

Après la purification et l'identification des souches isolées nous avons procédé à leur conservation :

- Prendre des tubes Mueller- Hinton de conservation ;
- Dans un champ stérile prélever à l'aide d'une pipette pasteur une quantité de colonies ;
- Faire une pique centrale.
- La durée des tubes de conservation peut durer 5 ans dans un congélateur.

III.1.2.2 *Salmonella spp*

III.1.2.2.1 Enrichissement

Les écouvillons ont été mis dans un bouillon BHIB en séparant les internes des externes, ensuite ils ont été incubés à 37°C pendant 24.



Figure 13 : Technique d'enrichissement (photo personnelle).

III.1.2.2.2 Isolements

A partir du milieu d'enrichissement, l'isolement a été réalisé sur milieu Hektoen, ainsi les boîtes sont incubées à 37°C pendant 20 à 24 h.



Figure 14 : Isolement de *Salmonella spp* (photo personnelle).

III.1.2.2.3 Purification

Après incubation, les boîtes isolées ont été examinés afin de rechercher la présence de colonie verte à centre noir caractéristique des salmonelles. Une colonie a été prélevée puis ensemencée sur des boîtes contenant la gélose Hektoen. L'incubation a été réalisée à 37°C/24h.

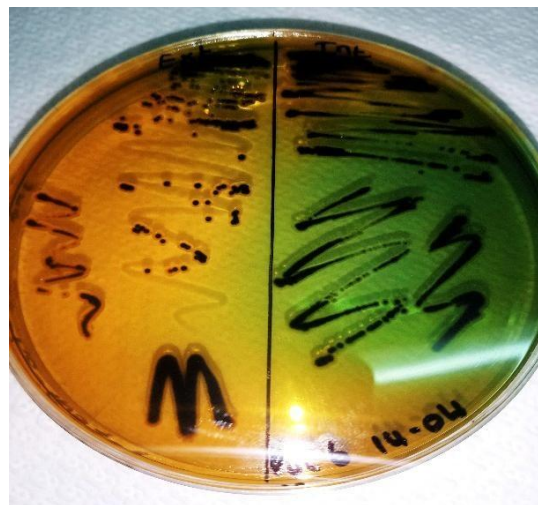


Figure 15 : Purification des salmonelles (photo personnelle).

III.1.2.2.4 Identification

Les caractéristiques qui permettent l'identification biochimique de *Salmonella* sont l'absence d'uréase, de tryptophane désaminase et l'absence de production d'indole et d'acétone.

Salmonella réduit le nitrate en nitrite, peut utiliser le citrate comme seule source de carbone et fermenter le glucose avec ou sans production de gaz. Cependant, ils ne fermentent

pas le lactose ni le saccharose. Ils produisent également du H₂S à partir du thiosulfate et sont systématiquement négatifs pour les tests d'oxydase (Korsak et al, 2004).

III.1.2.2.5 Repiquage sur TSI

Avec une pipette Pasteur on prélève une colonie puis on réalise des stries avec piqure centrale sur le TSI, mettre ensuite à l'étuve pendant 20 à 24 h à 37°C.

La culture de *Salmonella* correspond à une pente alcaline rouge, avec formation de gaz, et un culot acide jaune et noircissement de la gélose par H₂S.

Milieu citrate de Simmons de couleur initiale verte et solidifié dans un tube ayant 10ml de milieu. Ensemencement à l'aide d'une pipette pasteur en faisant des stries parallèles serrées puis étalées. Mettre ensuite à l'étuve pendant 20 à 24 h à 37°C.

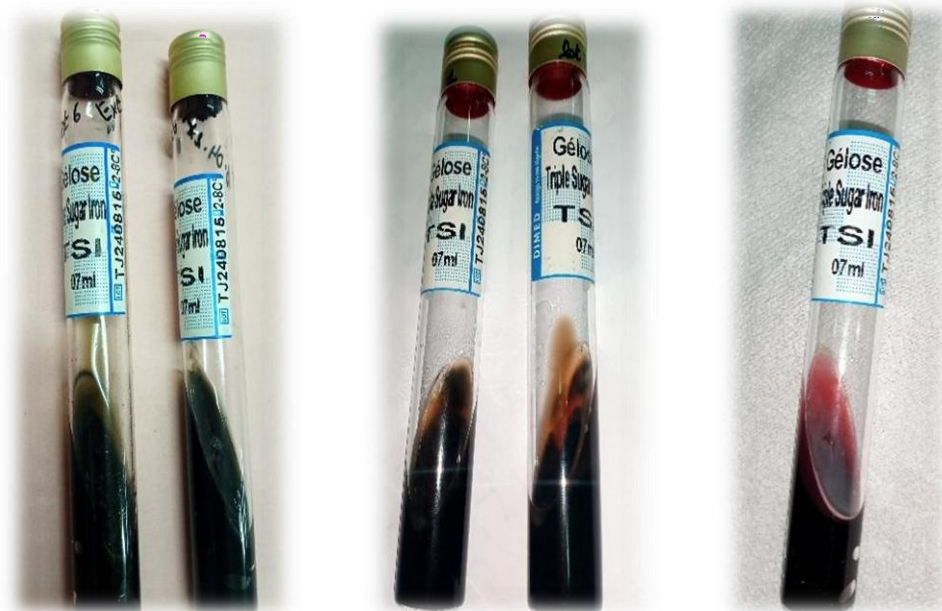


Figure 16 : Test sur milieu citrate de Siémens (photo personnelle)

III.1.2.2.6 Test urée indole

On prend quelques colonies suspectées et les mettre dans un tube qui contient un milieu urée indole de couleur initiale jaune et liquide

Urée indole C'est un milieu synthétique permettant la recherche simultanée de l'uréase. La production de l'indole est mise en évidence par l'addition de réactif de kovacs qui agit avec l'indole en donnant une coloration rouge.



Figure 17 : Test d'urée Indole (photo personnelle).

➤ **Lecture du tube de l'urée**

La couleur du milieu reste inchangée pour les souches suspectes, et sont dites uréase négative (non productrices d'uréase). Dans le cas contraire, il vire au rose.

III.2 Evaluer la contamination chimique (résidus d'antibiotique) dans les abats de poulet de chair

Objectif :

L'objectif est de détecter la présence de résidus d'antibiotiques dans le foie de poulet de chair, par la méthode des puits.

III.2.1 Matériel

- ❖ Souche utilisé : *Bacillus cereus*, référence 14579.
- ❖ Milieux et réactifs utilisés. (**voir annexe 03**)
- ❖ Antibiotique témoin : Amoxicilline, Levofloxacin, Ertapiném, Bacitracine, Cefazolin, Cephalothin, Cefotetan.

III.2.2 Méthodes**III.2.2.1 Echantillonnage**

38 échantillons de foie de poulet commercialisé ont été prélevés des différents points de vente privés dans différentes régions de la Wilaya de Tizi-Ouzou du 23/05/2022 au 02/06/2022.

III.2.2.2 Prélèvement et stockage

Le prélèvement s'est effectué au niveau de différents points de ventes, on a pris 1 à 2 foies (100 g environ) à analyser.

Chaque échantillon a été mis dans un sachet stérile, fermé et numéroté puis transporté dans une glacière isotherme au laboratoire où il est conservé au congélateur à une température de -4°C pour une utilisation ultérieure.

III.2.2.3 Re-vivication de la souche bactérienne utilisée

La souche de *Bacillus cereus* utilisée dans notre étude a été issue de laboratoire universitaire de microbiologie (LABAB). Elle a été ré-isolée dans le milieu Mueller-Hinton puis incubée à 37°C pendant 24h.



Figure 18 : Souche de *Bacillus cereus*. (Photo personnelle)

III.2.2.4 Préparation de la suspension :

Après incubation, quelques colonies bien isolées sont raclées à l'aide d'une pipette pasteur puis déchargées dans un tube contenant de l'eau physiologique stérile et homogénéiser à l'aide d'un vortex.

La suspension bactérienne est ajustée à une densité optique (D.O) comprise entre 0.08-0.1 l'équivalent de 0.5 MF lue à 625 nm.

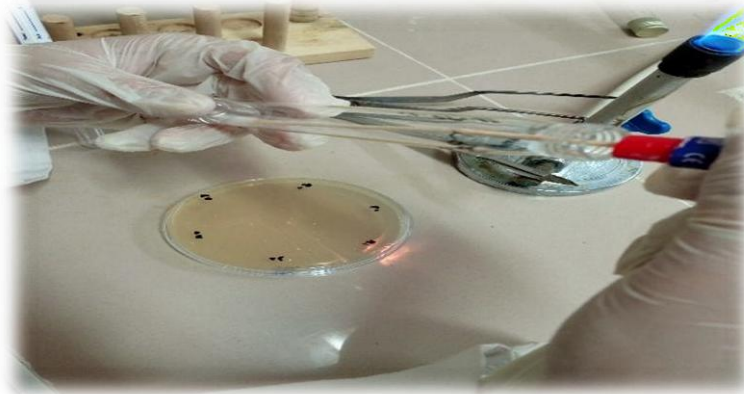


Figure 19 : Préparation d'une suspension bactérienne (photo personnelle).

