

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Santé

Filière : Sciences vétérinaires

# Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Docteur

En

Médecine vétérinaire

**THEME**

**Etude de la contamination microbienne superficielle des carcasses bovines dans l'abattoir d'El-Harrach (Alger)**

**Présenté par : BENHENNI Ikram**

**LAOUNI Aicha**

**Soutenu publiquement, le : 12 Juillet 2023**

**Devant le jury :**

Mr GOUCEM R.

Maître Assistant A (ENSV)

Président

Mme BOUHAMED R.

Maître de Conférences B (ENSV)

Promotrice

Mme BOUAYAD L.

Professeur (ENSV)

Examinatrice

Année universitaire : 2022-2023

## Déclaration sur l'honneur

Je soussignée **Mlle BENHENNI Ikram**, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature

*benhenni*

## Déclaration sur l'honneur

Je soussignée **Mlle LAOUNI Aicha**, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature

*laouni*

## REMERCIEMENTS

Nous sommes profondément reconnaissants envers Allah pour Son soutien précieux qui nous a permis de mener à bien notre PFE et de terminer nos études avec succès.

Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude et notre profond respect à notre chère promotrice **Mme BOUHAMED Radia** (Maître de Conférences B), pour sa précieuse guidance et son soutien tout au long de notre PFE. Grâce à votre expertise et à vos conseils avisés, nous avons pu mener à bien notre projet avec succès. Grâce à votre supervision attentive, nous avons pu surmonter les défis, repousser nos limites et acquérir de nouvelles compétences.

Nous remercions également **Mr GOUCEM R** (Maître Assistant A) de nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider ce jury de mémoire, hommages les plus respectueux

A **Mme BOUAYAD L** (Professeur), On vous remercie d'avoir accepté d'examiner ce travail et d'avoir bien voulu consacrer du temps et de l'attention à notre travail.

Nos vifs remerciements s'adressent à **Dr BOUCHIKH** qui nous a permis et accompagnés lors de la réalisation de notre échantillonnage.

## DEDICACES

*Je dédie ce modeste travail*

*A mes chers parents **Abdelhak** et **Rekia**, je tiens à vous exprimer ma profonde gratitude et mon amour infini pour tout ce que vous avez fait pour moi. Votre soutien inconditionnel, votre dévouement et votre encouragement constant ont été la pierre angulaire de mon parcours. Vous avez été mes guides, mes mentors et mes plus grands supporters. Merci Mama et Abi.*

*A mes frères **Hocine** et **Ahmed Yacine**, Vous êtes bien plus que des frères pour moi, vous êtes mes amis, mes complices et mes piliers, je vous aime fortement.*

*A ma sœur unique **Inaam** qui me soutient, m'encourage et qui a toujours été à mes côtés, je t'aime beaucoup.*

*A mes tantes **Malika**, **Fatiha** et **Fatima Zohra***

*A mes oncles **Abdelwahab**, **Cherif** et **Djilali***

*A mes chères amies **Amani** et **Djazia** qui ont été à mes côtés dans les moments les plus difficiles, je vous aime.*

*A mes amies **Sabiha**, **Ines**, **Linda** et **Ghada** je vous remercie pour tous nos moments de joie qu'on a partagés ensemble, je vous souhaite tout le succès pour l'avenir*

*A **Mohamed** qui m'aide et m'encourage toujours, merci beaucoup.*

*A mon binôme et ma copine **Aicha**, on a passé ensemble 5ans pleines de souvenirs inoubliables je te souhaite tout le succès pour ton avenir, je t'aime.*

*A ma grande famille*

*A tout ce que j'aime et ceux qui m'aiment, je dédie ma réussite.*

***Ikram***

## DEDICACES

A ma tante **Laouni Houria**, que Dieu ait pitié de toi, je t'aimais trop.

A mes anges gardiens :

Je vous dédie ce modeste travail qui est une fin à plusieurs années de persévérance, vous n'avez jamais manqué de m'apporter le soutien moral et matériel qui me poussait d'aller toujours plus loin que possible. Alors, je souhaite être à la hauteur de satisfaire votre confiance. Tout le mérite est pour vous chers parents **Abd elwaheb et Zoubaida**, tante **Adjel Faridja** et ma grande mère **Barkahoum** . Evidemment, je n'oublie pas de le dédier à mes frères **Souhil, Abdelkayom et Abdelwahed**. Que Dieu vous bénisse ma chère famille Aussi, je le dédie A ma complice et ma meilleure amie que j'adore et à qui je tiens énormément sanjobti **Ikram** et à tous mes proches **Sabiha, Ines, Lina, Yasmine, Aya** et **Khadra** qui m'ont rendu service tout le long de mes études et ma vie privée .

**Aicha**

## Résumé

La présente étude vise à apporter une évaluation de la qualité hygiénique des carcasses bovines (10 demi-carcasses) au niveau de l'abattoir d'El-Harrach. Pour ce faire, 20 prélèvements ont été effectués à la fin de la fente de la carcasse en 2 demi-carcasses et avant l'inspection post-mortem, par la méthode du double écouvillonnage. Deux (02) zones anatomiques ont été testées ; le collier et le flanc. Les taux de contamination varient en fonction du microorganisme dénombré et des zones de prélèvement. Sur l'ensemble des échantillons analysés, la flore prédominante est la flore aérobie mésophile totale ( $1,56E+03$  UFC/cm<sup>2</sup>), suivie par les staphylocoques ( $5,12E+02$  UFC/cm<sup>2</sup>), les entérobactéries ( $5,03E+02$  UFC/cm<sup>2</sup>), les coliformes thermotolérants ( $2,36E+02$  UFC/cm<sup>2</sup>) et les pseudomonas ( $8,01E+01$  UFC/cm<sup>2</sup>). Cependant, aucune *Salmonella* spp. n'est détectée (0%). L'étude des critères d'hygiène des procédés indique que le résultat est acceptable pour la FAMT mais non satisfaisant pour les entérobactéries. Ainsi, l'instauration de mesures correctives adéquates est plus que nécessaire.

**Mots-clés** : Abattoir d'El-Harrach, carcasse bovine, critères d'hygiène des procédés

## Abstract

The present study aims to provide an assessment of the hygienic quality of bovine carcasses (10 half-carcasses) at El-Harrach abattoir. For this purpose, 20 samples were collected at the end of carcass splitting into 2 half-carcasses and before post-mortem inspection, using the double swabbing method. Two anatomical zones were tested: the neck and the flank. The contamination levels varied depending on the enumerated microorganism and the sampling zones. Among all the analyzed samples, the predominant flora was the total mesophilic aerobic flora ( $1.56E+03$  CFU/cm<sup>2</sup>), followed by staphylococci ( $5.12E+02$  CFU/cm<sup>2</sup>), enterobacteria ( $5.03E+02$  CFU/cm<sup>2</sup>), thermotolerant coliforms ( $2.36E+02$  CFU/cm<sup>2</sup>), and *Pseudomonas* ( $8.01E+01$  CFU/cm<sup>2</sup>). However, no *Salmonella* spp. was detected (0%). The study of process hygiene criteria indicated that the result was acceptable for total mesophilic aerobic flora but unsatisfactory for enterobacteria. Thus, the implementation of appropriate corrective measures is necessary.

**Keywords**: El-Harrach abattoir, bovine carcass, process hygiene criteria

## ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الجودة الصحية لجثث الأبقار (10 نصف جثة) في مسلخ الحراش. ولهذا الغرض، تم جمع 20 عينة في نهاية تقسيم الجثة إلى نصفين وقبل التفتيش بعد الوفاة باستخدام طريقة السحب المزدوج. تم اختبار منطقتين تشريحيتين؛ العنق والجنب. تختلف معدلات التلوث اعتمادًا على الميكروب المعدود ومناطق الأخذ عينات. بين جميع العينات التي تم تحليلها، كانت الفلورا الهوائية المزدوجة السيطرة (سم<sup>2</sup> /  $1.56E+03$  CFU) الأكثر انتشارًا، تليها المكورات العنقودية (سم /  $5.12E+02$  CFU) والمكورات الإنتروبياتية (سم /  $5.03E+02$  CFU) والكوليفورم الحراري المتحمل (سم<sup>2</sup> /  $2.36E+02$  CFU) والبودومونا ( $8.01E+01$  CFU). ومع ذلك، لم يتم اكتشاف أي سالمونيلا spp. (0%). أشارت دراسة معايير النظافة للعمليات إلى أن النتائج مقبولة بالنسبة للفلورا الهوائية المزدوجة، ولكنها غير مرضية بالنسبة للإنتروبياتيريا. وبالتالي، فإن تنفيذ تدابير تصحيحية مناسبة ضروري جدًا.

**الكلمات المفتاحية**: مسلخ الحراش، جثة الأبقار، معايير النظافة للعمليات

## LISTE DES ABREVIATIONS

**ATP** : adenosine tri-phosphate

**Aw** : activity of water

**BN** : bouillon nutritive

**BPF** : bonne pratique de fabrication

**CIRSA** : Centre Interministériel de Recherche et de Documentation sur la Sécurité Alimentaire

**CIV** : Centre d'information des viandes

**CTT** : Coliformes thermotolérants

**DAOA** : Denrée alimentaire d'origine animale

**EHEC** : Enterohaemorrhagic *Escherichia coli*

**ETB** : Entérobactérie

**FAMT** : Flore Aérobie Mésophile Totale

**ICMSF** : International Commission on Microbiological Specifications for Foods

**ISO** : organisation internationale de normalisation

**MAPAQ** : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

**OMSA** : organisation mondiale de la santé animale

**PCA**: Plate Count Agar

**pH** : potentiel hydrogène

**PHB** : Poly beta-HydroxyButyrate

**Ps** : *Pseudomonas*

**St** : *Staphylocoques*

**STEC** : Shiga toxine *Escherichia coli*

**TSE** : Tryptone Sel Eau

**TSI**: Triple Sugar Iron

**UFC** : Unité Formant Colonie

**VRBG** : Violet Red Bile Glucose

**XLD**: Xylose Lysine désoxycolate

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Principales caractéristiques d' <i>E. coli</i> O157 :H7.....	12
Tableau 2. Description des sites prélevés.....	14
Tableau 3. Matériel non biologique utilisé.....	15
Tableau 4. Données sur les carcasses prélevées.....	16
Tableau 5. Critères microbiologiques indicateurs d'hygiène.....	19
Tableau 6. Charges microbienne de l'ensemble des échantillons analysés .....	20
Tableau 7. Charges microbiennes des sites prélevés.....	21

## LISTE DES FIGURES

Figure 1. Structure du muscle squelettique .....	2
Figure 2. Charges microbiennes de l'ensemble des échantillons analysés .....	20
Figure 3 : Charges microbiennes générales par site de prélèvement (collier / flanc) .....	21
Figure 4 : Charges microbiennes par groupe de microorganismes et par site de prélèvement (collier / flanc).....	22
Figure 5. Aspect des colonies sur milieu Hektoen après incubation (photo personnelle) .....	25
Figure 6. Aspect des colonies sur le milieu XLD après incubation (photos personnelles).....	25

