

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Docteur
Vétérinaire

THEME

Evaluation du niveau de contamination des carcasses ovines par les entérobactéries à l'abattoir d'El-Harrach

Présenté par :

Mr BAILECH Zakaria
Mr BENDJEBARA Fethallah Kamel

Soutenu publiquement, le 17 juillet 2022 devant le jury :

| | | |
|-------------------|-------------------|--------------|
| Mr HARHOURA K. | Professeur (ENSV) | Président |
| Mme MATALLAH A.M. | MCB (ENSV) | Examinatrice |
| Mme FERHAT L. | MCB (ENSV) | Promotrice |

2021-2022

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Docteur
Vétérinaire

THEME

Evaluation du niveau de contamination des carcasses ovines par les entérobactéries à l'abattoir d'El-Harrach

Présenté par :

Mr BAILECH Zakaria
Mr BENDJEBARA Fethallah Kamel

Soutenu publiquement, le 17 juillet 2022 devant le jury :

| | | |
|-------------------|-------------------|--------------|
| Mr HARHOURA K. | Professeur (ENSV) | Président |
| Mme MATALLAH A.M. | MCB (ENSV) | Examinatrice |
| Mme FERHAT L. | MCB (ENSV) | Promotrice |

2021-2022

Déclaration sur l'honneur

Nous , soussignons BAILECH Zakaria et BENDJEBARA Fethallah Kamel ,
déclarons être pleinement conscientes 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 ,
nous nous engageons a citer toutes les sources que nous avons utilisées pour écrire
ce mémoire de fin d'études.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Dieu le clément de nous avoir aidé durant toute notre scolarité et sur lequel nous comptons tous pour atteindre notre but.

Nous présentons aussi nos sincères remerciements et notre reconnaissance à notre promotrice

Dr. FERHAT L., Maître de conférences B à l'ENSV d'avoir bien voulu nous encadrer et qui n'ont jamais ménagé aucun effort pour nous guider et nous conseiller.

Nous adressons nos vifs remerciements au M. HARHOURA K.,
Professeur à ENSV pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de
soutenance.

Nous tenons à remercier Dr MATALLAH A. M. maître de conférences B à l'E.N.S.V pour nous avoir fait l'honneur d'être membre de jury.

Nos sincères gratitude vont à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

C'est avec profonde gratitude et sincères mots, que je dédie ce modeste travail de fin d'étude à mes chers parents, qui ont sacrifié leur vie pour me voir réussir la mienne et qui m'ont éclairé le chemin par leurs conseils judicieux. J'espère qu'un jour je pourrai leur rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi, qu'Allah leur prête bonheur et longue vie.

Je le dédie également à mes chers frères et sœur. Mes amis de l'ENSV surtout mes collègues de groupe 01. A tous les professeurs qui m'ont enseigné durant mon cursus et à tous ceux qui m'ont chers.

BAILECH Zakaria

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à ceux qui m'ont soutenu, m'ont encouragé durant toute ma période d'étude, et pour leurs sacrifices. A ceux qui ont toujours voulu que je sois le meilleur :

A mes très chers parents, qui ont œuvré pour ma réussite, par leur amour, leur soutien, tous leurs sacrifices consentis et leurs précieux conseils, pour toute leur assistance et leur présence dans ma vie, recevez à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude, aucune dédicace ne serait assez éloquente pour exprimer mon ressentis.

A tous mes amis du groupe 1 que j'ai passé avec eux l'une des plus belles années durant toute ma vie (Zakaria, Assia, Abdelouahab, Amir, Rayane, Dhaia, Nesrine, Lyna, Nina, Yasmine, Rania).

BENDJEBARA Fethallah Kamel

Liste des abréviations

AFNOR : Association française de normalisation

A.S.A : Association de santé publique vétérinaire

EPT : Eau péptonée tamponnée

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

H.I.D.A.O.A : Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaire d'Origine animale