III.2.2.5 Ensemencement sur milieu Mueller-Hinton :

Les prélèvements ont été effectués sur des boîtes contenant le milieu Mueller-Hinton, puis par la suspension bactérienne déjà préparée. Réaliser ensuite des puits de 6 mm à l'aide d'un emporte-pièce, tout en respectant la distance de 3 cm entre les disques et 1 cm du bord de la boîte.

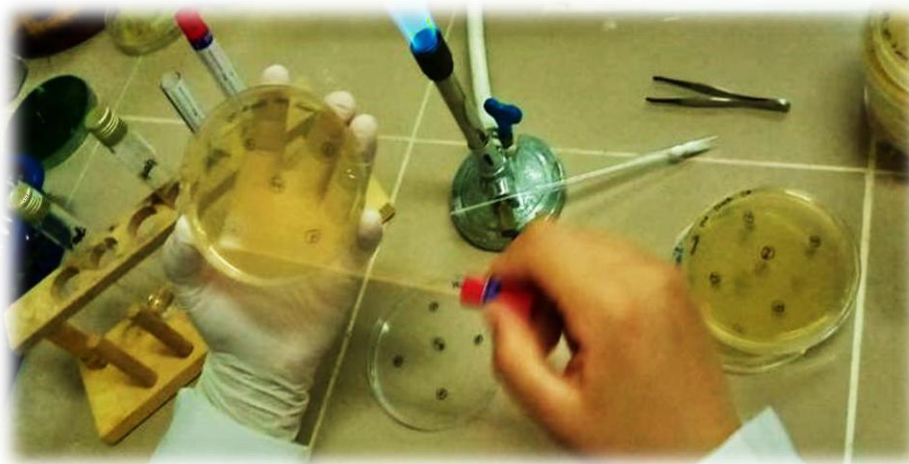


Figure 20 : Technique d'ensemencement sur milieu Mueller-Hinton (photo personnelle).

III.2.2.6 Analyse des échantillons :

Les échantillons ont été décongelés à l'air libre, ensuite déposés sur un plateau en acier inoxydable stérile.

A l'aide d'un emporte-pièce; prélever puis déposer des petits morceaux de foie dans les puits déjà réalisés. Incuber les boîtes à 37°C, la lecture des résultats s'effectue en mesurant le diamètre des zones d'inhibitions autour des puits après 24 h d'incubation.

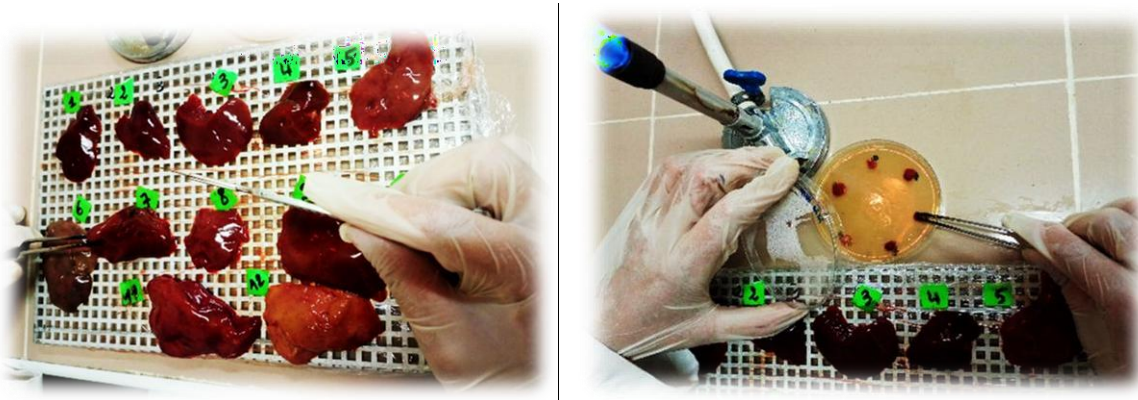


Figure 21 : Technique des puits (photo personnelle).

III.2.2.7 Lecture des résultats

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

La lecture se fait à l'aide d'une règle. Les échantillons de viande avec une zone d'inhibition d'au moins 9 mm de diamètre ont été considérés comme positifs et ils ont été considérés comme contenant des antibiotiques.

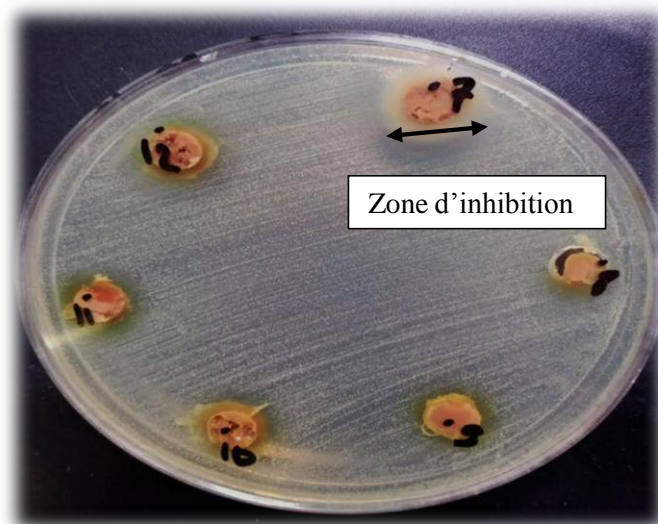


Figure 22 : Distribution des zones d'inhibition (photo personnelle).

Chapitre IV :

Résultats et discussion

IV Résultats et discussions

IV.1 Résultats

IV.1.1 Résultat global

Parmi les 72 prélèvements analysés, nous avons pu enregistrer 80.55% d'isolement de *S.aureus* dans les carcasses de volailles. Cependant on constate l'absence totale de *Salmonellaspp* dans les carcasses, comme le confirme la figure 23.

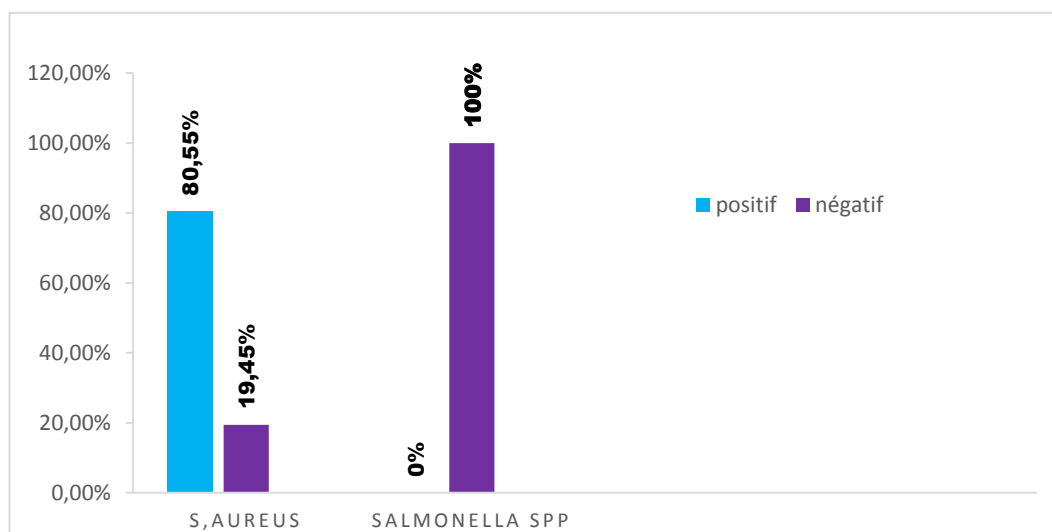


Figure 23 : Prévalence de *S.aureus* et de *Salmonella spp.*

IV.1.2 Prévalence de *S.aureus* dans les carcasses de poulets

D'après nos résultats présentés dans la figure 24, la partie externe des carcasses était la partie la plus contaminée, avec une fréquence d'isolement de 89%. Cependant on a enregistré la présence de 33% de *S.aureus* à l'intérieur des carcasses.