## **Table des matières**

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

### **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

Chapitre I : Généralités sur la viande rouge .....	2
I. Viandes rouges.....	2
I.1. Structure du muscle strié squelettique.....	2
I.2. Valeur nutritionnelle de la viande bovine dans l'alimentation humaine.....	3
II. Transformation du muscle en viande .....	3
Chapitre II : Procédures d'abattage des bovins .....	4
I. Définition de l'abattoir.....	4
II. Grands principes de fonctionnement d'un abattoir.....	4
III. Etapes d'abattage.....	4
III.1. Repos et diète hydrique .....	4
III.2. Inspection ante mortem .....	5
III.3. Saignée.....	5
III.4. Dépouillement .....	5
III.5. Eviscération .....	5
III.6. Inspection post mortem .....	5
III.7. Préparation commerciale de la carcasse .....	6
Chapitre III : Interaction entre la viande et les microorganismes.....	7
I. Contamination de la viande .....	7
I.1. Contamination d'origine exogène .....	7
I.2. Contamination d'origine endogène .....	8
I.1. Présentation de l'abattoir.....	14

### **PARTIE EXPERIMENTALE**

Objectifs.....	14
I. Matériel .....	14
I.1. Présentation de l'abattoir.....	14
I.2. Matériel .....	14
I.2.1. Matériel biologique.....	14
I.2.1. Matériel non biologique.....	14
II.1. Méthode d'échantillonnage.....	16
II.1.3. Transport des échantillons .....	17
II.2. Méthode d'analyse microbiologique.....	17
I. Charges microbiennes .....	20

I.1. Charges microbiennes de l'ensemble des échantillons analysés.....	20
I.2. Charges microbiennes des sites de prélèvement analysés.....	21
II. Appréciation de la qualité microbiologique par les indicateurs d'hygiène des procédés.....	23
II.1. FAMT .....	23
II.2. Entérobactéries.....	24
II.3. Recherche de <i>Salmonella</i> sp. ....	24
III. Charge microbienne des coliformes thermotolérants.....	26
IV. Charge microbienne de <i>Staphylococcus</i> sp.....	26
V. Charge microbienne de <i>Pseudomonas</i> sp.....	26
Conclusion et recommandations .....	27
Liste des références bibliographiques .....	28

# **Introduction**

### INTRODUCTION

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OMSA), le terme "viande" englobe toutes les parties comestibles d'un animal, y compris la viande des mammifères (ovins, bovins, caprins, chameaux, etc.), du poisson et des oiseaux (poulet, dinde, pintade, etc.). Cependant, la qualité de la viande dépend de plusieurs facteurs tels que l'âge, le sexe et la race de l'animal (**Fosse, 2003 ; Elrammouz, 2008**).

La viande occupe une place prépondérante dans notre alimentation en raison de sa consommation élevée, qui reste significative avec une moyenne de 88 kg par an et par habitant en 2007, dont 26,2 kg de viande de bovin adulte et 4,2 kg de viande de veau (**Guesdon, 2008**).

L'importance de la viande en tant que source principale de protéines animales repose sur sa richesse en acides aminés essentiels, ce qui lui confère une valeur élevée en tant que protéine de qualité. Cependant, il est important de noter que la viande peut également être porteuse de diverses bactéries d'altération et pathogènes, telles que *Pseudomonas* et *Escherichia coli*. La contamination bactérienne des viandes rouges peut se produire à différents stades de la chaîne alimentaire, de la production à la consommation, ce qui constitue un risque pour la santé publique (**Mescle et al., 1990**).

Afin d'évaluer le niveau de contamination et de mettre en place des stratégies efficaces de contrôle et de prévention, il est essentiel de mener des recherches précises et de dénombrer ces bactéries dans les viandes rouges.

Notre projet vise à réaliser une étude approfondie sur la recherche et le dénombrement de certains microorganismes contaminant les viandes rouges à l'abattoir, à l'instar des staphylocoques, des entérobactéries et *Pseudomonas* sp.

Pour atteindre cet objectif, notre travail est divisé en deux parties distinctes :

- La première partie correspond à une synthèse bibliographique comprenant une brève description de l'abattoir et une vue d'ensemble sur la viande. Nous abordons également les caractéristiques générales des différentes bactéries étudiées.
- La deuxième partie est représentée par une étude expérimentale où nous décrivons le matériel et les méthodes utilisés. Les résultats obtenus sont ensuite interprétés et discutés en détail. Enfin, nous présentons une conclusion générale mettant en évidence l'importance de notre étude, et nous formulons des recommandations nécessaires pour la suite de la recherche.

# **Partie bibliographique**

## Chapitre I : Généralités sur la viande rouge

### I. Viandes rouges

La viande est la chair des animaux utilisée pour l'alimentation humaine. Elle est essentiellement constituée par les muscles striés après leur évolution post mortem, qui se mangent après cuisson (Dumont et Valin, 1982).

La composition des viandes bovines fait apparaître une très grande hétérogénéité de la viande, inhérente à l'hétérogénéité des muscles de la carcasse liée à leurs propriétés physiologiques, aux pratiques d'élevage (type, âge, sexe et génotype des animaux, mode d'alimentation et caractéristiques des rations) et aux pratiques de découpe des morceaux, qui affectent la composition des muscles et des morceaux commercialisés (rapport gras/maigre) (Evrat-Georgel, 2005).

#### I.1. Structure du muscle strié squelettique

Le muscle squelettique strié est constitué de fibres musculaires, de tissu conjonctif, de vaisseaux sanguins, de fibres nerveuses et d'adipocytes. Il est recouvert d'une gaine de tissu conjonctif riche en collagène et l'épimysium. A l'intérieur de cette couche les fibres musculaires sont disposées et réunies en faisceaux délimités par le péri-mysium. Cette enveloppe de tissu conjonctif contient les vaisseaux sanguins nécessaires à l'irrigation du muscle. A l'intérieur du faisceau, les fibres musculaires sont individuellement entourées d'une gaine conjonctive lâche appelée endomysium (Jurie *et al.*, 2010) (figure 1).

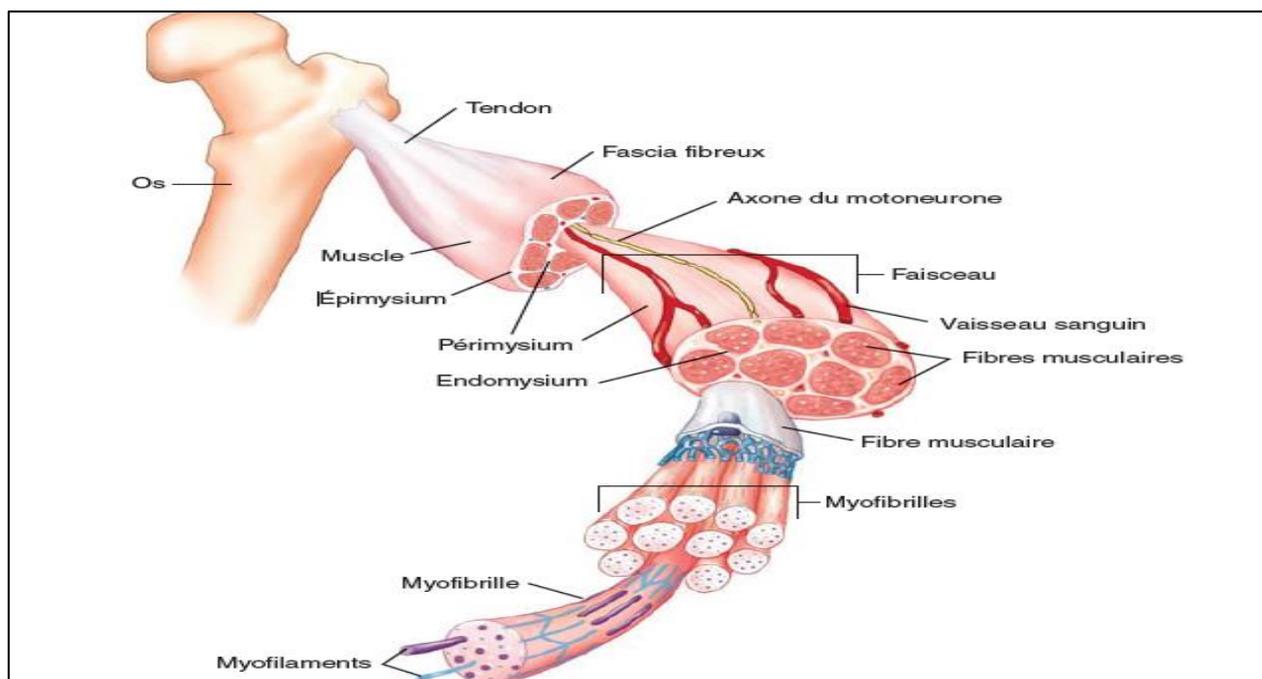


Figure 1. Structure du muscle squelettique

**I.2. Valeur nutritionnelle de la viande bovine dans l'alimentation humaine**

Le muscle représente 40% à 50% du poids vif des animaux domestiques. La composition chimique du muscle squelettique est caractérisée par une forte teneur en eau (75%) et en protéines (19%), dont 60% sont des protéines myofibrillaires et 10% des protéines du tissu conjonctif, et par une faible teneur en lipides (2,5%) (**Jurie et al., 2010**).

La viande est une importante source de protéines riches en acides aminés indispensables. Les protéines de la viande se caractérisent par une teneur élevée en lysine (9,1g pour 100g de protéines) et faible en acides aminés soufrés (**Geay, 2002**). La viande du bovin est source de fer héminique quatre fois plus importante que la viande de poulet. Ce dernier est 5 à 6 fois mieux absorbé que le fer non héminique des végétaux. La viande des ruminants est une source importante de vitamines de groupe B (B1, B2, B6, B12 et Niacine), en particulier de vitamines B6 et B12, qui sont virtuellement absentes des produits végétaux mais synthétisées par des micro-organismes des ruminants (**Favier et al., 1995**). Le zinc est également abondant dans la viande bovine (**CIV, 1996**).

**II. Transformation du muscle en viande**

Après abattage des bovins, les muscles squelettiques subissent 2 modifications majeures :

- La diminution de la masse musculaire de la carcasse due à la perte d'eau par évaporation et exsudation (**Lawrie et Ledward, 2006**).
- La maturation de la viande qui correspond à la transformation de muscle en viande au cours de laquelle le muscle acquiert ses qualités organoleptiques (tendreté et saveur) (**Hui et al., 2012**).

Le muscle passe par trois phases successives :

**- La phase pantelante**

Après la mort de l'animal, un état se manifeste immédiatement. Celui-ci se caractérise par des contractions musculaires persistantes, vraisemblablement causées par des stimuli nerveux. Les muscles sont détendus et mous, et les membres peuvent être facilement déplacés autour de leurs articulations. Sa durée correspond à celle pendant laquelle le système nerveux demeure fonctionnel, soit généralement entre 20 et 30 minutes. A ce stade, il n'est pas encore approprié de qualifier la chair d'animal de viande (**Hall et al., 2020**).

**- La phase de la rigidité cadavérique**

Après la phase de pantelante qui dure environ trois heures après l'abattage, la rigidité cadavérique, également appelée *rigor mortis*, se développe progressivement. Le muscle, qui était auparavant souple, élastique et contractile, devient rigide. Ce phénomène est le résultat d'une acidification du tissu musculaire et de la contraction des fibres musculaires, juste après l'abattage, le muscle

dispose encore d'une réserve d'ATP provenant de l'hydrolyse anaérobie du glycogène musculaire, ce qui entraîne une accumulation d'acide lactique dans le muscle, contribuant à abaisser le pH musculaire (en raison de l'interruption de l'apport en oxygène et en glucose par l'arrêt de la circulation sanguine). La baisse du pH inhibe la voie de la glycolyse anaérobie (**Milsom *et al.*, 2008**).