OMS : Organisation mondiale de la Santé

SPS : Steam Pasterization System

TIAC : Toxi-infection Alimentaire Collective

TSE : Trypton Sel-Eau

TSI : Triple Sugar Iron

UFC : Unités Formant Colonies

VRBG : Violet Red Bile Glucose

Listes des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1: Plan d'abattoir d'El-harrach..... | 19 |
| Figure 2 : Locaux de stabulations à l'abattoir d'El-Harrach (Photo personnelle)..... | 20 |
| Figure 3 : Face postérieure du membre antérieur (photo personnelle)..... | 20 |
| Figure 4 : Zone postéro-externe de la cuisse. (Photo personnelle)..... | 20 |
| Figure 5 : Thorax (photo personnelle)..... | 21 |
| Figure 6 : Flanc (Photo personnelle) | 21 |
| Figure 7 : Préparation des solutions mères (photos personnelles)..... | 22 |
| Figure 8 : Différentes étapes de l'isolement et le dénombrement des entérobactéries (photo personnelle)..... | 23 |
| Figure 9 : Réaction négative à l'oxydase (photos personnelles)..... | 24 |
| Figure 10 : Aspect des entérobactéries sur TSI (Photo personnelle)..... | 25 |
| Figure 11 : Aspect des entérobactéries sur gélose VRBG (Photo personnelle). (Photo personnelle)..... | 26 |
| Figure 12 : Carte de contrôle (Photo personnelle)..... | 28 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Résultats de dénombrement des entérobactéries..... | 27 |
|--|----|

Sommaire

| | |
|---|---|
| Introduction..... | 1 |
| I Définition d'un abattoir | 1 |
| II Etapes d'abattage..... | 2 |
| II.1 Transport des animaux..... | 2 |
| II.2 Stabulation | 2 |
| II.3 Abattage | 2 |
| II.3.1. Saignée | 2 |
| II.3.2. Dépouillement..... | 2 |
| II.3.3. Eviscération | 2 |
| II.3.4. Fente | 3 |
| II.3.5. Douchage | 3 |
| II.3.6. Parage | 3 |
| II.3.7. Pesage | 3 |
| II.3.8. Ressuyage et stockage au froid | 3 |
| III Les dangers de contaminations des viandes | 3 |
| III.1 Dangers chimiques | 3 |
| III.2 Dangers physiques | 4 |
| III.2.1. Liés à l'animal | 4 |
| III.2.2. Liés aux processus de préparation..... | 4 |
| III.3 Dangers biologiques | 4 |
| III.3.1 Bactéries | 4 |
| III.3.2 Parasites | 4 |
| III.3.3 Virus | 4 |
| III.3.4 Champignons | 5 |
| IV Sources de contaminations des viandes..... | 5 |
| IV.1 Milieu | 5 |
| IV.2 Main d'œuvre | 5 |
| IV.3 Matière première (l'animal) | 6 |

| | | |
|----------|--|----|
| IV.4 | Matériel | 6 |
| IV.5 | Méthodes | 6 |
| V | Flores de contamination des viandes | 7 |
| V.1 | Flore aérobie mésophile totale | 7 |
| V.2 | Entérobactéries | 7 |
| V.3 | <i>Escherichia coli</i> | 8 |
| V.4 | Coliformes totaux | 8 |
| V.5 | <i>Salmonella spp</i> | 8 |
| VI | Conséquences de la contamination microbienne | 9 |
| VI.1 | Altération des viandes | 9 |
| VI.1.1 | Conséquences hygiéniques | 9 |
| VI.1.1.1 | Putréfaction de surface (altérations à basse température <10°C) ou putréfaction superficielle..... | 10 |
| VI.1.1.2 | Altération à température intermédiaire (10 à 25 °C) ou puanteur d'os..... | 10 |
| VI.1.1.3 | Putréfaction profonde des produits (Altération à température élevée : 25 à 40 °C) | 11 |
| VI.1.2 | Conséquences technologiques | 11 |
| VI.1.2.1 | Evolution des caractères organoleptiques | 11 |
| VI.1.2.2 | Modifications biochimiques | 12 |
| VI.1.3 | Conséquences sanitaires | 12 |
| VI.1.4 | Conséquences économiques | 12 |
| VII | Les différentes méthodes de prélèvement | 13 |
| VII.1 | Méthodes par contact | 13 |
| VII.2 | Méthodes destructives | 13 |
| VII.2.1 | Méthode de l'excision à l'aide d'un gabarit | 13 |
| VII.2.2 | Méthode de l'emporte pièce | 13 |
| VII.3 | Méthodes non destructives | 13 |
| VII.3.1 | Méthode d'écouvillonnage « chiffonnage » | 13 |
| VII.3.2 | Méthode de prélèvement abrasive | 13 |
| VII.4 | Avantages et limites des différentes méthodes de prélèvement | 14 |