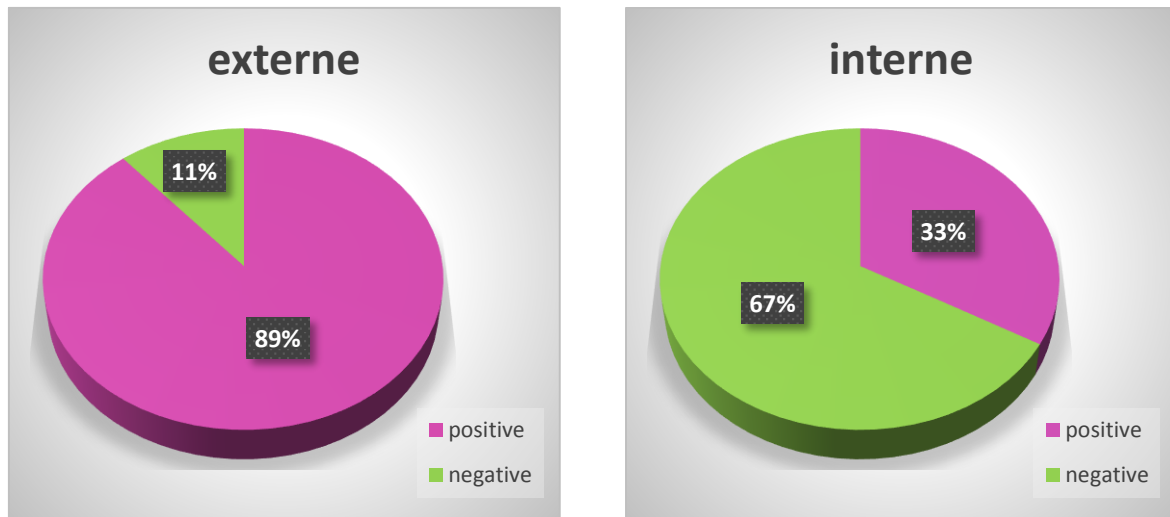


Figure 24 : Prévalence de contamination de *S.aureus* des parties internes et externes de carcasses de poulets.

IV.1.3 Résultats par rapport à l'âge de la volaille

D'après nos résultats, on remarque que les poulets agés de plus 50 jours sont les plus contaminés, avec un taux de 100%. Contrairement aux poulets agés de moins 50 jours qui sont moins contaminés avec un taux de 93.33% (figure 25).

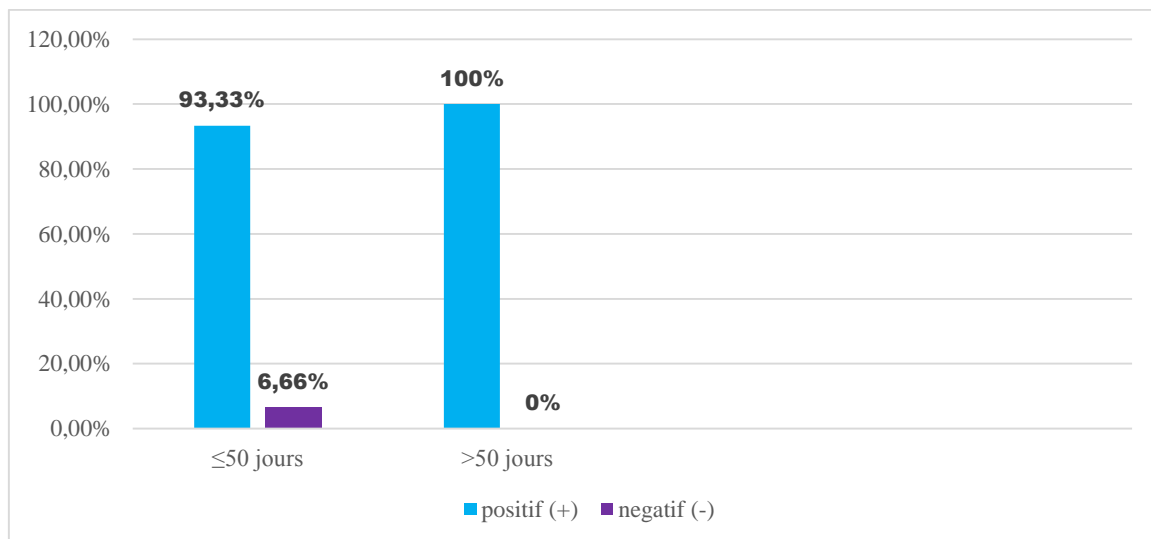


Figure 25 : Taux de contamination des carcasses de poulet selon l'âge.

IV.1.4 Résultats selon la provenance (secteur d'activité)

D'après nos résultats ; on constate que la plus part des carcasses contaminées proviennent du secteur public avec un taux de 100% (figure 26).

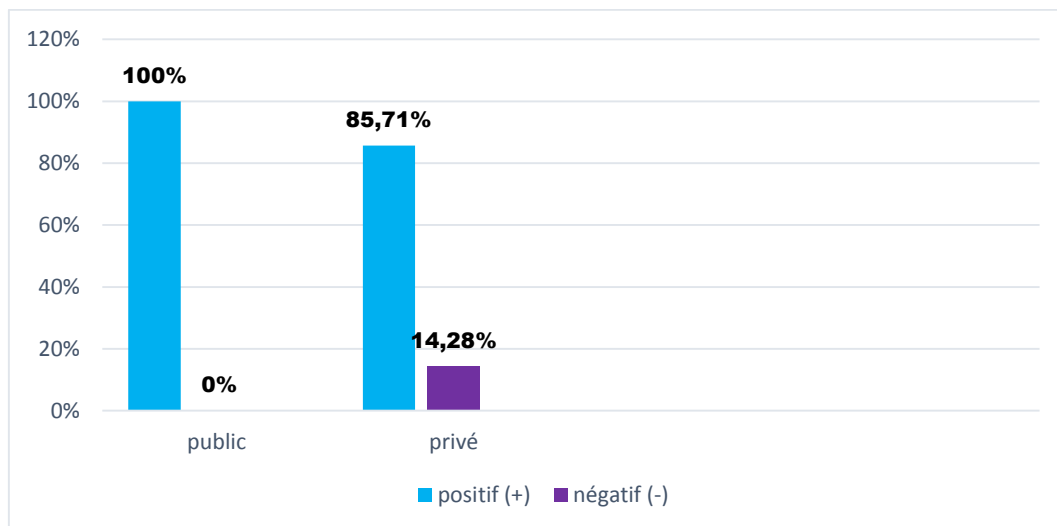


Figure 26 : Taux de pourcentage de la contamination des carcasses selon la provenance (secteur d'activité) .

IV.1.5 Résultats selon l'effectif des élevages

D'après nos résultats (figure 27), on constate que les lots représentant une capacité de 0 à 2000 sujets sont moins contaminés soit 75 %, en effet les lots dont la capacité est de 2000 jusqu'à 6000 sujets sont les plus contaminés soit 100 %. Donc ,on remarque que ; plus l'effectif est grand ,plus la contamination devient plus importante

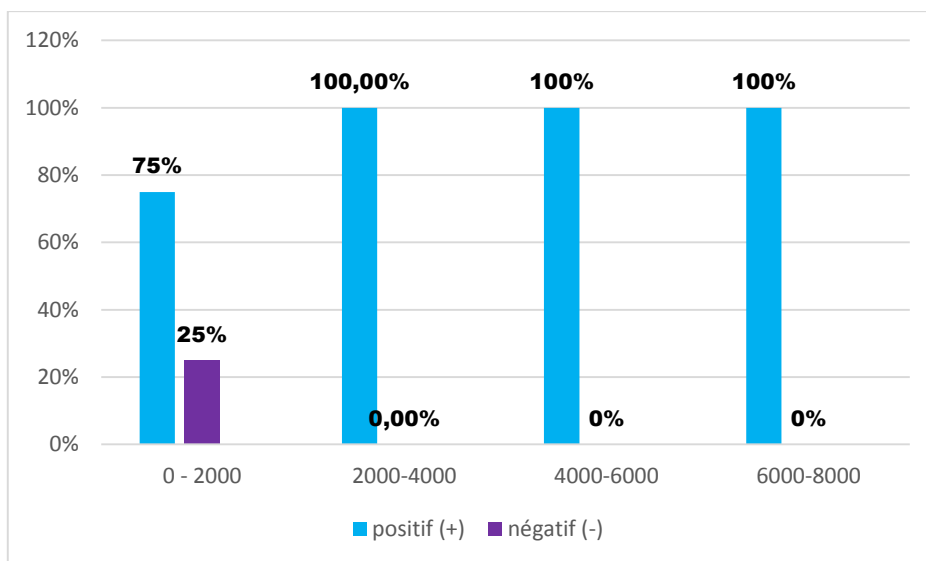


Figure 27 : Taux de pourcentage de la contamination selon l'effectif des élevages.

IV.1.6 Résultats par rapport au poids moyen des sujets

D’après nos résultats on constate que les carcasses de poulet de chair qui présentent une masse inférieure ou égale à 2,500kg sont les plus contaminés soit 100% par rapport aux carcasses qui pèsent plus de 2,500 kg soit 75% (figure 28).