- **La phase de maturation proprement dite**

C'est la phase finale du processus de transformation du muscle en viande, au cours de laquelle le muscle subit des changements naturels et les précurseurs des arômes et de la saveur de la viande se forment. La diminution du pH dans le muscle permet l'activation d'enzymes spécifiques telles que les cathepsines et les calpaïnes, qui progressivement fragmentent les protéines du muscle et favorisent ainsi son attendrissement naturel. Les calpaïnes sont responsables de l'amorce de la dégradation des myofibrilles (**Hui *et al.*, 2010**).

**Chapitre II : Procédures d'abattage des bovins****I. Définition de l'abattoir**

L'abattoir est un établissement, public ou privé, chargé de procéder à l'abattage, à la préparation et à la distribution des animaux destinés à la boucherie. Il s'agit d'un lieu où les animaux d'élevage sont transformés en produits finis destinés à la consommation. En tant qu'établissement réglementé sur le plan sanitaire, les animaux font l'objet d'inspections ante-mortem et post-mortem afin de garantir la salubrité des viandes. La transformation des animaux en viande prête à être consommée s'effectue en plusieurs étapes (Ockerman *et al.*, 2017).

**II. Grands principes de fonctionnement d'un abattoir**

L'abattoir est le lieu où diverses activités sont menées dans le but principal est de transformer des animaux vivants et sains en carcasses, en veillant à maintenir les meilleures conditions d'hygiène possibles. L'organisation d'un abattoir répond avant tout aux besoins de production, tout en accordant une attention particulière à l'hygiène.

Plusieurs principes en matière d'hygiène sont à prendre en compte, notamment :

- Chaque animal introduit à l'abattoir doit être abattu.
- Il ne doit jamais y avoir de contact entre le circuit des animaux vivants et celui des carcasses.
- Les carcasses doivent progresser de manière continue le long de la chaîne d'abattage, conformément au principe de la marche en avant.
- Des conditions d'hygiène doivent être mises en place tout au long des différentes opérations d'abattage.
- Les opérations doivent être réalisées rapidement.

**III. Etapes d'abattage****III.1. Repos et diète hydrique**

Il s'agit de la période de temps requise entre l'arrivée de l'animal à l'abattoir et son abattage, qui est au maximum de 24 heures. En effet, il est courant de ne pas procéder à l'abattage immédiatement après le transport de l'animal, car cela génère du stress chez les animaux. De plus, il est habituel de soumettre les animaux à une restriction d'eau avant leur abattage (Hui *et al.*, 2012).

**III.2. Inspection ante mortem**

Son objectif est de détecter et de reporter l'abattage des animaux malades en identifiant des comportements anormaux tels que la prostration, la boiterie ou des positions d'inconfort, ainsi que des lésions ou des signes caractéristiques de maladies. A cette fin, les animaux sont regroupés dans un enclos ou ils sont observés lorsqu'ils sont au repos ou en mouvement (**Hui et al., 2012**).

**III.3. Saignée**

Il s'agit d'une étape essentielle pour le devenir de la viande, et probablement la plus délicate car elle implique la manipulation et la maîtrise de l'animal vivant. Dans les abattoirs Algériens, cette opération est réalisée en plaçant l'animal en décubitus latéral. Elle consiste à trancher d'un seul coup les artères carotides et les veines jugulaires de l'animal conscient à l'aide d'un couteau, permettant ainsi l'évacuation maximale du sang grâce aux battements cardiaques. Elle doit être totale et la plus rapide possible afin de permettre une bonne conservation ultérieure (**Lawrie et Ledward, 2006**).

**III.4. Dépouillement**

Il s'agit de retirer la peau des animaux dans les conditions optimales pour assurer une bonne présentation et une bonne conservation de la carcasse. Cette opération requiert une certaine expertise afin d'éviter d'endommager la peau. De plus, les membres antérieurs et postérieurs sont enlevés au niveau du carpe et du tarse respectivement. La tête est généralement laissée attachée à la carcasse dans le but d'effectuer l'identification et de déterminer l'âge de l'animal. Il est essentiel de réaliser cette opération le plus rapidement possible et de minimiser le contact entre la carcasse et la surface externe de la peau (**Hui et al., 2012**).

**III.5. Eviscération**

L'opération consiste à retirer les organes internes de l'abdomen et de la cavité thoracique. Elle est réalisée sur une carcasse suspendue. Cette opération manuelle est très délicate et nécessite une grande expertise. Il est essentiel de l'effectuer le plus rapidement possibles, en veillant à ne pas perforer les réservoirs gastriques et à empêcher l'écoulement de leur contenu par les orifices naturels, à savoir l'anus et l'œsophage (**Lawrie et Ledward, 2006**).

**III.6. Inspection post mortem**

L'objectif de l'inspection post mortem est de détecter les lésions, les anomalies, les souillures et la contamination des différents tissus de la carcasse et du 5<sup>e</sup> quartier (organes internes). Cette inspection est effectuée par un vétérinaire inspecteur. Elle comprend un examen visuel pour évaluer la consistance des tissus. Dans certains cas, des incisions réglementaires sont pratiquées pour des recherches spécifiques (cysticercose et tuberculose) ou facultatives en vue d'une investigation complémentaire.

L'examen doit s'effectuer le plus tôt possible après l'abattage, et doit aboutir à l'acceptation de la carcasse ou à sa saisie totale ou partielle (**Hui et al., 2012**).

### **III.7. Préparation commerciale de la carcasse**

La préparation commerciale de la carcasse comprend (**Hui et al., 2012**) :

- **La fente** : après le dépouillement et l'éviscération, les carcasses de bovins sont fondues en deux le long de la colonne vertébrale. La section se fait à l'aide d'une hache ou d'une scie manuelle ou électrique
- **L'émoussage** : cette opération consiste à enlever une partie du gras superficiel de la carcasse pour en améliorer l'aspect.
- **Le douchage à l'eau** : a pour but de diminuer la pollution de la carcasse cumulée tout au long des opérations d'abattage (sang, matière fécale, fragment d'os...) pour améliorer sa présentation commerciale.

### **III.8. Ressuage et stockage de la carcasse**

Le ressuage consiste à laisser refroidir la carcasse soit dans des chambres réfrigérées (0 à 3°C) ou à température ambiante avant leur réfrigération. C'est un compromis entre l'obtention d'une viande de bonne qualité organoleptiques et les nécessités de l'hygiène (**Toldrà et al., 2011**).

**Chapitre III : Interaction entre la viande et les microorganismes****I. Contamination de la viande**

La contamination microbienne de la viande provient de différentes sources et présente des niveaux d'importance variables. Les micro-organismes peuvent être d'origine endogène ou exogène, selon la source de contamination (**Goudiaby, 2005**).

**I.1. Contamination d'origine exogène**

Elle est définie comme la contribution accidentelle de micro-organismes dans la transformation des matières premières (**Gueroui, 2018**). De l'opération d'abattage (tournage du cuir, abats), du matériel et du personnel, chaque exposition entraîne le dépôt de grandes quantités de bactéries à la surface de la carcasse (**Benaissa, 2011**).

**a. Contamination à partir du personnel**

La peau humaine, le système respiratoire et le système digestif sont des réservoirs de divers micro-organismes. Les zones de la bouche, du nez et de la gorge contiennent des bactéries staphylocoques. Les personnes atteintes de maladies graves (tuberculose, brucellose, salmonellose, etc.) présentent un risque élevé de contamination de la viande et doivent être évitées (**Boudouika and Ghiat, 2017**).

**b. Milieu****• Air**

L'air peut contenir des micro-organismes qui causent la détérioration et même la maladie. En effet, la poussière et les particules dans l'air sont susceptibles de contaminer les surfaces de travail et les carcasses. Ils peuvent provenir des sols, des vêtements du personnel et des murs (**Andjongo, 2006**).

**• Eau**

De manière générale, lorsque l'eau est exempte de toute contamination d'origine animale ou humaine, les micro-organismes présents dans l'eau proviennent des plantes aquatiques et des plantes qui bordent les cours d'eau. La flore est très diversifiée, il peut s'agir de bacilles à Gram négatif tels que *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes* et aussi de cocci à Gram positif tels que les microcoques qui se développent bien en milieux humides (**Gueroui, 2018**).

**c. Infrastructures et équipements**

Les surfaces (sols, murs, plafonds), les équipements (treuils de levage, crochets, rétracteurs en cuir.) ainsi que le matériel (couteaux, haches, bacs à litière, seaux, etc.) peuvent être une source de contamination s'ils ne sont pas conçus correctement. Des outils et des surfaces de travail mal nettoyés sont aussi sources sûres de contamination (**Cartier et Moevi, 2007**).

## I.2. Contamination d'origine endogène

La plupart des germes de contamination endogène sont d'origine intestinale. Ce sont des bactéries anaérobies (*Clostridium*, Bactériodes), aéro-anaérobies (Entérobactéries : *E. coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Proteus*...) ou des microorganismes aérophiles (Entérocoques) (Vierling et Leyral, 1997).

Les micro-organismes contaminants proviennent d'animaux qui produisent de la nourriture (matière première). Les systèmes digestifs et respiratoires des animaux, ainsi que le cuir, sont des réservoirs de micro-organismes (Cartier, 2004).

### a. Germes saprophytes, indicateurs d'hygiène et pathogènes

Les micro-organismes saprophytes constituent la majorité de la communauté microbienne contaminante de la viande et des produits carnés. Parmi les bactéries saprophytes isolées à partir des carcasses, on peut citer par ordre d'importance : *Pseudomonas*, *Acinetobacter* et *Micrococcus*; *Enterobacteriaceae* et *Flavobacterium* ; *Bacillus*, *Mycobacterium*, *Lactobacillus*, *Alcaligenes*, *Botulinum*, *Streptococcus*, *Aeromonas*, *Corynebacterium*, *Arthrobacter* et *Clostridium* (Fournaud, 1982).

Parmi les bactéries saprophytes, les hygiénistes ont accordé une place particulière à *Escherichia coli*, aux coliformes thermotolérants et aux entérocoques, qui proviennent généralement du tube digestif (Fournaud, 1982).

#### a.1 *Pseudomonas*

Le terme *Pseudomonas* vient du grec, ou *Pseudo* signifie "faux" et *monas* veut dire "unité".

Les *Pseudomonas* sont les principales bactéries psychrotrophes retrouvées dans les denrées alimentaires d'origine animale (DAOA). Leur présence dans les DAOA sous réfrigération permet leur multiplication, et par là, la production d'enzymes protéolytiques et lipolytiques souvent thermostables responsables d'altérations (Alquati *et al.*, 2002).

Leur présence au niveau des chaînes d'abattage et en particulier dans les chambres froides constitue une source permanente de contamination des viandes. *Pseudomonas* est principalement utilisé comme indicateur d'altération des viandes fraîches et du lait (Labadie *et al.*, 1996).

- **Habitat**

Les *Pseudomonas* sont ubiquistes et peuvent vivre dans des niches écologiques très diverses. Ils habitent normalement dans le sol, l'eau et la végétation et peuvent être isolés de la peau, de la gorge et des selles des personnes en bonne santé (Baron, 1996; Salifou *et al.*, 2013; Carip *et al.*, 2015).

- **Caractères généraux**

Le genre *Pseudomonas* est constitué de bacilles Gram négatifs, droits ou légèrement incurvés, ayant une taille de 0,5 à 1,0 µm sur 1,5 à 5,0 µm, aérobies, oxydase positifs, non sporulés et

généralement mobiles par un ou des flagelles polaires. Certains produisent des pigments hydrosolubles fluorescents ou pyoverdine, de couleur jaune-vert qui ont un rôle de sidérophores. La plupart des espèces sont psychrotrophes. Leur croissance est possible entre 4°C (voire moins) et 43°C (Labadie *et al.*, 1996 ; Euzéby, 2007).