| | | |
|---------|---|----|
| VII.4.1 | Méthodes de prélèvement par contact | 14 |
| VII.4.2 | Méthodes destructive | 14 |
| VII.4.3 | Méthodes non destructives | 14 |
| VIII | Moyens de réduction de la charge microbienne de la viande | 14 |
| VIII.1 | Décontamination en cabine par vapeur sous pression (procédé SPS) | 15 |
| VIII.2 | Douchage à l'eau chaude | 15 |
| VIII.3 | Décontamination locale par combinaison « vapeur, eau chaude, aspiration » | 16 |
| I | Objectif | 17 |
| II | Matériel et méthodes | 18 |
| II.1 | Présentation de l'abattoir d'El-Harrach | 18 |
| II.2 | Prélèvements | 17 |
| II.3 | Méthode de prélèvement | 17 |
| II.4 | Lieu d'analyses microbiologiques des échantillons | 23 |
| II.5 | Méthodes d'analyses | 22 |
| II.5.1 | Matériel | 22 |
| II.5.2 | Préparation des solutions mères et des dilutions décimales | 23 |
| II.5.3 | Isolement et dénombrement des bactéries | 23 |
| II.5.4 | Confirmation | 23 |
| III | Résultat | 23 |
| III.1 | Lecture et interprétation | 23 |
| III.2 | Evaluation de la contamination des carcasses ovines par les entérobactéries | 27 |
| III.3 | Carte de contrôle | 28 |
| IV | Discussion | 30 |
| V | Conclusion | 31 |
| VI | Recommandations | 31 |
| | Annexes | |
| | Références | |

Résumé

L'objectif de notre étude est d'évaluer le niveau d'hygiène de l'abattoir d'El-Harrach à Alger à travers l'estimation de la contamination superficielle de carcasses issues d'ovins abattus dans cet établissement. La moyenne des résultats du dénombrement des entérobactéries à partir des vingt écouvillons réalisés, est de l'ordre de $8.14 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$. Les résultats ont été consignés sous forme de carte de contrôle ce qui a permis de noter la présence des germes recherchés à des niveaux inacceptables, reflétant ainsi de mauvaises pratiques d'abattage dans cet abattoir.

Mots clés : Abattoir, contamination superficielle, carcasses ovines, entérobactérie, hygiène.

Abstract

The objective of our study is to evaluate the level of hygiene of slaughterhouse El-Harrach through the evaluation of the surface bacterial contamination of ovine carcasses in these slaughter-house. The average rate of contamination of the twenty carcasses studied by *enterobacteria* : de $8.14 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$. The results were consigned in the form of control chart according, which made it possible to follow the evolution and the presence of enterobacteria to levels unacceptable what indicates a defect of hygiene in the manufacturing process. Our results showed that these germs heavily contaminate the slaughterhouse in El-Harrach.

Keywords: Slaughterhouse, surface contamination, sheep Carcasses, enterobacteria, hygiene.

ملخص

إن هدف دراستنا هو تقييم مستوى النظافة الصحية في مذبح الحراش من خلال تقييم العفن البكتيري السطحي لجثث الأغنام في هذا المذبح.

و يبلغ متوسط تلوث العينات التي تمت دراستها بواسطة الأنتيروباكت : $8.14 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ و سجلت النتائج في شكل خريطة رقابية الأمر الذي مكن من مراقبة تطور ووجود الأنتيروباكتيريا على مستويات غير مقبولة و هو ما يوضح لنا أن مذبح الحراش ملوث على نطاق واسع بهذه الجراثيم.

الكلمات المفتاحية : كلمات البحث: تقييم، التلوث، جثث الأغنام بكتيريا الأمعاء النظافة

Introduction

L'abattage constitue dans la filière de transformation de la viande une étape importante au cours de laquelle vont se dérouler de nombreuses modifications. Sa contribution dans la contamination des carcasses apparaît prépondérante, l'abattoir joue un rôle d'apport et de dissémination de microorganismes (CARTIER, 2007).

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 être apportés par les manipulations que subissent les carcasses au cours des différentes étapes d'abattage. Les germes se multiplient par la suite provoquant éventuellement des altérations ou rendant la viande dangereuse pour le consommateur. L'essentiel des germes est apporté au cours de l'abattage et au cours de la préparation des carcasses par l'environnement : matières fécales, peau, instruments, manipulateur (BOURGEOIS et al., 1996).

Cette contamination peut être évitée ou du moins réduite par l'application rigoureuse des bonnes pratiques d'hygiène d'abattage afin de garantir à la fois la protection de la santé publique et la qualité de la viande (ZWEIFEL et al., 2005).

Notre étude sert à évaluer le niveau de la contamination superficielle des carcasses ovines au niveau de l'abattoir d'El-Harrach à Alger.

Dont notre plan du travail comprend :

- Une partie bibliographique qui porte sur les différents types d'abattage et l'origine de la contamination superficielle.
- Une partie expérimentale qui porte sur les analyses microbiologiques sur des échantillons issus des carcasses ovines dans l'abattoir.