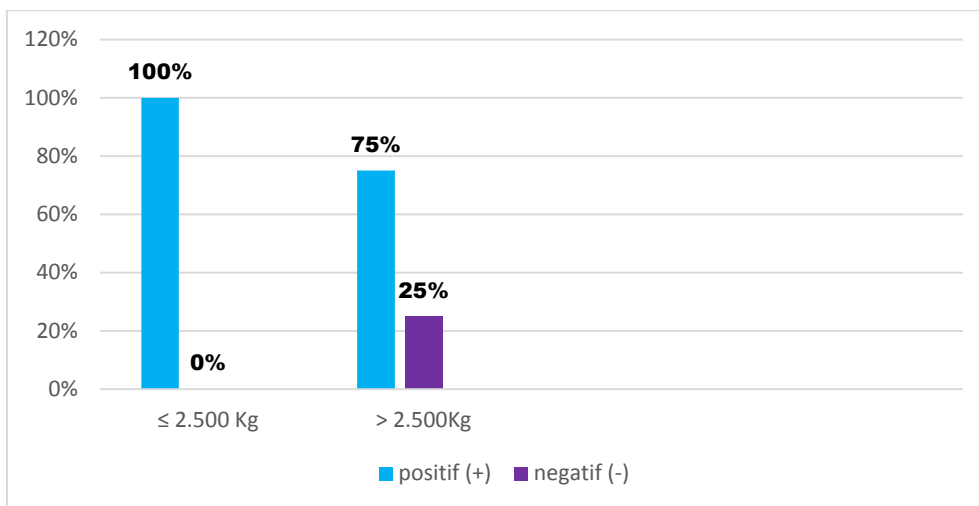


Figure 28 : Taux de pourcentage de contamination des carcasses selon le poids moyen.

IV.1.7 Résultats selon la saisie sanitaire des poulets dans l’abattoir

Nous avons constaté que le pourcentage de saisie change d’un lot à un autre, par rapport aux conditions d’abattage. De ces résultats nous avons déduit qu’au niveau de l’abattoir les carcasses qui ont subis une faible saisie (≤ 10%) représente un taux de 56% et 44% pour les carcasses dont la saisie est grande (> 10%) (figure29).

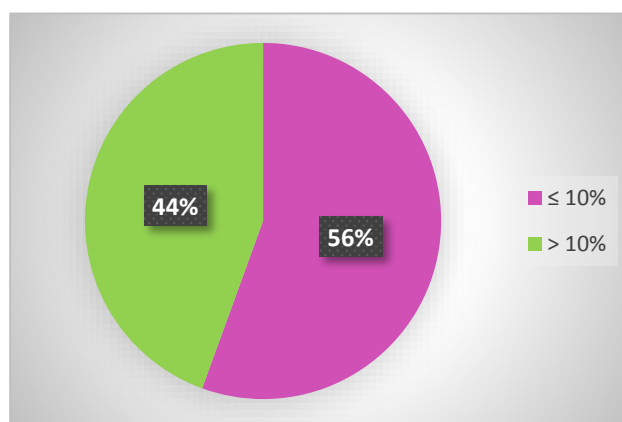


Figure 29 : Taux de contamination selon la qualité des carcasses.

IV.1.8 Résultats par rapport à la mortalité au niveau de l’abattoir :

D’après nos résultats, on constate que le nombre des sujets dont la mortalité est supérieure à 15 morts sont les plus élevés avec un taux de 100%. Par contre, le nombre des sujets dont la mortalité inférieure ou égale à 15 morts représente un faible pourcentage soit 85.71% (figure 30).

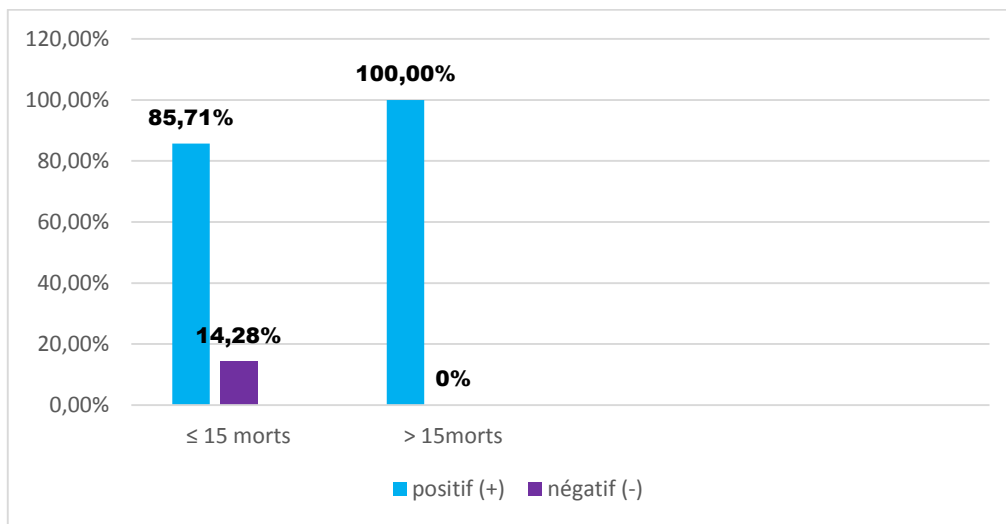


Figure 30 : Taux de mortalité des poulets avant l’abattage.

IV.1.9 Résultats par rapport aux mécanismes de résistance aux antibiotiques des *S.aureus*

D’après nos résultats, seulement 3% des *S.aureus* isolés présentent un mécanisme de résistance aux antibiotiques complexe de types SARM (figure 31).

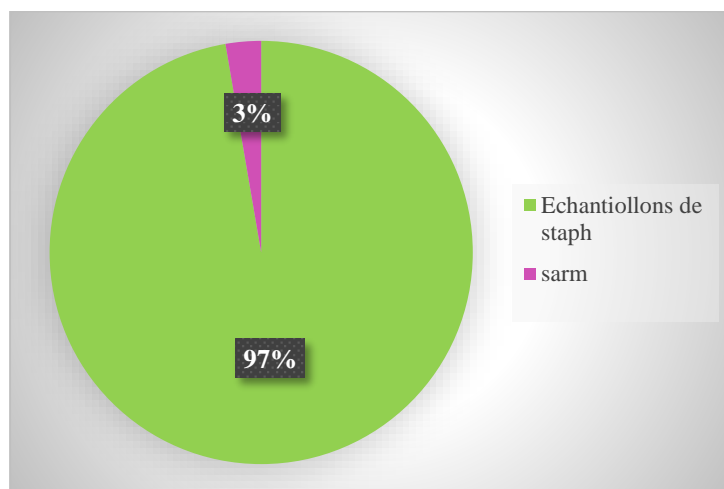


Figure 31 : Représentation graphique de prévalence des sarms dans les carcasses de poulet.

Selon la technique MRSA ; le profil de résistance aux antibiotiques de *S.aureus* a montré une résistance élevée à l'oxacilline (figure 32). La présence de cette résistance n'est que le résultat de l'utilisation des antibiotiques chez la volaille.

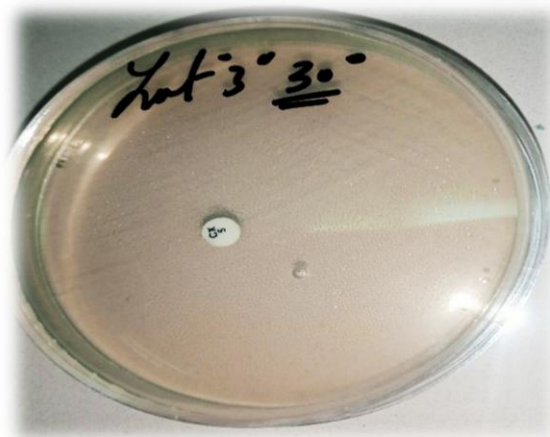


Figure 32 : Résultat d'un sarm résistant à l'oxacilline (cx5). (Photo personnelle)

IV.1.10 Résultat de la recherche des résidus d'antibiotiques dans les abats de poulet :

D'après nos résultats obtenus sur les 38 échantillons de foie de volaille analysés, nous avons constaté la présence d'antibiotiques seulement dans deux échantillons cela représente un taux de 5% (figure 33).

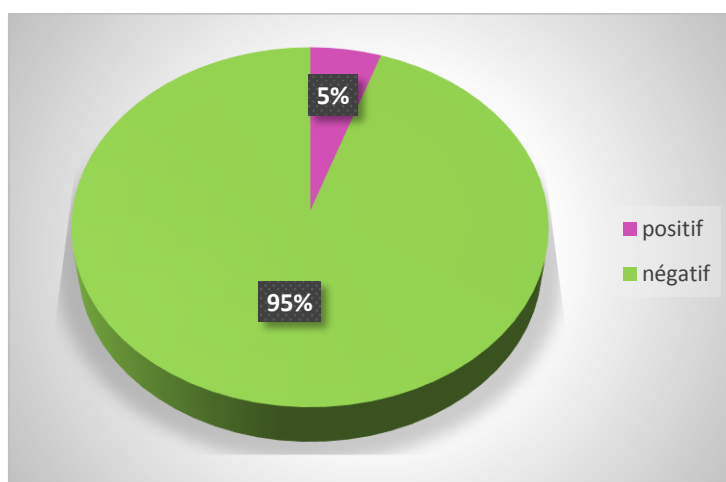


Figure 33 : Recherche des résidus d'antibiotiques dans les abats de poulet.

III.1 Discussion

Isolé pour la première fois par **Rosenbach**, *S.aureus* est une bactérie pouvant causer une grande variété d'infections allant de l'infection des tissus mous et de la peau à l'intoxication alimentaire (**Kehrenberg et al, 2009**).