Les espèces du genre *Pseudomonas* produisent une couche d'exopolysaccharides qui entourent les cellules, qui leur permet de se protéger de la phagocytose par les macrophages chez les mammifères. Cette couche d'exopolysaccharides leur permet également former des biofilms, grâce auxquels elles peuvent rester collées aux surfaces, de telle manière qu'il est difficile de les déloger (Visca *et al.*, 2007).

- **Autres caractères**

- **Température optimale de croissance** : Elle est déterminée de façon rapide et grossière en ensemençant trois tubes de milieu liquide Bouillon Nutritif (BN) que l'on place à 37°C, 30°C, et 20°C (température ambiante) (Guiraud, 2012). Après 24 h et plus d'incubation, l'intensité de couleur est comparée.

- **Halophilie** : Caractère mis en évidence après ensemencement sur gélose nutritive à 10% de NaCl suivi d'une incubation à une température de 30°C (Guiraud, 2012).

- **Accumulation de poly Beta-hydroxybutyrate (PHB)** : Le recherche de granule PHB s'effectue sur à partir d'une culture sur gélose nutritive ou mieux sur milieu Koser par coloration au noir Soudan. Un frottis séché non fixé est recouvert de colorant pendant 20 mn puis rincé et concentré à la safranine à 0,5 %. Les granules apparaissent noirs dans les cellules roses (Guiraud, 2012).

- **Production de pigments** : Les *Pseudomonas* spp. peuvent produire des pigments diffusant dans les milieux de culture. Deux types de pigments peuvent être synthétisés : des pigments fluorescents (pyoverdines), des pigments phénaziniques non fluorescents. Ces deux caractères sont mis en évidence sur gélose King A et King B (Delarras, 2008).

- **Principales espèces du genre *Pseudomonas***

- ***Pseudomonas fluorescens***

Elle tient son nom de la deuxième partie de son nom fluorescens, du fait qu'elle est fluorescente. Cette fluorescence est due à la production d'un pigment de pyoverdine. Sa température de croissance optimale se situe entre 25 et 30 °C (Palleroni, 1984).

- **Contamination de produits alimentaires par *Pseudomonas fluorescens***

La contamination de fromages par *P. fluorescens* est possible, la bactérie étant très présente dans l'environnement des vaches laitières (sol et plantes). Elle a pour conséquence de graves défauts sur les fromages : taches, défauts de goûts, défauts d'aspect des croûtes. Ainsi, en juin 2010, des consommateurs ont vu leur mozzarella (produite en Allemagne) virer au bleu à l'ouverture de leur sachet. Cette couleur a été attribuée à une contamination à *P. fluorescens* (CIRSA, 2010).

➤ *Pseudomonas putida*

*Pseudomonas Putida* montre un métabolisme très diversifié, y compris la capacité de dégrader les solvants organiques tels que le toluène, cette capacité a été mise à profit dans la biorestauration, ou l'utilisation de micro-organismes pour dégrader les polluants environnementaux (**Marqué et al., 1993**). Par exemple, il a été démontré en laboratoire qu'il fonctionne comme un inoculant du sol pour remédier aux sols contaminés par le naphthalène (**Gomes et al., 2005**). De nombreux isolats de *P. putida* ont été cités en exemple comme souches capables de dégrader des molécules aromatiques plus ou moins complexes. L'assimilation de composés aromatiques semble par contre moins courante chez les isolats provenant de sols non contaminés ou de la rhizosphère (**Latour et al., 1996**). **Patten et Glick (2002)**, ont rapporté le rôle de l'AIA produit par *P. putida*, chez la plante hôte, dans le développement de son système racinaire.

➤ *Pseudomonas aeruginosa*

*Pseudomonas aeruginosa* ou bacille pyocyanique est une bactérie ubiquiste, saprophyte dans les eaux douces, eaux de piscine et marines et dans l'air. Elle est commensale des téguments et des muqueuses de l'homme et des animaux, mais aussi pathogène pour eux (**Delarras, 2008**).

- **Pouvoir pathogène de *Pseudomonas aeruginosa***

*P. aeruginosa* peut, dans certaines conditions, être pathogène. Très résistante, elle est de plus en plus souvent responsable d'infections nosocomiales. C'est l'une des bactéries les plus difficiles à traiter cliniquement et le taux de mortalité atteint 50% chez les patients vulnérables (immunodéprimés) (**Delarras, 2008**). *P. aeruginosa* est reconnu comme pathogène opportuniste, causant des infections pulmonaires mortelles chez les patients atteints de fibrose kystique (**Mavrodi et al., 2001**).

### **a.2. Flore aérobie mésophile totale**

Les bactéries aérobies totales ne constituent pas une famille bactérienne spécifique. L'analyse est utilisée pour estimer le nombre de bactéries dans les échantillons alimentaires. Il ne s'agit pas d'une évaluation des populations bactériennes globales ou des différences entre les types de bactéries dans les aliments. Il fournit une estimation du nombre de microorganismes qui peuvent se développer à des températures mésophiles. Le dénombrement de ces bactéries peut être utilisé pour évaluer la qualité sanitaire, l'acceptabilité sensorielle et la conformité aux bonnes pratiques de fabrication (BPF) (**Ghafir et Daube, 2007 ; Mendonca et al., 2020**).

### **a.3. Staphylocoques**

Les staphylocoques sont des coques à Gram positif, regroupés en « grappe de raisin » et aéro-anaérobies. Plusieurs espèces de staphylocoques peuvent coloniser l'organisme humain à l'instar de *S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. saprophyticus*. Il s'agit de germes très répandus dans la nature (air, eau, sol). Les staphylocoques, en particulier les espèces *S. aureus* et *S. epidermidis*, font partie de

la flore normale de nombreux individus qui sont des « porteurs asymptomatiques ». La transmission est interhumaine directe (contact) ou indirecte par l'intermédiaire des aliments ou du milieu extérieur (**Carip et al., 2015**).

#### **a.4. Entérobactéries**

Les entérobactéries constituent une famille bactérienne hétérogène regroupant un grand nombre d'espèces. Ils sont des bacilles à Gram négatif ubiquitaires. Leur principale particularité commune est d'être présente dans la flore digestive de l'homme et des animaux à sang chaud (**Carip et al., 2015**).

Ce sont des contaminants alimentaires très fréquents (contamination fécale directe ou indirecte). Ces bactéries sont capables de développements abondants dans un produit alimentaire et donc de dégradations importantes. Certaines de ces sources de contamination microbienne peuvent être dangereuses sur le plan sanitaire. Elles peuvent générer des substances toxiques à partir des aliments, conduire à des infections accidentelles ou produire des bactéries commensales qui deviennent toxiques. Il existe également des espèces ou des biotypes spécifiquement pathogènes, tels que *Salmonella*, *Shigella*, certains biotypes d'*Escherichia coli*, et d'autres, responsables d'infections ou de toxi-infections (**Guiraud, 1998**).

#### **a.5. Coliformes**

Les coliformes sont des bactéries à Gram négatif, oxydase négative, non sporulées, aérobies ou anaérobies facultatives. Le groupe coliforme n'est pas un groupe taxonomique valide distinct, mais il est défini fonctionnellement comme des organismes qui fermentent le lactose avec la production de gaz. Les membres du groupe coliforme comprennent *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* et *Klebsiella*. Certaines définitions ajoutent également *Serratia* et *Hafnia* au groupe des coliformes (**Eden, 2014**).

Il est bien connu que les coliformes thermotolérants sont impliqués dans la détérioration des aliments et causent des maladies chez les humains et les animaux. Les infections de coliformes sont transmises à l'hôte avec la nourriture contaminée. Les comptes de coliformes sont généralement utilisés comme indicateur d'une contamination fécale possible et reflètent les normes d'hygiène adoptées dans la préparation des aliments (**Patel et al., 2014**).

#### **a.6. *E coli***

*E. coli* est un bacille de la famille des entérobactéries, à coloration de Gram négative, aéro-anaérobie et pouvant fermenter les nitrates. Ces bactéries sont catalase-positives et ne possèdent pas d'oxydase (**Le Minor et al., 1990**).

- **Habitat et réservoir du pathogène**

Les ruminants domestiques, notamment les bovins, semblent être les principaux réservoirs des souches STEC pathogènes pour l'homme, en particulier des souches EHEC O157 (Gyles, 2007). Chez les animaux, le portage digestif et l'excrétion de souches EGEC sont le plus souvent asymptomatiques, et le contact direct ou indirect avec leurs fèces (souillure fécale d'aliments notamment) constitue la principale voie de contamination de l'homme.

Certaines souches de STEC (*Escherichia coli* productrices de Shiga-toxines) qui sont pathogènes pour les animaux peuvent également provoquer des diarrhées chez l'homme. Parmi ces souches, on trouve par exemple les souches EHEC O118 qui ont été identifiées chez des veaux atteints de diarrhée, et leur transmission à l'homme a été démontrée (Beutin *et al.*, 2000).

- **Principales caractéristiques physiologiques de croissance**

Les STEC, comme la plupart des *E. coli*, sont capables de croître à des températures comprises entre 6 et 46°C, avec un optimum à 37°C (40°C pour *E. coli* O147:H7) (ICMSF, 1996). Leur capacité à se développer à des températures inférieures à 15°C a été récemment attribuée à des mécanismes génétiques spécifiques à certaines souches pathogènes, notamment O157 (Vidodic *et al.*, 2011)

Le tableau 1 présente les principales caractéristiques (température, pH, aw, teneur en sel) de la majeure partie des souches d'*E. coli* O157:H7 qui est le sérotype le plus étudié. Il convient néanmoins de noter que les valeurs cardinales présentées dans ce tableau sont des valeurs moyennes obtenues principalement en milieu synthétique de laboratoire (Afssa, 2003).

**Tableau 1. Principales caractéristiques d'*E. coli* O157:H7**

Facteurs environnementaux	Valeurs minimales	Valeurs optimales	Valeurs maximales
Température	6	40	45,5
pH	4,4	7	9
Aw	0,95	0,995	-
NaCl (%)	-	0	8,5

- : sans objet

#### a.7. Salmonelles

Les salmonelles sont des bacilles à gram négatif, aéro-anaérobies facultatifs, catalase positive et oxydase négative. En ce qui concerne la viande bovine, *S. Dublin* est également souvent incriminée. Cette dernière peut être hébergée dans le tube digestif des bovins et de l'homme. Les intoxications à salmonelles dues aux viandes sont sérieuses tant par le nombre de malades que par la gravité des symptômes (Salifou *et al.*, 2013; Carip *et al.*, 2015).

# **Partie expérimentale**

## **OBJECTIFS**

Ce travail vise à mettre en évidence la contamination superficielle des carcasses bovines prélevées dans l'abattoir d'El-Harrach par certains microorganismes.

La présente étude a pour objectifs :

- D'apprécier l'évolution de la charge microbienne (flore aérobie mésophile totale à 30°C, *Staphylococcus* sp., *Pseudomonas* sp., coliformes totaux, coliformes thermotolérants) des carcasses bovines ;
- De rechercher et d'estimer la prévalence de *Salmonella* spp.

**Chapitre I : MATERIEL ET METHODES****I. Matériel****I.1. Présentation de l'abattoir**

L'abattoir d'El-Harrach, où le présent travail a été effectué est géré par une entité privée suite à une adjudication. Cet établissement est situé dans la banlieue d'Alger, sur l'avenue des libérés, entre la rive droite de l'Oued El-Harrach et la route nationale N°5. Il a été construit en 1919 et est entièrement intégré dans une zone urbanisée.