I Définition d'un abattoir

L'abattoir est un local approuvé et enregistré par l'autorité compétente, utilisé pour l'abattage des animaux destinés à la consommation humaine (CRAPLET, 1966).

Il est le siège d'activités diverses dont le but principal est d'obtenir, à partir d'animaux vivants sains, des carcasses et un cinquième quartier dans les meilleures conditions d'efficacité technique, sanitaire et économique possibles (FRAYSSE et DARRE, 1990).

Il permet l'application facile de la législation sanitaire et la réglementation fiscale et de répondre aux normes de sécurité des aliments par :

- L'inspection sanitaire des animaux et de la salubrité des viandes ;
- Le contrôle de l'hygiène du personnel, du matériel, des locaux et de l'abattage ;

- Le contrôle de la destruction des saisies ;
- La détermination de leur qualité commerciale (JEPSEN, 1958).

II Etapes d'abattage

II.1 Transport des animaux

Les animaux prêts à l'abattage sont en général dispersés dans les élevages, ce qui implique qu'ils doivent être rassemblés et transportés vers les lieux d'abattage (Frayssé et Darre, 1990). Le processus du transport fait partie des opérations nécessaires, généralement appelées manipulations avant l'abattage ou manipulations ante-mortem, consistant à transporter un animal de la ferme à l'abattoir. Les manipulations avant l'abattage peuvent être très stressantes pour les animaux et donc entraîner une diminution importante de la qualité du produit fini si elles ne sont pas effectuées avec le soin nécessaire (FAO, 2006).

II.2 Stabulation

La stabulation consiste à laisser aux animaux le temps pour se reposer dans des endroits spéciaux ; elle est outre son utilité pratique, un moyen de corriger les défauts du transport et du stress. Pendant la stabulation, les animaux sont maintenus en diète hydrique pour éviter qu'ils ne soient abattus au cours de digestion et pour vider les réservoirs gastriques (FROUIN et JONEAU, 1982).

II.3 Abattage

II.3.1. Saignée

C'est l'opération capitale pour le devenir de la viande. Elle consiste à faire une seule incision qui sectionnera rapidement, complètement et simultanément les veines jugulaires et les artères carotides. La saignée se pratique dans les abattoirs algériens sur l'animal en décubitus latéral sur le côté gauche, la tête vers la Mecque et égorgé au nom d'Allah (CABRE, 2005).

II.3.2. Dépouillement

Il consiste à séparer la peau du corps de l'animal. Il s'accompagne toujours de l'élimination de la tête et des pattes dans des meilleures conditions, pour une bonne présentation et conservation de la carcasse (LEYRAL, 1997). Le dépouillement est manuel (sauf dans les abattoirs récents ou la machine à dépouille fait partie de la chaîne) (A.S.A, 2019).

II.3.3. Eviscération

C'est l'ablation de tous les viscères thoraciques et abdominaux de l'animal sauf les reins. Elle doit être effectuée au maximum une demi-heure après la saignée pour éviter le passage des sucs digestifs, des gaz et des microbes intestinaux (CNERNA, 1982 ; FAO 2003).

II.3.4. Fente

Elle consiste à diviser longitudinalement la carcasse en deux parties symétriques par la colonne vertébrale à l'aide d'une scie électrique ou manuelle (DEBROT et CASTANTIN, 1968). Elle est pratiquée, chez les grands animaux (bovins, équidés) (CRAPLET C, 1996).

La scie doit être stérilisée dans l'eau chaude (82°C) en passant d'une carcasse à une autre (BENSID, 2018).

II.3.5. Douchage

Le lavage sert à faire disparaître les saletés visibles et les tâches de sang, à améliorer l'aspect des carcasses ; les carcasses doivent être lavées par pulvérisation d'une eau qui doit être propre (FAO, 1994). Mais ce lavage risque aussi d'homogénéiser la pollution de la carcasse si l'opération est insuffisante ou mal conduite (FRAYSSE et DARRE, 1990).

II.3.6. Parage

Il consiste à enlever toutes les parties endommagées ou contaminées avant la pesée. Le personnel doit en outre se conformer strictement aux instructions des inspecteurs vétérinaires concernant l'enlèvement ou le parage de certaines parties des carcasses (BESID, 2018).

II.3.7. Pesage

Les carcasses sont pesées à chaud, et une réfaction de 2% est appliquée pour obtenir le poids commercial pour les bovins et les ovins (FRAYSSE et DARRE, 1990).