Nos résultats révèlent une prévalence de *S.aureus* de l'ordre de 80.05% sur un total de 36 prélèvements issues de poulet de chair, cette fréquence semble plus importante que celle rapportée par **Ali et al (2017)** qui ont annoncé des taux de contaminations du poulet de chair de l'ordre de 50%.

Ainsi, **Bakeet et Darwish (2014)** ont annoncé une prévalence de l'ordre de 42.5% en Egypte. De nombreuses études réalisées à travers plusieurs pays ont montré l'importance de contamination des animaux par *S.aureus*.

La présence de *S.aureus* au niveau des carcasses de poulets peut être due à plusieurs facteurs :

- Le non-respect des bonnes pratiques d'hygiène au cours de l'abattage ;
- L'augmentation de la température pendant les mois chauds ;
- le non-respect de la chaîne de froid qui favorise la prolifération bactérienne (**Manon , 2010**).

Les volailles, en particulier les poulets de chair, sont fréquemment infectées par *Salmonella*, généralement sans symptômes cliniques détectables.

On parle ici d'infections subcliniques ou d'oiseaux porteurs sains (**Barrow et al. 2012; Cosby et al. 2015**). Ces porteurs sont considérés comme des facteurs de risque importants pour la transmission de *Salmonella* à la viande (**Hugas et Beloeil 2014**).

Au cours de notre étude, aucun isolement de *Salmonella spp* n'a été effectuée, malgré que ce germe été présent au niveau des élevages en Algérie, à hauteur de 37 % selon **Elgroud et al. (2009)**.

Cela pourrait être due aux modalités d'excrétion de ce germe et au nombre de prélèvement réalisés, car un nombre de prélèvement réduit pourrait diminuer les chances d'isolement de ce germe, vu l'excrétion intermédiaires de ce dernier et la sensibilité des techniques de détection mis en œuvre pour l'isolement de ce germe.

La présence de *S.aureus* dans les aliments constitue une menace pour la santé humaine car certaines souches sont capables de produire des entérotoxines, qui peuvent provoquer une intoxication.

Les aliments ne deviennent toxiques que lorsqu'ils sont contaminés par des souches productrices d'entérotoxines et lorsque des conditions propices à la prolifération bactérienne sont réunies (**Soares et al. 1997**).

De plus certaines souches *S.aureus* ce sont révélées hautement résistantes à la méthicilline (SARM), ce dernier représente un problème majeur de santé publique d'ailleurs **Kluytmans et al (1997)**, ont décrit la première épidémie de SARM d'origine alimentaire qui causa la mort à cinq des vingt- un patients (**Normanno et al, 2007**).

Donc la détection de ce dernier dans les abattoirs peut présenter un risque pour la santé humaine, non seulement pour le consommateur mais aussi pour le professionnel (**Chairat et al, 2015**).

Dans notre étude la prévalence de SARM a été estimée à 1% sur un total de 36 prélèvements isolés.

Dans une autre étude en Espagne sur 148 échantillons de viande de poulet, une contamination de l'ordre de 1 (0,68%) a été signalée. En effet ; nos données suggèrent une faible prévalence de SARM chez la viande de poulet.

Les poulets âgés de plus de 50 jours étaient les plus infectés par *S.aureus*. Sachant que la durée d'élevage de poulet de chair en France, au Brésil et aux Etats Unis est comprise entre 42et 46 jrs (**Kaci et Bokelal, 2007**), en effet l'allongement de la durée d'élevage pourrait augmenter le risque de la contamination par ce germe.

La contamination fécale des litières est également décrite comme source d'infection probable chez les animaux dans les bâtiments qui ne sont pas entièrement nettoyés ou qui contiennent de la litière recyclée (**Line, 2002**).

D'ailleurs **Brooks et al. (2008)** ont démontré que 90% des 10^{10} des bactéries cultivables/kg de litière appartiennent au germe *S.aureus*.

D'après nos résultats, les poulets ayant un poids de 2.500 kg à l'âge de 50jrs pouvait être d'emblée contaminés, car à cet âge le poulet devrait avoir un poids minimale qui dépasse 2.500 kg. Cela suppose l'implication probable de pathologie dans cette mauvaise prise de poids.

Nos résultats montrent que les lots dont l'effectif est moins de 2000 sujets sont les moins contaminées par *S.aureus*, par rapport aux lots présentant un effectif de plus de 2000 sujets.

Cette dernière peut être expliquée par une mauvaise gestion d'un grand nombre de l'effectif par le personnel à cause de modalité liée à l'utilisation machines manuelles (non modernisés) utilisées au niveau de l'abattoir tel que : la machine à coup, la jaboteuse et la machine à gésier. Par conséquent représenter un facteur de risque pour la contamination d'autres carcasses.

D'après nos résultats, la majorité des carcasses infectées par *S.aureus* proviennent du secteur public. Cela peut être expliqué ;

D'une part par le peu investissent des éleveurs publics dans les outils de production (rénovation des bâtiments, installation d'équipements nécessaires à l'amélioration de l'environnement et de la santé...), car ils trouvent ces investissements coûteux. Contrairement aux éleveurs privés qui exploitent et améliorent leurs équipements pour accroître la production.

Et d'autre part par le nombre réduit de nos prélèvements d'origine privés ce qui diminue considérablement les chances d'isolement de ce germe.

Dans notre étude les carcasses dont le taux de saisie est inférieur ou égal à 10% sont les plus infectés par *S.aureus*. Les carcasses retirées de la chaîne d'abattage ont été décomptées par des motifs réglementaires de façon hétérogène à savoir la congestion, la dermatite, la cachexie, l'ascite, la coloration anormale, des lésions cutanées...

Ce problème de saisie est due à plusieurs facteurs liés surtout au transport des animaux et au ramassage (cages non conformes, véhicules non adaptés, des ouvriers non qualifiés) (**Guettaf et al; 2010**).

D'après notre étude, les bandes d'abattage dont la mortalité été supérieure à 15 sont les plus élevés, ce qui est supérieur au taux enregistré par **Lupo** en 2007. A l'exception de quelques cas rares de maladies, la mortalité animale peut être liée à de mauvaises conditions de

ramassage et de transport des volailles (caisses parfois surchargées, stress du transport et du déchargement, chaleur et froid).

Concernant la recherche des résidus d'antibiotiques, une étude réalisée en Suisse (**Sisqa, 2003**) portant sur l'effectif total de 55 échantillons de viande de volaille provenant de différentes régions du monde (la Chine, Brésil, Europe de l'Ouest, Europe de l'Est, Thaïlande, et Chili) présente des résidus d'antibiotique, soit un taux de 36%.

Un plan de surveillance des résidus d'antibiotique dans la viande des Royaume Unie a révélé un taux de positivité de 0.8% en 2000, de 3.97% en 2002 et 0.2% en 2003 (**Mavis, 2003**).

En Tunisie une étude portant sur la détection des résidus d'antibiotiques sur 10 échantillons (muscle et foie de volaille) par **Ben Ali en 2007**, les résultats ont montré que tous les échantillons sont négatifs, ce qui veut dire 0% de résidus d'antibiotiques.

En comparant ces résultats avec ceux obtenus lors de notre investigation, on note une très grande différence car sur 38 échantillons de foie analysés, 2 résultats sont apparus positifs avec un taux de 5%.

Un certain nombre de raisons peuvent nous permettre d'expliquer cette prévalence des résidus d'antibiotiques. La première est la manière dont les antibiotiques sont utilisés par les acteurs de l'élevage. En effet, l'accessibilité aux antibiotiques et leurs usages par les paysans et les éleveurs échappant à ce contrôle, l'abondance de ces médicaments sur le marché et la facilité d'accès, et ceci sans aucun respect des délais d'attente (avant l'abattage).

Conclusion

◆ Conclusion

Ce travail avait comme objectif d'évaluer les contaminations par *S.aureus* et *Salmonella spp* dans les poulets de chair au niveau d'un abattoir avicole de la Wilaya de Tizi-Ouzou, de rechercher des résidus d'antibiotiques dans les abats de poulet, et nous terminons par les conclusions suivantes :

- ✓ Présence de *S.aureus* à hauteur de 80.55% dont 1% sont des SARM.
- ✓ Aucune souche de *Salmonella spp* n'a été détectée.
- ✓ Les poulets âgés de plus de 50jours sont les plus infectés par *S.aureus*.
- ✓ Les lots qui ont présentés un effectif supérieur à 2000 sujets étaient les plus contaminés.
- ✓ Les carcasses provenant du secteur public été plus contaminés que celles du secteur privé.
- ✓ La contamination par *S.aureus* été condensé dans les bandes d'abattage dont la mortalité été supérieure à 15 sujets.

Notre mémoire permet aussi de détecter la présence de résidus d'antibiotiques dans 38 échantillons de foie de poulet dans différents points de vente privés de différentes régions de Tizi-Ouzou. En effet, les résultats obtenus dans cette partie révèlent la présence des résidus d'antibiotiques dans les abats avec un pourcentage de 5%, qui peut être expliqué par l'utilisation anarchique des antibiotiques par quelques éleveurs.