Les installations de l'abattoir comprennent :

1. Des locaux de stabulation divisés en 5 enclos pour séparer les animaux selon les espèces.
2. Deux salles d'abattage, dont la plus grande est réservée à l'abattage des bovins, ovins et caprins, et la plus petite à l'abattage des équidés.
3. Une salle d'abattage principale, avec un portail de 3 mètres de large pour l'entrée des bovins et la sortie des carcasses. Il convient de noter qu'il existe également une petite porte latérale utilisée parfois pour l'entrée des taureaux agressifs.
4. Un local dédié à la vidange des réservoirs gastriques.
5. Une chambre froide pouvant accueillir jusqu'à 50 carcasses bovines.
6. Des vestiaires et des sanitaires.
7. Un secteur administratif comprenant deux locaux, l'un réservé aux services vétérinaires et l'autre au directeur de l'abattoir.

**I.2. Matériel****I.2.1. Matériel biologique**

Les sites ayant fait l'objet d'échantillonnage et de prise d'essais pour les différentes analyses sont présentés dans le tableau 2.

**Tableau 2. Description des sites prélevés**

Site prélevé	Description
Demi-carcasse bovine	Collier
	Flanc

**I.2.1. Matériel non biologique**

Le matériel non biologique utilisé pour réaliser cette étude est listé dans le tableau 3.

Tableau 3. Matériel non biologique utilisé

Matériel de prélèvement	Matériel de laboratoire	
	Equipement	Milieux de culture et réactifs
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Glacière ;</li> <li>- Ecouvillons stériles ;</li> <li>- Tubes à essai stériles renfermant les solutions de transport ;</li> <li>- Paires de gants stériles jetables en polyéthylène ;</li> <li>- Alcool et coton.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alcool éthylique ou isopropylique à 70% ;</li> <li>- Briquet et bec Bunsen ;</li> <li>- Gants stériles jetables de grandeur appropriée ;</li> <li>- Sacs Stomacher stériles avec baguettes ;</li> <li>- Seringues et micropipettes de 1000 µl ;</li> <li>- Embouts pour micropipettes stériles de 1 ml ;</li> <li>- Flacons, Tubes à essai stériles et portoirs pour tubes à essai et embouts pour micropipettes ;</li> <li>- Marqueurs indélébiles permanents ;</li> <li>- Balance électronique ;</li> <li>- Plaque chauffante agitatrice avec barreau magnétique ;</li> <li>- Autoclave, étuves (réglées à 30°C, 37°C et 44°C) ;</li> <li>- Réfrigérateur et vortex électrique ;</li> <li>- Anse de platine ;</li> <li>- Broyeur-homogénéisateur (Stomacher®) ;</li> <li>- Compteur de colonies.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diluant : Solution de Tryptone Sel Eau (TSE) ;</li> <li>- Gélose standard pour dénombrement (Plate Count Agar: PCA) ;</li> <li>- Gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBG: Violet Red Bile Glucose);</li> <li>- Gélose cétrimide</li> <li>- Gélose Hektoen ;</li> <li>- Gélose XLD (Xylose-Lysine-Désoxycholate) ;</li> <li>- Bouillon urée-indole ;</li> <li>- Gélose TSI (Triple Sugar Iron).</li> </ul>

## II. Méthodes

Avant de présenter les méthodes utilisées pour le déroulement de cette étude, il convient de préciser que tout le travail a été effectué au cours du mois de juin 2023.

### II.1. Méthode d'échantillonnage

#### II.1.1. Prélèvement des carcasses bovines

10 demi-carcasses bovines sont prélevées de manière aléatoire dans la salle d'abattage. 2 sites d'échantillonnage représentés par le collier et le flanc sont prélevés par demi-carcasse d'animaux avant d'être soumis à une analyse microbiologique (tableau 4).

**Tableau 4. Données sur les carcasses prélevées**

Espèce animale	Sexe	Age	Nombre de sujets abattus	Nombre de demi-carcasses prélevées	Sites d'échantillonnage par demi-carcasse	Nombre total d'échantillons récoltés
Bovine	Mâle	Taurillon	~10	10	Flanc et collier	20

#### II.1.2. Modalité de prélèvement des carcasses

Deux prélèvements (collier et flanc) ont été effectués sur chaque demi-carcasse.

La technique du double prélèvement (humide et sec) délimitée par un gabarit stérile spécifique pour chaque surface a été employée comme suit :

1. Un écouvillon est plongé dans un diluant stérile à base de Tryptone Sel Eau ;
2. Un gabarit stérile permettant de réaliser un prélèvement est apposé sur le site d'échantillonnage ;
3. Un écouvillon est appliqué avec force à l'intérieur du gabarit de manière à ce que l'ensemble de la surface du site soit couverte et que l'ensemble de la surface de l'écouvillon soit utilisé. La surface testée doit être frottée verticalement et horizontalement en appuyant fermement sur la surface ;
4. L'écouvillon est ensuite introduit dans le tube à essai contenant le diluant. Le manche en bois de l'écouvillon est rompu ;
5. Un second écouvillon sec est appliqué de la même manière à l'intérieur du gabarit sur le site d'échantillonnage. Ce coton-tige sec est frotté en maintenant un angle de 90° sur la direction du premier frottement.
6. Ce deuxième écouvillon est également introduit, de la même manière, dans le même tube stérile contenant le diluant peptone-sel.

**II.1.3. Transport des échantillons**

L'ensemble des prélèvements a été acheminé aussitôt dans une glacière vers le laboratoire d'HIDAOA de l'ENSV d'Alger dans une durée n'excédant pas 2 heures.

**II.2. Méthode d'analyse microbiologique****II.2.1. Préparation des échantillons à tester****a. Homogénéisation**

Les écouvillons (sec et humide) de chaque échantillon ainsi que leur contenu sont rajoutés dans un sac Stomacher stérile contenant le diluant peptone sel (solution de 0,1% de Peptone et 0,85% de Chlorure de Sodium). Puis, le tout est homogénéisé à l'aide d'un agitateur électrique de type Stomacher.

**b. Dilutions**

La préparation des dilutions décimales en vue d'examen microbiologiques sont réalisées de la manière suivante :

1. Lors de la préparation des dilutions, 1 ml est transféré de la suspension mère dans 9 ml de diluant pour obtenir une dilution de  $10^{-1}$  ;
2. Cette procédure est répétée avec les autres dilutions en utilisant une nouvelle pipette stérile pour chaque dilution décimale.

**II.2.2. Dénombrement des colonies en totalité****a. FAMT à 30°C, entérobactéries et coliformes thermotolérants**

Pour la réalisation du dénombrement de chaque groupe de micro-organismes :

1. Transférer 1 ml de chaque dilution décimale à l'aide d'une micropipette de 1000  $\mu$ l dans une boîte de pétri, préalablement préparée et numérotée pour cet usage ;
2. Couler dans chacune des boîtes de Pétri environ 15 ml de gélose PCA ou VRBG fondue et refroidie ;
3. Mélanger soigneusement le milieu et l'inoculum en effectuant des mouvements en 8 et des mouvements de va-et-vient puis laisser le mélange se solidifier sur une paillasse horizontale et fraîche ;
4. Après solidification des milieux retourner les boîtes ainsi préparées puis les incuber en aérobiose pendant 24h à 72h à 30°C pour la flore aérobie mésophile totale, 37°C pour les entérobactéries et 44°C pour les coliformes thermotolérants.

**b. *Staphylococcus* sp.**

1. Transférer 0,1 ml de chaque dilution décimale à l'aide d'une micropipette de 100 µl dans une boîte de Pétri identifiée et comprenant environ 15 ml de gélose Baird Parker préalablement préparée, coulée et refroidie ;
2. Ensemencer chaque inoculum en l'étalant sur toute la surface de la gélose à l'aide d'un râteau puis incubé les boîtes en aérobiose durant 24h à 48h à une température de 37°C pour *Staphylococcus* sp.

**c. Lecture**

1. Compter uniquement les colonies de deux boîtes de dilutions successives présentant 15 à 300 colonies par boîte pour la FAMT, 15 à 150 colonies pour les autres microorganismes ;
2. Sur gélose PCA, les colonies dénombrées sont blanchâtres, lenticulaires et en tête d'épingle poussant en profondeur ;
3. Sur gélose VRBL, les colonies dénombrées sont lenticulaires, violettes poussant en masse.
4. Sur gélose Baird Parker, les colonies dénombrées sont noirâtres ou grisâtres ;
5. Sur gélose Cétrimide, les colonies dénombrées sont arrondies, blanchâtres à verdâtres ;

**II.2.3. Recherche et identification biochimique****a. Recherche de *Salmonella* sp.**

Pour la mise en évidence de *Salmonella*, une version modifiée issue des **normes ISO 6579 (2002) et (2017)** relatives à la recherche de *Salmonella* spp a été appliquée.

Cette méthode bactériologique comporte un pré-enrichissement, un isolement sélectif sur géloses XLD et Hektoen après incubation à 37°C pendant 18 à 24 heures en aérobiose, et une identification biochimique.

Il convient de noter que sur gélose Hektoen, les colonies typiques de *Salmonella* sp. sont vertes ou bleu-vert avec ou sans centre noir tandis que sur gélose XLD, les colonies typiques de *Salmonella* sp. sont rouges avec ou sans centre noir.

Enfin, dans le cas où des colonies caractéristiques sont isolées, elles seront prélevées et réensemencées sur une gélose nutritive incubée à 37°C pendant 24 h en vue d'obtenir des cultures pures et effectuer les tests biochimiques nécessaires à la confirmation et à l'identification de l'espèce de *Salmonella* spp.

**II.2.4. Critères microbiologiques indicateurs d'hygiène des procédés**

Puisque la réglementation Algérienne ne précise pas des critères permettant d'évaluer la qualité microbiologique des carcasses bovines échantillonnées suivant la méthode non destructive, nous nous sommes référées à des règlements internationaux (Tableau 5).

**Tableau 5. Critères microbiologiques indicateurs d'hygiène**

Flore Recherchée	Limites Microbiologiques (log UFC/cm <sup>2</sup> )	
	m	M
FAMT <sup>1</sup>	3.5	5.0
Entérobactéries	1.5	2.5
<i>Salmonella</i> spp.	Absence dans la partie examinée de la carcasse	
<b>Appréciation de la qualité microbiologique</b>		
Satisfaisante	Acceptable	Non satisfaisante
R < m	m < R < M	R > M

m : Critère microbiologique ; M : Seuil d'acceptabilité au-delà duquel le produit n'est plus satisfaisant ; R: Résultat.