Il est vrai que la prévalence des résidus d'antibiotiques enregistrée est faible, mais le danger reste réel pour la santé humaine.

◆ **Recommandations**

Les résultats obtenus par la présente étude restent préliminaires, il semblerait que cela suscite un certain nombre de recommandations comme :

- ✓ Mise en place de moyen de lutte contre les contaminations croisées, notamment dans les élevages, les couvoirs et le transport
- ✓ La maîtrise des bonnes pratiques d'hygiène au niveau de l'abattoir tout au long de la chaîne d'abattage.
- ✓ Le contrôle et la surveillance des antibiotiques et de leurs résidus dans les aliments d'origine animale.
- ✓ Les éleveurs doivent être sensibilisés sur les dangers que présentent les résidus d'antibiotiques et respecter les délais d'attente prescrits.
- ✓ Le HACCP est nécessaire dans les autres industries agro-alimentaires afin d'améliorer la qualité hygiénique du produit fini avant la distribution au consommateur.

Références

bibliographiques

◆ Références bibliographique

- **AGRICULTURE.GOUV.FR. (2010).** Petites structures d'abattage de volailles maigres, de lagomorphes et de rongeurs. Dans Législation et réglementation: GUIDES DE BONNES PRATIQUES D'HYGIENE. France: https://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/documents/pdf/Petites_structures_abattage_volailles_lagomorphes_rongeurs_5947_juin2010_cle8628cd. consulté le 18-05-2022.
- **Ali, Y., Islam, M.A., Muzahid, N.H., Sikder, M.O.F., Amzad Hossain, M.A., Marzan, L.W. 2017.** Characterization, prevalence and antibiogram study of *Staphylococcus aureus* in poultry. *Asian Pac J Trop Biomed* 2017; 7(3): 253–256.
- **Allaoui N. (2011).** Situation actuelle et perspectives de modernisation de la filière avicole en Algérie. Service des Sciences Avicoles, Département Vétérinaire, Université Hadj Lakhdar de Batna, Algérie, p.1.
- **ANSES (2009).** (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail). Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : *Staphylococcus aureus*. référence dans (Centre d'Information des Viandes).
- **ARNAL G. (2003).** Source et caractère entérotoxigènes des *Staphylococcus* en élevage ovin laitier. Thèse de doctorat, université Paul-Sabatier de Toulouse.
- **BACCAR.M, KACEM.S, & BEN DHIAB.H. (2012).** fr.scribd. Récupéré sur <https://fr.scribd.com/>: <https://fr.scribd.com/doc/91571248/Abattage-Des-Volailles> consulté le 12/05/2022 à 22 :13.
- **Bakeet, A.A.M., Darwish, S.F. 2014.** Phynotypic and genotypic detection of Methicillin-Resistant *Staphylococcus Aureus* (MRSA) in broiler chickens. *Assiut Vet. Med. J.* Vol. 60 No. 143. Fifi Barrow, P. A., M. A. Jones, A. L. Smith, and P. Wigley. 2012. 'The long view: Salmonella - the last forty years', *Avian Pathology*, 41: 413-20.
- **BALMA L., 1989.** Contribution à l'étude de l'hygiène de la restauration collective commerciale moderne dans la région de Dakar Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 39.

Références bibliographiques

- **Batista, D. F. A., O. C. Freitas Neto, P. A. Barrow, M Fifi Cosby, D. E., N. A. Cox, M. A. Harrison, J. L. Wilson, R. Jeff Buhr, and P. J. Fedorka-Cray. 2015.** 'Salmonella and antimicrobial resistance in broilers: A review', *Journal of Applied Poultry Research*, 24: 408-26.
- **Bell, C. et Kyriakides, A., 2002.** Salmonella in: *Foodborne Pathogens. Hazards, risk analysis and control.* Woodhead Publishing Limited, p: 307-334.
- **Bergey, D. H., and John G. Holt. 1994.** *Bergey's manual of determinative bacteriology.*
- **Boost, M.V., et al., 2013.** Isolation of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) from retail meats in Hong Kong. *Foodborne Pathogens and Diseases*. 10(8): p. 705-10
- **Bornert G., (2000).** Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. *Revue Médecine. Vétérinaire*, vol 151(11), 1003-1010.
- **BOURGOIS C M ., MESCLE J.F ., ET ZUCCA J .(1996)-** Microbiologie alimentaire Tome1: aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliment, Paris : Tec et Doc, 1996.P314-326.
- **BOUTOU, O. (2006).** Management de la sécurité des aliments, de l'HACCP à l'ISO 22000 .AFNOR.
- **Bouvier C, Portet P, Favennec Y, Bussereau D, 2006.** Filière de production et qualité nutritionnelle des aliments. Mission parlementaire du député de la Mayenne auprès du ministre de l'Agriculture et de la Pêche, tenue du février à août 2006, 77 pp.
- **Brooks., Cerca, N., J.L and K.K. Jefferson,** Regulation of the intercellular adhesin locus regulator (*icaR*) by *SarA*, σB , and *IcaR* in *Staphylococcus aureus*. *Journal of Bacteriology*, 2008. 190(19): p. 6530-6533.
- **Brouillet P. (2002).** Residus de médicament dans le lait et test de détection. *Bull. Groupements techniques vétérinaires*. V.15.171P.
- **Cartier P, Moevi I. 2007.** Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. Département Techniques d'Élevage et qualité. Service Qualité des viandes. Compte rendu final n° 17 05 32 022, 70p.

Références bibliographiques

- **Cartier, P. (2007).** Le point sur La qualité des carcasses et des viandes de gros bovins, Compte rendu final n° 17 05 32 022, Service Qualité des Viandes, Département Techniques d'Élevage et Qualité, p 12, 58, 59.
- **Cassignol F., 2014.** Palmarès des critères d'achat de viande des Français, [Dossier de presse].19p. <https://www.cultureviande.fr/presse/palmares-de-critere-dachat>. Consulté le 05/07/2022 à 08 :44.
- **Châtaigner. B et Stevens. A(2003).** Investigation sur la présence de résidus d'antibiotiques dans les viandes commercialisées à Dakar (Institut Pasteur de Dakar), page 3–15, 51.
- **CHOUGUI N ;(2015).** Technologie et qualité des viandes .université abderrahmane mira de Bejaia.
- **Codex Alimentarius. (1997).**
Coibion, L., 2008. Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine :
- **COLIN, P. (1972).** La volaille ; in « La viande et le Froid, Production, Transformation».
- **COLLINS, D. S., GRACEY, J. F.** Food poisoning and meat microbiology. In : Meat hygiene, ninth edition. London : Baillière Tindall, 1992. 222-250.
- **CORALLI, & al. (2007).** SAISIE SANITAIRE LORS DE L'INSPECTION DES POULETS DE CHAIR A L'ABATTOIR : ETAT DES LIEUX DANS LE GRAND OUEST DE LA FRANCE EN 2005.
- **CRAPLET, C. (1966).** La viande de bovins. Tome I. Ed Vignot frère, Paris p 74 – 86
- **DILA (Version juin 2010).** Guide de « Bonnes pratique d'hygiène ». Ouvrage édité par la DILA (Direction de l'information légale et administrative). NOR ECOC0500094V (Journal officiel de la république française du 15 juin 2005).
- **DIRECTION DES SERVICES VETERINAIRES. (2015).** CONTROLE SANITAIRE OFFICIEL DES VIANDES DE VOLAILLES (Manuel des Procédures). cameroun. Récupéré sur https://www.standardsfacility.org/sites/default/files/STDF_PG_336_Manuel_Viande_Volaille_Feb-15.pdf consulté le 21/05/ 2019 à 12 :03.
- **Donkor E.S., Newman M.J., Tay S.C.K., Dayie N.T.K.D., Bannerman E. & Olu-Taiwo M. (2011).** – Investigation into the risk of exposure to antibiotic residues contaminating meat and egg in Ghana. Food Control, 22, 869–873.
- **DRIEUX, H., FERRANDO, R., JACQUOT, R. (1962).** Caractéristiques alimentaires .Ed presses universitaires de France, Paris. p 155

Références bibliographiques

- **DSV. (2001).** Fonctionnement des établissements d'abattage.
- **Eliot M. (2004).** Plan de contrôle des résidus d'antibiotiques dans les viandes d'animaux de boucherie, de volaille, de gibiers, de lapin et de poisson d'élevage. P2.
- **Euzéby J.P. (2007).** Dictionnaire de bactériologie vétérinaire. [En ligne] Adresse URL : <http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/>, consulté le 15/08/2007.
- **Euzeby, J. P. 1999.** Revised Salmonella nomenclature: designation of Salmonella enterica (ex Kauffmann and Edwards 1952) Le Minor and Popoff 1987 sp. nov., nom. rev. as the neotype species of the genus Salmonella Lignieres 1900 (approved lists 1980), rejection of the name Salmonella choleraesuis (Smith 1894) Weldin 1927 (approved lists 1980), and conservation of the name Salmonella typhi (Schroeter 1886) Warren and Scott 1930 (approved lists 1980). Request for an opinion', Int J Syst Bacteriol, 49 Pt 2: 927-30.
- **Fabre J.M. and Rault A. (2006).** Validation AFNOR des méthodes alternatives d'analyse- application à la détection des résidus d'antibiotiques et autres molécules à effet antibactérien dans les produits agro-alimentaires. Laboratoire d'étude et de recherches sur les médicaments vétérinaires et les désinfectants. Laboratoire communautaire de référence. FOUGERES. France. 86P
- **FAO (2015).** Projet MTF/CMR/034/STF Projet appui à l'amélioration du contrôle des maladies transfrontalières du bétail objet du commerce. Contrôle sanitaire officiel des viandes de volailles (Manuel des procédures). République de Cameroun, direction des services vétérinaires.
- **FAO, 2018.** Production mondiale de viande. https://www.3trois3.com/derniere_heure/fao-production-mondiale-de-viande-en-2018_13646. Consulté le 04/07/2022 à 09:23.
- **FEDERIGHI M. (2005).** Bactériologie alimentaire, compendium d'hygiène des aliments. 2^{em} édition, ECONOMICA, Paris. pp 25-50.
- **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.

Références bibliographiques

- **FOSSE, J., MAGRAS, C. 2004.** Dangers biologiques et consommation des viandes. Paris : Lavoisier, 220 p.
- **FOSSE, J.A.S. (2003).** Les dangers pour l'homme liés à la consommation des viandes.
- **Foury A., 2005.** Aspects génétiques des réponses neuroendocriniennes de stress chez le porc. Conséquences sur la composition de la carcasse. Thèse Ecole Pratique des Hautes Etudes.
- **Gaudin V. Fabre J.M. and Rault A. (2006).** Validation AFNOR des méthodes alternatives d'analyse- application à la détection des résidus d'antibiotiques et autres molécules à effet antibactérien dans les produits agro-alimentaires. Laboratoire d'étude et de recherches sur les médicaments vétérinaires et les désinfectants. Laboratoire communautaire de référence. FOUGERES. France. 86P.
- **GENOT S.,(2004).** Troupeau et culture des tropiques. Technologie poste récolte. pp68-71.
- **GUIBERT P. (1988).** Hygiène et sécurité dans la grande distribution in L'hygiène et la sécurité alimentaire dans la filière viande. APRIA. Paris. pp31.P71.
- Hakem A., Titouche Y., Houali K., Yabrir B., Malki O., Chenouf N., Yahiaoui S., Labiad M., Ghenim H., Kechih-Bounar S., Chirila F., Lapusan A. et Fit N.I. (2013). Screening of Antibiotics Residues in Poultry Meat by Microbiological Methods. Bulletin UASVM, Veterinary Medicine, 70(1):77-82
- **Hanning, I.2012.** Characterization of Staphylococcus aureus isolates from retail chicken carcasses and pet workers in Northwest Arkansas. Journal of Food Protection, 75(1): p. 174-8.
- **HARKATI. (2007).** Etude de paramètre biologique intervenant dans l'attendrissage
- **Haughey S.A. et Baxter C.A. (2006).** Biosensor for veterinary residues in food stuffs of A.O.A.C in international.P862-867.
- **Henry M, (1992),** Les viandes de boucherie dans l'alimentation et la nutrition humaine .ESF.Paris. p738-750, p1533, p739-741, p747748.
- <http://www.uprt.fr/mesimages/fichiersuprt/al- alimentation/al-p-production-et- qualite nutritionnelle. pdf>.

Références bibliographiques

- **Hugas, M., and P. Beloeil. 2014.** 'Controlling Salmonella along the food chain in the European Union - progress over the last ten years', Euro Surveill.
- **INRA(2007).**Rendre la viande de volaille plus sûre.[<http://www.science.gouv.fr/fr/actualites/bdd/res/2492/rendre-la-viande-de-volaille-plussure/>]. Consulté le 01/07/2022 à 14 :38.
- **ITAVI, 2017.** Situation du marché des volailles de chair. Service économique.
- **J. Appl. Biosci. 2018.** Production, importation et qualité des viandes consommées au Bénin.
- **Jay, J.M., Loessner, M.J. and Golden, D.A. 2005.** Modern Food Microbiology. 7 th ed. New York: Springer Science and Business Media, New York,USA.
- **JOFFIN C. (1985).** Microbiologie alimentaire. ED. Centre régional de documentation. 172p
- **Joseph Pierre Guiraud. (2012).** Microbiologie Alimentaire, Paris. p79, 87, 93, 98.
- **JOURNAL OFFICIEL EUROPEEN N° L 227. (1978).** Directive 90/425/CEE du Conseil, du 26 juin 1990, relative aux contrôles vétérinaires et zootechniques applicables dans les échanges intracommunautaires de certains animaux vivants et produits dans la perspective de la réalisation du marché intérieur. 32-33. Récupéré sur <http://www.encyclopedie.universelle.net/abattoir-inspection-sanitaire.html>. consulté le 20/05/2022 à 11 :08.
- **JOUVE, J -L. (1996).** Volailles et Ovo produits ; in : « Qualité Microbiologique des Aliments : Maitrise et Critère » .CNERNA-CNRS.
- **Kehrenberg, C. 2009.** Methicillin-resistant and -susceptible Staphylococcus aureus strains of clonal lineages ST398 and ST9 from swine carry the multidrug resistance gene cfr. Antimicrobial Agents Chemotherapy,53 (2): p. 779- 81.
- **Kennedy D.G., Mac-Cracken R.J., Cannavan A. et Hewitt S.A. (1998).** Use of LC/MS in the analysis of residues of antibiotics in meat and milk. Journal of chromatography A.P77-98.

Références bibliographiques

- **Kluytmans, J., van Belkum, A., Verbrugh, H. 1997.** Nasal carriage of *Staphylococcus aureus*: epidemiology, underlying mechanisms, and associated risks. *Clin Microbiol. Rev.* 10. 505-520.
- **Korsak, N ; Clinquat, A ; Daube, G(2004).** « *Salmonella* spp, dans les denrées alimentaires d'origine animale : un réel problème de santé publique ? » *Revue de Médecine vétérinaire* 148, 174-193 p.
- **Kralik Gordana, Kralik Zlata, Manuela Grčević, Danica Hanžek. 2017.** Quality of Chicken Meat : DOI: 10.5772/intechopen.72865. www.intechopen.com .consulté le 02/06/2022.
- **L. et Hocquette, JF , 2012.** Méta-analyse de la comparaison des paramètres métaboliques et
- **Labadie J.C., Dousset X., Hebraud M.,(1996).** Les *Pseudomonas* et autres bactéries Gram - d'altération. In : Bourgeois C.M., Mescle J.F., Zucca J. (Eds.), *Microbiologie alimentaire. Tome 1 : aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments.* Technique et Documentation: Paris, p 209-220.
- **LARPENT JP., (2000).** Introduction a la nouvelle classification bactérienne et les principaux groupes bactériens. Tec & Doc. Lavoisier. Paris, New York, London. 107.
- **LARREY D. (2003).** Hépatite bactérienne. Masson, Paris.
- **Le loir, Y., Gautier, M. 2010.** *Staphylococcus aureus*. Tec & Doc, EMinter, Lavoisier. France. P 252.
- **Legiot, A.D ; LE mao, P ; Convent, A et Penot(1993).** Recherche des salmonelles dans les mollusques bivalves marins par conductance-métrie. direction de l'environnement et de l'aménagement journal, 6 p.
- **Marangoni F, Corsello G, Cricelli C, Ferrara N, Ghiselli A, Lucchin L, Poli A. 2015.** Role of poultry meat in a balanced diet aimed at maintaining health and wellbeing: An Italian consensus document. *Food and Nutrition Research*;59(1):1-11. DOI:10.3402/fnr.v59.27606.
- **Mavis, (2003)** - Bulletin d'information du Veterinary Medicine Directorate.

Références bibliographiques

- **MAYES T., MORTIMORE S (2001).** Making the most of HACCP, learning from others' experience 2001.304p.
- **Milhaud G. (1978).** L'utilisation rationnelle des médicaments vétérinaires et le temps d'attente, page 177-185. Rec.Méd.Vét., 1978, 154 (2) ,177-185. École vétérinaire d'ALFORT (France).
- **MOËVI I.** Le point sur la couleur de la viande bovine. Interbev : Paris, 2006, 113 p.
- **NANA G. S., (2000).** Les points à risque de la contamination microbiologique de la viande de poulet de chair dans la région de Dakar. Thèse de sciences vétérinaires, université Cheikh Anta Diop, Dakar.
- **Normanno, G.; La Salandra, G.; Dambrosio, A.; Quaglia, N.C.; Corrente, M.; Parisi, A.; Santagada, G.; Firinu, A.; Crisetti, E.; Celano, G.V.** Occurrence, characterization and antimicrobial resistance of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* isolated from meat and dairy products. *Int. J. Food Microbiol.* 2007, 115, 290–296.