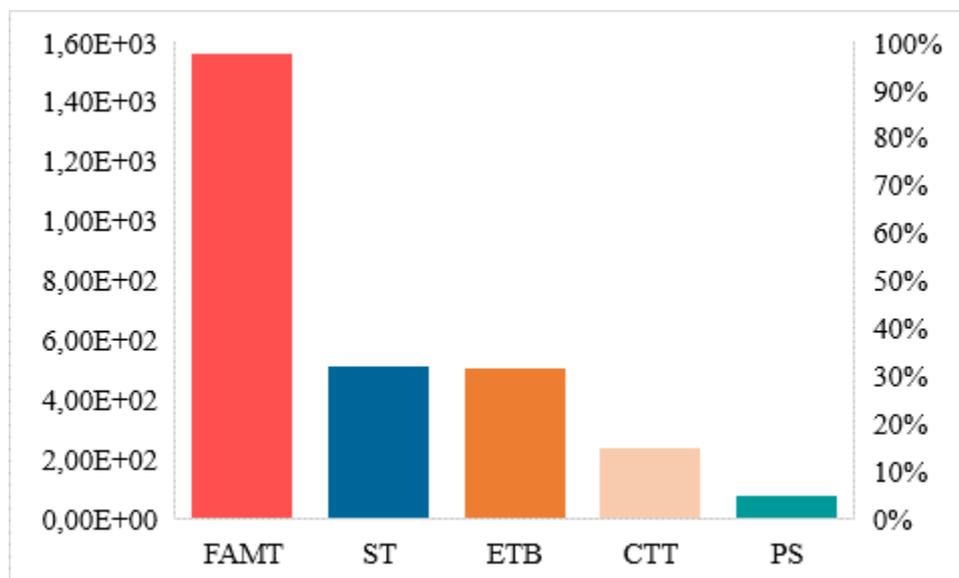
**Chapitre II : Résultats et discussion****I. Charges microbiennes****I.1. Charges microbiennes de l'ensemble des échantillons analysés**

Les résultats de cette étude révèlent des niveaux de contamination microbienne des carcasses clairement différents. La moyenne de la contamination des carcasses par la flore aérobie mésophile totale enregistrée est de l'ordre de  $1,56E+03$  UFC/cm<sup>2</sup>, ce qui représente la flore prédominante. Cette dernière est suivie par les staphylocoques ( $5,12E+02$ ), les entérobactéries ( $5,03E+02$ ), les coliformes thermotolérants ( $2,36E+02$ ) et les *Pseudomonas* ( $8,01E+01$ ) (Tableau 6 ; Figure 2).

**Tableau 6. Charges microbiennes de l'ensemble des échantillons analysés**

Microorganismes	FAMT	ST	ETB	CTT	PS
UFC/cm <sup>2</sup>	1,56E+03	5,12E+02	5,03E+02	2,36E+02	8,01E+01

FAMT : Flore Aérobie Mésophile Totale ; ST : *Staphylococcus* sp., ETB : entérobactéries ; CTT : Coliformes thermotolérants ; PS : *Pseudomonas* sp. ; UFC : Unité Formant Colonie

**Figure 2. Charges microbiennes de l'ensemble des échantillons analysés**

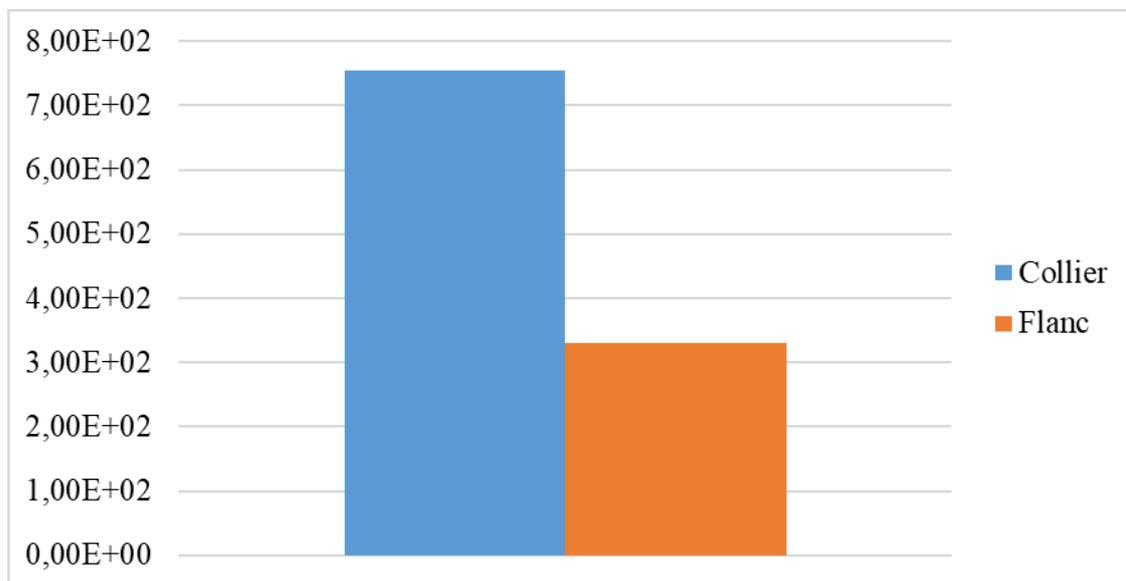
## I.2. Charges microbiennes des sites de prélèvement analysés

Les résultats obtenus révèlent que (Tableau 7 et Figures 3 et 4) :

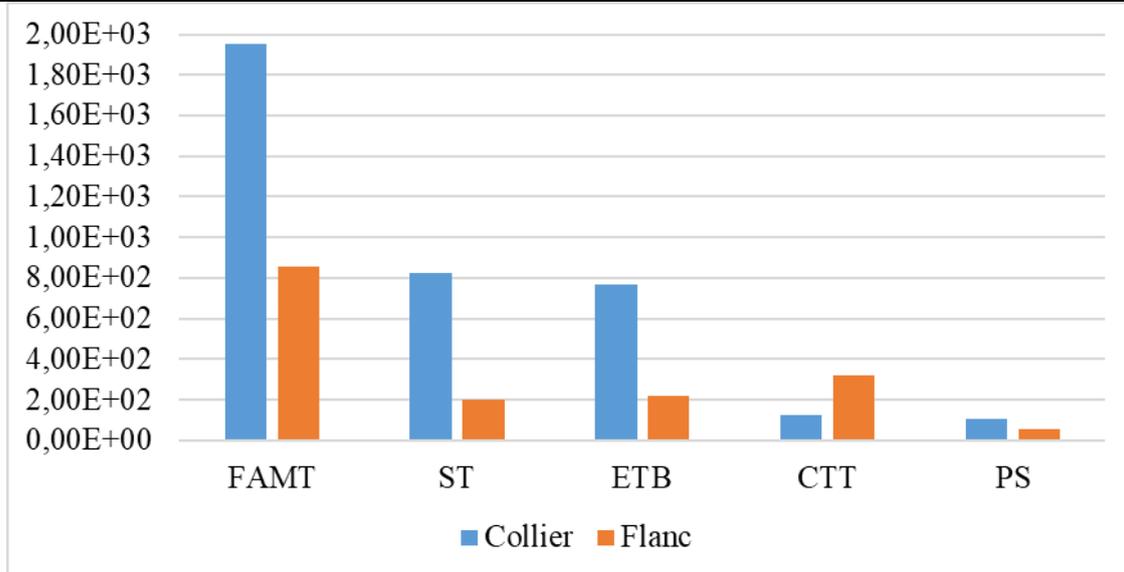
- Pour l'ensemble des échantillons analysés, la charge microbienne enregistrée pour les échantillons issus des collier ( $7,55E+02$ ) est supérieure à celle des échantillons provenant des flancs ( $3,31E+02$ ).
- Pour la majorité des groupes de micro-organismes étudiés (FAMT, staphylocoques, entérobactéries et *Pseudomonas*), les charges microbiennes des échantillons prélevés des colliers sont supérieures à celles des échantillons prélevés des flancs.
- La charge microbienne des coliformes thermotolérants est plus élevée dans les échantillons provenant des flancs ( $3,21E+02$ ) par rapport à ceux provenant des colliers ( $1,25E+02$ ).

**Tableau 7. Charges microbiennes des sites prélevés**

Site \ UFC/cm <sup>2</sup>	FAMT	ST	ETB	CTT	PS	UFC/cm <sup>2</sup>
<b>Collier</b>	1,95E+03	8,24E+02	7,66E+02	1,25E+02	1,03E+02	7,55E+02
<b>Flanc</b>	8,57E+02	2,00E+02	2,20E+02	3,21E+02	5,69E+01	3,31E+02
<b>UFC/cm<sup>2</sup></b>	1,56E+03	5,12E+02	5,03E+02	2,36E+02	8,01E+01	1,56E+03



**Figure 3 : Charges microbiennes générales par site de prélèvement (collier / flanc)**



**Figure 4 : Charges microbiennes par groupe de microorganismes et par site de prélèvement (collier / flanc)**

Dans l'ensemble, les résultats obtenus soulignent une différence significative ( $P < 0.05$ ) entre les charges microbiennes des flores recherchées dans les deux zones échantillonnées. Cependant, le collier présente des charges microbiennes plus élevées par rapport au flanc. Ces résultats ne concordent pas avec ceux précédemment rapportés par El Hadeff *et al.* (2005).

Les charges microbiennes enregistrées renseignent en outre sur le taux de la contamination initiale des carcasses étudiées. La contamination du collier peut être associée à son contact avec le sol et le cuir, à l'utilisation d'outils contaminés lors de la saignée, à une éviscération mal effectuée, ou bien au reflux œsophagien du contenu digestif. D'autre part, ce site anatomique aurait été exposé à d'importantes manipulations et sources de contamination contrairement au flanc. Concernant ce dernier, outre la contamination par le cuir lors de la dépouille, les résultats obtenus peuvent être dus non seulement au fait que ce site de prélèvement se situe près de la fente d'éviscération, mais aussi aux manipulations effectuées lors des étapes d'abattage.

Il convient de noter que le taux de contamination des carcasses bovines semble varier selon la méthode de prélèvement. Selon Ghafir et Daube (2007), les travaux ayant utilisé la méthode de prélèvement destructive induisent généralement des valeurs plus élevées que ceux qui utilisent des méthodes non destructives (Ghafir et Daube, 2007). En effet, des valeurs supérieures aux nôtres ont été enregistrées par Dennaï *et al.* (2001) ( $5,15 \log \text{ UFC/g}$  pour la FAMT) ainsi que Oumokhtar *et al.* (1998) ( $8,10^9 \text{ UFC/g}$  pour la FAMT). Cependant, nos résultats sont également supérieurs à ceux obtenus suite à l'utilisation d'une méthode destructive (technique d'excision) lors de deux études effectuées en 2005 et en 2008 au Maroc ( $2,7 \log \text{ UFC/cm}^2$  à  $3,1 \log \text{ UFC/cm}^2$ ) où les prélèvements étaient issus à partir d'un abattoir de petite capacité (Zweifel, 2005 ; Zweifel et Stephan, 2008).

## II. Appréciation de la qualité microbiologique par les indicateurs d'hygiène des procédés

### II.1. FAMT

La FAMT est un critère indicateur d'hygiène des procédés. Cet ensemble englobe d'une part des bactéries pathogènes pour l'homme ainsi que divers microorganismes d'altération (MAPAQ, 2019). Elle constitue en outre la flore prédominante de la contamination globale des carcasses bovines étudiées, et des deux zones anatomiques échantillonnées.

La moyenne générale des 20 échantillons analysés est de 3,2 log UFC/cm<sup>2</sup>, ce qui est en-dessous du seuil d'acceptabilité mais au-dessus du critère microbiologique indiqué pour la FAMT. Ainsi, le résultat est dit « acceptable » mais pas « satisfaisant ».

Etant donné que la FAMT est un indicateur général des mauvaises pratiques dans un établissement (MAPAQ, 2019), plusieurs facteurs ont dû participer à l'augmentation de la charge microbienne de cette flore avant réfrigération des carcasses.