Ouali, A., Herrera-Mendez, CH, Coulis, G., Becila, S., Boudjellal, A., Aubry, L.
- **PAQUIN, J. (1992).** Les Volailles, in : « Nutrition et Alimentation et Nutrition Humaine ». ESF éditeurs.
- **Pavlov AL., Lashev L., Vachin I., Rusev.V. (2008).** residus of antimicrobial DRUGSIN chicken meat and offal's. *Trakia journal of science.* Vol.6.Supp.1.P 23-25.
- **ROSSSET R. (1988).** Autres viandes et produits camés. Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire, Tec, & Doc, APRIA, vol, L, 237-250.
- **Rostagno, M.H., Wesley, I., Trampel, D. et Hurd, H., 2006.** Salmonella prevalence in market-age turkeys on farm and at slaughter. *Poultry science.* 85(10): 1838-1842
- **Ryan, Michael P., Jean O'Dwyer, Catherine C. Adley, and Catherine C. Adley. 2017.** 'Evaluation of the Complex Nomenclature of the Clinically and Veterinary Significant Pathogen Salmonella', *BioMed Research International*, 2017: 3782182.
- **Salifou CFA, Youssao AKI, Ahounou GS, Tougan PU, Farougou S, Mensah GA, Clinquart A, 2013.** Critères d'appréciation et facteurs de variation des caractéristiques de la carcasse et de qualité de la viande bovine. *Annales de Médecine Vétérinaire* 157 : 27-44.

Références bibliographiques

- **Sanders P., Bousquet-Melou A., Chauvin C. & Toutain P.L. (2011).** – Utilisation des antibiotiques en élevages et enjeux de santé publique. *INRA Prod. anim.*, 24 (2), 199–204.
- **Sanofi 1999.** L'anthropologie au risque de la métaphysique; À propos de Ernesto De Martino, *Le Monde magique*, Paris, éd. Sanofi-Synthélabo, 1999, 593 p. Postface de Silvia Mancini, traduit de l'italien par Marc Baudoux. *Gradhiva: revue d'histoire et d'archives de l'anthropologie*, 28(1), 114-117.
- **Scippo .M.L. (2008).** Technologies, sécurité et qualité des aliments introduction à la qualité et la sécurité des aliments : aspect chimique contrôle de résidus et des médicaments vétérinaire. Université de liège (France). Faculté de médecine vétérinaire. P2-36.
- **Sentandreu, MA , 2006.** Revisiter la conversion du muscle en viande et la
- **SISQA, 2003.-** Salon international de la qualité alimentaire “alimentation et santé”. Décembre 2003, organisé par le conseil régional Midi-Pyrénées. (cf. mps n 1441). “1er Carrefour des technologies de la sécurité et de la traçabilité des aliments”. www.sisqa.org .Consulté le 04-07-2022 à 22 :06.
- **Soares, M.J., Tokumaru-Miyazaki, N.H., Noletto, A.L., Figuiereado, A.M. 1997.** Enterotoxin production by *Staphylococcus aureus* clones and detection of brazilian epidemic MRSA clone (III : B : A) among isolates from food handlers .*J Med Microbiol* ; 46. 214-221.
- **TERFAYA N. (2004).** Démarche qualité dans l'entreprise et analyse des risques. Édition HOUMA.
- **TOURAILLE C., 1994.** Incidence des caractéristiques musculaires sur les qualités organoleptiques des viandes. *Renc. Rech. Ruminants*, vol 1, 169-176.
- **UWINGABIYE J. (2018).** *Acinetobacter baumannii* : comparaison phénotypique et moléculaire des isolats colonisant et/ou infectant les patients et ceux contaminant l'environnement hospitalier. Thèse de Doctorat. Université Mohammed V. Faculté de Médecine et de Pharmacie. Rabat.16, 28, 50, 129p

Références bibliographiques

- **Vinueza-Burgos C, Ortega-Paredes D, Narváez C, De Zutter L, Zurita J (2019).** Characterization of cefotaxime resistant *Escherichia coli* isolated from broiler farms in Ecuador. PLoS ONE 14(4): e0207567. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207567>. Consulté le 29-08-2022 à 21 :40.
- **VIRLING E. (1997).** Microbiologie et toxicologie des aliments : Hygiène et sécurité alimentaire. Ed DOIN.P 272.

Webographie:

- <https://www.aps.dz/algerie/tag/Minist%C3%A8re%20de%20l'Agriculture%20du%2D%C3%A9veloppement%20rural%20et%20de%20la%20Pêche>. Consulté le 03/05/2022.
- www.agriculture.gouv.fr/recensement-agricole-2010. Consulté le 15/06/2022.
- http://www.redev.info/Doc/Polagri/III-Pol-Agri-securite-alimentaire/III-3-Devlocal/Enquete_residus_AB_Senegal. Consulter le 20/08/2022.
- <http://www.science.gouv.fr/fr/actualites/bdd/res/2492/rendre-la-viande-de-volaille-plus-sure/>. Consulté le 28/07/2022.

Annexes

◆ Annexe

Annexe 01 : fiche d'enquête.

Lots	La date de prélèvement	L'âge	Espèce	Effectif	Poids moyen	%de saisie	Morts
1	20 /03/22	50jrs	Cobb 500	3120	2,006	1.92%	3
2	22/03/22	50 jrs	Cobb 500	7680	2,141	1.06%	6
3	27/03/22	48jrs	Cobb 500	7070	2,226	0.99%	30
4	28/03/22	48jrs	Cobb 500	7080	2,138	0.58%	12
5	10/04/22	45jrs	Cobb 500	7140	2,389	2.70%	32
6	11/04/22	45jrs	Cobb 500	7140	2,342	1.21%	18
7	17/04/22	46jrs	Cobb 500	6000	2,373	1.36%	32
8	18/04/22	46jrs	Cobb500	7140	2,193	2.61%	35
9	23/04/22	47jrs	Cobb500	6700	1,821	4.11%	26
10	24/04/22	47jrs	Cobb 500	7140	1,899	2.04%	29
11	11/05/22	60jrs	Cobb 500	6763	2,670	2.14%	52
12	15/05/22	47jrs	Cobb 500	7000	1,934	2.01%	30
13	16/05/22	45jrs	Cobb 500	3484	3,318	3.24%	106
14	17/05/22	48jrs	Cobb 500	1595	2,445	0.87%	15
15	22/05/22	60jrs	Cobb 500	7000	1,900	2.71%	10
16	23/05/22	48jrs	Cobb 500	3484	3,318	3.24%	106
17	24/05/22	60jrs	Cobb 500	1595	2,445	0.87%	15
18	29/05/22	47jrs	Cobb 500	3190	3,191	1,25%	2

Annexe 02 : Équipements utilisés au niveau de notre laboratoire

- Gants.
- Etuve.
- Réfrigérateur.
- Microscope optique.
- Bec benzène.
- Boîtes de pétri.
- Tube à vis.
- Portoir.
- Lame et lamelle en verre.
- Pince porte objet.
- Pipette pasteur.
- Anse de platine.
- Ecouillons simples en tubes stériles.
- règle.
- Eau physiologique.
- Disques d'antibiotique.
- Eau oxygénée.

Annexe 03 : milieux utilisés dans laboratoire

Milieu Hektoene :

La gélose Hektoen est un milieu sélectif permettant l'isolement et l'enrichissement des Entérobactéries pathogènes à partir des prélèvements divers.

Composition type (g/L) :

Peptone pepsique de viande	15
Extrait de levure	3
Extrait de viande.....	3
Lactose	3,4
Salicine	0,2
Saccharose	12
Chlorure de sodium	5
Sels biliaires	4
Citrate de Fer ammoniacal	1,5
Bleu de Bromothymol	0,064
Fuchsine acide	0,1
Agar.....	18

Présentation : Hektoen base flacon de 225 ml.

Gélose Chapman :

Composition	en	g/l
Peptone		10
Extrait de viande de bœuf.....		1
Chlorure de sodium		75
Mannitol		10

Rouge de phénol..... 0.025

gelose..... 15

Gélose Mueller Hinton (MH) :

L'utilisation de cette gélose est recommandée par le comité de l'antibiogramme de la société française de microbiologie. C'est un milieu utilisé pour tester la sensibilité des bactéries aux antibiotiques.

Composition en g/l d'eau distillée

Infusion de viande de bœuf...300 ml

Peptone de caséine.....17,5

Amidon de maïs1,5

Agar..... 17

Gélose BHIB (Brain Heart Infusion broth):

Composition en g/l

Peptone pancréatique de gélatine 10

Chlorure de sodium5

Phosphate disodique..... 2.5

Glucose..... 2

PH du milieu prêt à l'emploi 7.4 +/- 0.2 à 25°C

Gélose DNase :

Composition en g/l

Tryptose..... 20.0

Acide désoxyribonucléique 2.0

Acide désoxyribonucléique 5.0

Agar..... 12.0

pH..... 7,3 ± 0,2