Parmi les facteurs observés, on peut citer :

- Le non-respect des règles d'hygiène corporelle, vestimentaire et comportementale du personnel, en particulier pendant l'étape de l'habillage ;
- La contamination provenant d'autres sources potentielles telles que l'air, l'eau et les outils utilisés lors de la saignée ;
- La présence de contaminations croisées entre les carcasses et les animaux vivants ;
- L'entreposage des peaux à proximité des carcasses ;
- Le non-respect du flux unidirectionnel (marche en avant).

Certains facteurs qui ont été décrits ci-dessus, ont également étaient rapportés par Cartier et Moevi (2007).

Par ailleurs, la charge microbienne de la FAMT enregistrée dans cette étude (3,2 log UFC/cm<sup>2</sup>) est inférieure à celles qui ont été notées à Constantine (5,34 log UFC/cm<sup>2</sup>) en 2005 (El Hadeb *et al.*, 2005) et à Alger en 2009 (4,48 log UFC/cm<sup>2</sup>) (Nouichi et Hamdi, 2009).

La moyenne totale des 20 échantillons analysés est de 2,7 log UFC/cm<sup>2</sup>, ce qui est au-dessus du seuil d'acceptabilité indiqué pour les entérobactéries. De ce fait, le résultat est dit «non satisfaisant».

Les résultats obtenus montrent que le collier est le site le plus contaminé par les entérobactéries. Ceci pourrait être lié à la contamination de ce site anatomique par les matières fécales qui ont été déversées lors de l'éviscération des carcasses. En outre, le cuir du bovin (au cours de la dépouille), les mains et les vêtements des ouvriers peuvent aussi contribuer à cette contamination.

L'augmentation de la charge en entérobactéries peut également être associée à :

- L'absence de nettoyage régulier des couteaux ;
- La présence de carcasses qui touchent le sol ;
- L'utilisation du même matériel pour les opérations d'abattage-habillage de toutes les carcasses sans aucun nettoyage ou stérilisation.

### **II.3. Recherche de *Salmonella* sp.**

Tous les échantillons analysés sont négatifs pour *Salmonella* spp. (0% ; n=0/40) (Figures 05 et 06). La recherche de *Salmonella* spp. dans les échantillons prélevés révèle que les résultats de tous les échantillons analysés (100%) est « satisfaisant » pour le critère *Salmonella* sp. Ainsi, la procédure d'abattage ainsi que le mauvais nettoyage et désinfection de l'équipement et du matériel effectués dans cet abattoir n'auraient pas participé à la contamination des carcasses par *Salmonella* sp.



Figure 5. Aspect des colonies sur milieu Hektoen après incubation (photo personnelle)

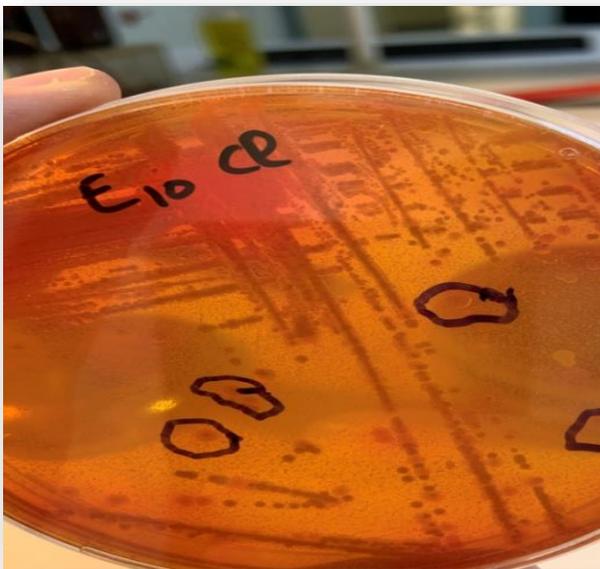


Figure 6. Aspect des colonies sur le milieu XLD après incubation (photos personnelles)

### III. Charge microbienne des coliformes thermotolérants

Parmi les coliformes totaux, il existe un sous-groupe de bactéries nommé coliformes thermotolérants, qui inclut l'espèce *Escherichia coli* (MAPAQ, 2019). Ce groupe présente les mêmes caractéristiques que les coliformes totaux, après incubation à 44°C. Ce sont en outre des microorganismes témoins d'une contamination fécale lorsque cette population microbienne est représentée par *E. coli* (Hachich *et al.*, 2012). Même si le groupe des coliformes thermotolérants ne figure pas parmi les indicateurs d'hygiène des procédés (ANSES, 2008a), à l'instar du groupe des coliformes totaux, le groupe de coliformes thermotolérants est aussi constitué de bactéries que l'on trouve dans l'intestin mais aussi dans d'autres environnements (Anonyme, 2020). Ainsi, différentes sources de contamination d'origine fécale ou environnementale avant le ressuyage des carcasses auraient contribué à l'augmentation de la charge microbienne non seulement des coliformes totaux, mais aussi des coliformes thermotolérants.

### IV. Charge microbienne de *Staphylococcus* sp.

Au même titre que les entérobactéries, la charge microbienne de *Staphylococcus* sp. (2,7 log UFC/cm<sup>2</sup>) fait partie des charges les plus élevées qui ont été enregistrées au cours de cette étude. Ces microorganismes peuvent être d'origine endogène (germe commensal de la flore cutanée des animaux), ou bien d'origine exogène ; apportés par le principal site de contamination des mains qui est le bout des ongles chez l'homme. Ce dernier peut contaminer les carcasses au moment du dépeçage, de l'ablation de la mamelle et surtout à chaque fois qu'il y a un contact direct entre l'homme et la carcasse (Salifou *et al.*, 2013).

### V. Charge microbienne de *Pseudomonas* sp.

Avec une moyenne de 1,9 log (8,01E+01) sur l'ensemble des échantillons analysés, *Pseudomonas* représente la bactérie la moins isolée. Elle fait partie des bactéries qu'on retrouve dans la chaîne d'abattage. Elle est également considérée comme étant une bactérie ubiquiste pouvant vivre dans des niches écologiques très diverses avec une multiplication parmi les plus rapides sur les viandes. Toutefois, ce sont les chambres froides qui constituent une source permanente de contamination des viandes (ANSES, 2008b ; Salifou *et al.*, 2013) ; d'où la faible charge enregistrée.

## **Conclusion et recommandations**

Afin d'étudier l'évolution de la contamination superficielle de la viande par certains groupes de micro-organismes, nous avons procédé à une analyse microbiologique de 20 échantillons issus de 10 demi-carcasses prélevées sur deux zones (flanc et collier) dans l'abattoir d'El-Harrach.

A l'issue de cette étude, il en ressort qu'excepté pour *Salmonella* sp., les échantillons testés sont contaminés par l'ensemble des microorganismes recherchés et dénombrés, à savoir la FAMT, les *Staphylococcus* sp., les entérobactéries, les coliformes thermotolérants et *Pseudomonas* sp. Il convient de noter que la flore prédominante est la flore aérobie mésophile totale ( $1,56E+03$ ). En revanche, tous échantillons sont négatifs pour *Salmonella* spp. ( $n=0/40$  ; 0%). Par ailleurs, le collier ( $7,55E+02$ ) est le site anatomique le plus contaminé durant le processus d'abattage.

Les résultats des critères d'hygiène des procédés révèlent que la qualité hygiénique des carcasses bovines est satisfaisante pour *Salmonella* spp. ( $n=0/40$  ; 0%), acceptable pour la FAMT ( $1,56E+03$  UFC/cm<sup>2</sup>) et non satisfaisante pour les entérobactéries ( $5,03E+02$ ). Ceci est dû à la présence de plusieurs sources de contamination des carcasses rencontrées à l'abattoir. Parmi lesquelles nous citons : le non-respect des règles d'hygiène, notamment le comportement du personnel durant l'opération d'habillage des carcasses, la contamination par d'autres sources potentielles (air, eau, équipement et matériel) ainsi qu'un mauvais nettoyage et désinfection de l'équipement et du matériel utilisés.

Ces résultats peuvent néanmoins être améliorés, et ce en instaurant des mesures correctives adéquates.

En effet, des mesures correctives facilement applicables peuvent être instaurées pour améliorer la qualité sanitaire de la viande et par conséquent protéger la santé du consommateur.

Ces mesures se traduisent essentiellement par :

1. La formation du personnel sur l'hygiène corporelle, vestimentaire et comportementale avec contrôle sanitaire annuel.
2. Une bonne maîtrise de l'hygiène d'abattage, à savoir :
  - Séparer, de manière rigoureuse, les secteurs propres et souillés ;
  - Eviter tout contact direct ou indirect des carcasses avec le cuir ou le sol ;
  - Prendre les précautions nécessaires afin de ne pas perforer les viscères.
3. Le nettoyage et la désinfection des locaux et du matériel par des solutions antimicrobiennes à la fin de la journée reste l'une des mesures préventives les plus importantes.

## Liste des références bibliographiques

### A

- AFSSA (2003)**. Bilan des connaissances relatives aux Escherichia coli producteurs de Shiga-toxines (STEC). Agence française de sécurité sanitaire des aliments, Maisons-Alfort.
- ALQUATI, C., DE GIOIA, L., SANTAROSSA, G., ALBERGHINA, L., FANTUCCI, P., LOTTI, M. 2002**. The cold-active lipase of Pseudomonas fragi. Heterologous expression, biochemical characterization and molecular modeling. Eur. J. Biochem., 269: 3321-3328
- ANDJONGO, E., 2006**. Etude de la contamination des surfaces dans les Industries de transformation des produits de la Pêche au Sénégal: cas de la pirogue bleue. Mémoire de Magister en médecine vétérinaire. Faculté de Médecine, Université de Dakar.
- ANONYME, (2020)**. Laboratoire départemental d'analyses : Analyses bactériologiques alimentaires. Lozère. France. 5 pages.
- ANSES, (2008)**. AVIS de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif aux critères microbiologiques exigibles pour le lait cru de bovin livré en l'état et destiné à la consommation humaine. 10 pages.

### B

- BARON, S., 1996**. Medical Microbiology 4th edn (Galveston: University of Texas Medical Branch)
- BENAISSA, A., 2011**. Etude de la qualité microbiologique des viandes cameline et ovine conservées selon différents modes. Mém. Magister Microbiol. Appl., Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, 43-54
- BEUTIN L, BULTER M, WEBER A ET AL. (2000)**. Investigation of human infections with verocytotoxin-producing strains of Escherichia coli (VTEC) belonging to serogroup O118 with evidence for zoonotic transmission. Epidemiol infect, 125(1): 47-54
- BOUDOUIKA, A., GHIAT, K., 2017**. Étude de la contamination bactérienne des viandes réfrigérées par les Pseudomonas de la flore psychrotrophe. Mémoire de diplôme Master, Université des Frères Mentouri, Constantine.

### C

- CARIP, C., SALAVERT, M.-H., TANDEAU, A., 2015**. Microbiologie, hygiène et droit alimentaire, Lavoisier-Tec & Doc.
- CARTIER P., MOEVI, I. (2007)**. Le point...la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. Paris, France : Interbev, 09-69. Repéré à :

[https://www.agrireseau.net/bovinsboucherie/documents/qualite\\_carcasse\\_viande\\_bovin\\_2008%20%20p.pdf](https://www.agrireseau.net/bovinsboucherie/documents/qualite_carcasse_viande_bovin_2008%20%20p.pdf)

- CARTIER, P., 2004.** Points de repères en matière de qualité microbiologique viandes bovines. Viandes et produits carnés, 175-179.
- CARTIER, P., MOEVI, I., 2007.** Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. Compte rendu final, 05.
- CATHERINE JURIE., ANNE LISTRAT., 2010.** Muscle et viande de ruminant (structure et fonction des constituants du muscle squelettique). Inra prod. P 61-67
- CE. IRSA CENTRE INTERMINISTERIEL DE RECHERCHE ET DE DOCUMENTATION SUR LA SECURITE ALIMENTAIRE, 2010.** Blue Mozzarella [en ligne] [consulté le 06/11/2020] Disponible sur internet : <https://www.ceirsa.org/leggitutto.php?idrif=259>
- CIV (CENTRE D'INFORMATION DES VIANDES). 1996.** Valeurs nutritionnelles des viandes, analyses réalisées par la société scientifique d'hygiène alimentaire, CIV , 64 rue Taitbout, 75009 Paris.

## **D**

- DELARRAS, C. 2008.** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire. Paris : Ed TEC & DOC, Lavoisier, 476 p
- DENNAÏ N., KHARRATTIB B., EL YACHIOUM A., (2001).** Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Annales de MédecineVétérinaire*.145 : p270-274.
- DUMONT ET VALIN., 1982.** Bases biochimiques de l'hétérogénéité du tissu musculaire et des viandes. Ed INRA. Paris . p77

## **E**

- EDEN, R., 2014.** ENTEROBACTERIACEAE, COLIFORMS AND E. COLI| Classical and Modern Methods for Detection and Enumeration.
- EL HADEF E.O., ELGROUD R., KENANA H., QUESSY S., (2005).** Evaluation de la contamination superficielle des carcasses bovines et ovines provenant de l'abattoir municipal de Constantine en Algérie. *Canadian Veterinary Journal*. 46 (7): p638-640.
- ELRAMMOUZ., 2008.** Etude des changements biochimiques post mortem dans le muscle des volailles. Contribution au déterminisme de l'amplitude de la diminution du pH. P3 ,4.
- EUZÉBY J.P. 2007 :** Dictionnaire de bactériologie vétérinaire. [en ligne] Adresse URL : <http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/>, consulté le 15/08/2007

## Liste des références bibliographiques

**-EVRAT-GEORGEL C., 2005.** Etude préalable sur la construction d'une table de composition nutritionnelle des produits carnés (viandes et abats de ruminants), ofival-interbev-CIV-institut de l'élevage, 154p.

### F

**-FAVIER J.C., IRELAND-RIPER J., TOQUE C., FEINBERG M. 1995.** Répertoire général des aliments. Tables de composition, INRA éditions, pages : 879

**-FOSSE J., MAGRAS C., 2004.** Dangers biologiques et consommation des viandes. Paris: Lavoisier 220 p

**-FOURNAUD, J., 1982.** Type de germes rencontrés aux différents stades de la filière: In hygiène et technologie de la viande fraîche. Edition du CNRS, 109-119.

### G

**-GEAY Y., BAUCHART D., HOCQUETTE J-F., CULIOLI J. 2002.** Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes de ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux. INRA Prod. Anim., 15 :37-52.

**-GHAFIR, Y., DAUBE, G., 2007.** Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. Annales de Médecine Vétérinaire. Liège, pp. 79-100

**-GOMES, NC; KOSHELEVA, IA; ABRAHAM, WR; SMALLA, K, 2005.** Effects of the inoculant strain *Pseudomonas putida* KT2442 (pNF142) and of naphthalene contamination on the soil bacterial community". FEMS Microbiology Ecology. 54 (1) : 21–33. Disponible sur internet: doi:10.1016/j.femsec.2005.02.005. PMID 16329969.

**-GOUDIABY., 2005.** Contribution à l'étude de la contamination superficielle des carcasses ovines. Aux abattoirs. Mémoire de diplôme d'études approfondies de Productions animales. p 5

**-GUEROUI, Y., 2018.** Aspect Microbiologique de la Sécurité et de la Qualité. Guiraud, J.-P., 1998. Microbiologie alimentaire, Dunod

**-GUESDON J.C., 2008.** Production bovine : chiffres clés 2008 en lait et viande. Office de l'élevage, Tendance, 183, 11p.

**-GUIRAUD, J.-P. 2012.** Microbiologie Alimentaire. Éditeur DUNOD. Collection : Technique et ingénierie – Agroalimentaire, 696 pages

**-GUIRAUD, J.-P., 1998.** Microbiologie alimentaire, Dunod. Gupta, R., Dudeja, P., 2017. Ready to eat meals. Food Safety in the 21st Century, Elsevier, pp. 541-545.

**-GYLES CL (2007).** Shiga toxin-producing *Escherichia coli*: an overview. J Anim Sci, 85 (13 Suppl): E45-62.

### H

## Liste des références bibliographiques

**-HACHICH EM., DI BARI M., CHRIST AG., LAMPARELLI C., RAMOS S., SATO MZ., (2012).** Comparaison of thermotolerant coliforms and *Escherichia coli* densities in freshwater bodies. *Brazilian Journal of Microbiology*. 675-681.

**-HALL, J. E., & GUYTON, A. C. (2020).** Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. Elsevier

**-HUI, Y. H., & NOLLET, L. M. L. (EDS.). (2012).** Handbook of Meat and Meat Processing (2nd ed.). CRC Press.

### I

**-ICSMF (1996).** Microorganisms in foods. Blackie academic and professional press, Londres, New York.

### J

**-J.F. MESCLE , J. ZUCCA ., 1990.** Microbiologie alimentaire : aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments ; origine et comportement des microorganismes des aliments, 2<sup>e</sup> édition ; page. 04

### L

**-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.

**-LATOUR, X., CORBERAND, T., LAGUERRE, G., ALLARD, F. AND LEMANCEAU, P., 1996.** The composition of fluorescent Pseudomonad populations associated with roots is influenced by plant and soil type. *Appl. Environ. Microbiol.* 62 : 2449-2456.

**-LAWRIE, R.A., LEDWARD, D.A. (2006).** Lawrie's meat science (7<sup>th</sup> ed). Woodhead publishing

**-LE MINOR L, POPOFF MY, BOCKEMUHL J (1990).** Supplement 1989 (n. 33) to the Kauffmann-White scheme. *Res Microbiol*; 141(9): 1173: 1177.

### M

**-MAPAQ, (2019).** MAPAQ, 2019. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytique en microbiologie alimentaire. 58 pages.

**-MARQUÉS, SILVIA; RAMOS, JUAN L. 1993.** Transcriptional control of the Pseudomonas putida TOL plasmid catabolic pathways". *Molecular Microbiology*. 9 (5) : 923–9. Disponible sur internet : doi :10.1111/j.1365-2958.1993. tb01222.x. PMID 7934920.

## Liste des références bibliographiques

- MAVRODI, O.V., MCSPADDEN GARDENER, B.B., MAVRODI, D.V., BONSALE, R.F., WELLER, D.M. AND THOMASHOW, L.S., 2001.** Genetic diversity of phlD from 2,4-diacetylphloroglucinol-producing fluorescent *Pseudomonas* species. *Phytopathol.* 91 : 35–43.
- MENDONCA, A., THOMAS-POPO, E., GORDON, A., 2020.** Microbiological considerations in food safety and quality systems implementation. *Food Safety and Quality Systems in Developing Countries*, Elsevier, pp. 185-260.
- MILSON, W. K., & BONE, Q. (2008).** Muscles and movements: A brief overview of muscle physiology. In *Vertebrate Red Blood Cells: Adaptations of Function to Respiratory Requirements* (pp. 277-279). Springer.

## N

- NORME ISO 18593, (2004).** Microbiology of food and animal feeding stuffs – horizontal methods for sampling techniques from surfaces using contact plates and swabs. 1<sup>er</sup> tirage. 8 pages.
- NORME ISO 6579, (2002).** Microbiologie des aliments — Méthode horizontale pour la recherche des *Salmonella* spp.
- Norme ISO 6579-1, (2017).** Microbiologie de la chaîne alimentaire — Méthode horizontale pour la recherche, le dénombrement et le sérotypage des *Salmonella*.
- NORME ISO 7218, (2007).** Microbiologie des aliments — Exigences générales et recommandations.
- NORME NF V08-051, (1992).** Microbiologie des aliments - Dénombrement des microorganismes par comptage des colonies obtenues à 30 degrés Celsius - Méthode de routine.
- NORME NF-ENISO 6887-1, 1999.** Microbiologie des aliments - Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique - Partie 1 : règles générales pour la préparation de la suspension mère et des dilutions décimales.
- NORME NF V08-050, (1999).** Microbiologie des aliments - Dénombrement des coliformes par comptage des colonies obtenues à 30 degrés Celsius - Méthode de routine.
- NOUICHI S., HAMDI T.M., (2009).** Superficial Bacterial Contamination of Ovine and Bovine Carcasses at El-Harrach Slaughterhouse (Algeria). *Eur.J. Sci. Res.* 38(3), 474-485.

## O

- OCKERMAN, H. W., & BASU, L. (EDS.). (2017).** *Encyclopedia of Meat Sciences* (2nd ed.). Academic Press.
- OUMOKHTAR, B ; KARIB, H ; BOUCHRITI, N ; ARABA, A. (1998).** Appréciation de la qualité bactériologique de la viande et des abats de taurillons fraîchement abattus dans les abattoirs de Rabat. *Actes Inst. Agron. Veto*, 18 (3), 169- 176.

## Liste des références bibliographiques

**-PALLERONI, N.J., 1984. GENUS I. PSEUDOMONAS MIGULA 1894.** In: Krieg, N.R., Holt, J.G.(Eds.), Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, vol. I. Williams and Wilkins Co, Baltimore, USA, pp. 141–171.

**-PATEL, A., SINGHANIA, R., PANDEY, A., JOSHI, V., NIGAM, P., SOCCOL, C., 2014.** Enterobacteriaceae, Coliforms and E. coli. Encyclopedia of Food Microbiology: Second Edition, Elsevier Inc., pp. 659-666.

**-PATTEN, C.L., GLICK, B.R., 2002.** Regulation of indoleacetic acid production in *Pseudomonas putida* GR12-2 by tryptophan and the stationary phase sigma factor RpoS. *Can. J. Microbiol.* 48 : 635-642.

### S

**Salifou C.F.A., Boko K.C., Ahouou G.S., Tougan P.U., Kassa S.K., Houaga I., Farougou S., Mensah G.A., Clinquart A., Youssao A.K.I. (2013).** Diversité de la microflore initiale de la viande et sécurité sanitaire des consommateurs. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(3): 1351-1369.

### T

**-Toldrá, F. (Ed.). (2011).** Handbook of Fermented Meat and Poultry (2nd ed.). Wiley-Blackwell

### V

**-VIDODIC S, MANGALAPPALLI-ILLATHU AK, KORBER DR (2011).** Prolonged cold stress response of *Escherichia coli* O157 and the role of rpoS. *Int J Food Microbiol*, 146(2): 163-166.

**-VIERLING, E., LEYRAL, G., 1997.** Microbiologie et Toxicologie des aliments. Hygiène et sécurité alimentaires.

**-VISCA, P., IMPERI, F. AND LAMONT, I.L., 2007.** Pyoverdine siderophores: from biogenesis to bio significance. *Trends Microbiol.* 15 : 22–30

### Z

**-ZWEIFEL C., BALTZER D., STEPHAN R., (2005).** Microbiological contamination of cattle and pig carcasses at five abattoirs determined by swab sampling in accordance with EU decision 2001/471/EC. *Meat Sci.* 69, 559-566.

**-ZWEIFEL C., FISCHER R., STEPHAN R.. (2008).** Microbiological contamination of pig and cattle carcasses in different small-scale Swiss abattoirs. *Meat Sci.* 78(3), 225-23.