II.3.6. Ressuyage et stockage au froid

C'est l'étape qui consiste à laisser refroidir la carcasse dans des chambres réfrigérées (0-3°C) (BELAID R, 2007). Pour l'obtention d'une viande de bonne qualité, les carcasses sont envoyées dans des chambres froides de stockage après ressuyage (FAO, 2003).

III Les dangers de contaminations des viandes

III.1 Dangers chimiques

Ils sont insidieux, ont des effets qui n'apparaissent qu'à long terme. Ils sont représentés par les dangers liés à l'environnement : produits de nettoyage et désinfection ; produits de traitement de l'eau ; produits de lutte contre les nuisibles (insecticide, raticide et fongicide) ; produits de maintenance (huile, graisse) ; ainsi que les dangers liés à l'animal : résidus de produits phytosanitaires dans l'alimentation des animaux et les résidus de médicaments vétérinaires (BOZEC et MINVIELLE, 2007).

III.2 Dangers physiques

III.2.1. Liés à l'animal

Ce sont des dangers intrinsèques comme des esquilles osseuses ou extrinsèques comme des corps étrangers pointus pouvant être ingérés par l'animal ou des aiguilles d'injections (BOZEC et MINVIELLE, 2007).

III.2.2. Liés aux processus de préparation

Ils sont représentés, d'une part par le matériel défectueux servant à l'abattage pouvant être à l'origine de l'apparition de clous, de pièces diverses se détachant facilement, d'autre part par l'environnement du lieu d'abattage qui peut comporter du verre (bris de fenêtres, de néons, d'ampoules), des morceaux de plastiques (bris de tuyaux, de revêtements). Ces dangers physiques peuvent être aussi d'origine biologique liés soit à des insectes soit au contact du personnel avec les viandes (ongles, cheveux, bijoux, tenues vestimentaires) (BOZEC et MINVIELLE, 2007).

III.3 Dangers biologiques

III.3.1 Bactéries

Les différentes études ont montré que seuls certains dangers biologiques sont pris en considération au niveau des battoirs car ils sont plus importants et directement impliqués dans les toxi-infections alimentaires (ANONYME, 2008). Les principales bactéries responsables de toxi-infection d'origine alimentaire sont : *E. coli* O157 :H7, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Shigella spp* et *Yersinia enterocolitica* (CHINA *et al.*, 2002 ; YAHIAOUI et DAHMAN, 2007).

III.3.2 Parasites

Ils sont généralement associés à la consommation des produits carnés insuffisamment cuits. Exemples : *Cystecercus bovis*, *Cryptosporidium parvum*, *Fasciola hepatica*, *Toxoplasma gondii* (FOSSE ET al, 2006).

III.3.3 Virus

Ils peuvent provenir de l'eau ou des aliments contaminés par des humains, des animaux ou l'environnement. Ils sont incapables de se produire en dehors d'une cellule vivante, de ce fait, ils ne peuvent pas se multiplier dans les aliments ; ce dernier n'étant qu'un vecteur inanimé. (ISO 2200, 2018).

III.3.4 Champignons

Ils comprennent les moisissures et les levures. Certains produisent des substances toxiques, appelés mycotoxines, qui sont dangereuses aussi bien pour les humains que pour les animaux. Exemples : *Cladosporidium Geotricum*, *Mucor* (JAY *et al.*, 2005).

IV Sources de contaminations des viandes

Les sources de contamination microbienne de la viande sont diverses et d'importance inégale. Pour répertorier les différentes sources de contaminations, c'est-à-dire tout ce qui peut être à l'origine de la présence d'une population bactérienne à la surface des carcasses, il faut utiliser la méthode des « 5M » appelée également « le Diagramme d'Ishikawa » : Milieu (les bâtiments) ; Main d'œuvre (le personnel) ; Matières premières (viandes, eau, etc.) ; Matériel et équipement et la Méthode de travail.

IV.1 Milieu

Les différents éléments du milieu représentés par les bâtiments et locaux, l'infrastructure et la finition de la boucherie, air et poussières, eau, sol, nuisibles (rongeurs, oiseaux et insectes) et déchets, peuvent constituer des sources de contamination des carcasses. Une mauvaise infrastructure, des locaux mal entretenus et/ou difficilement nettoyables, favorisent l'augmentation de la pression bactérienne du milieu et donc du risque de contamination des carcasses. Une mauvaise finition des emplacements peut occasionner une souillure physique et rendre plus difficile le nettoyage et la désinfection. L'air pollué (germes, poussières, condensations) peut servir de vecteur et permettre le dépôt de souillures et germes sur les carcasses (NICOLLE, 1986)

L'eau utilisée peut être un vecteur de contamination importante, sa qualité microbiologique a un effet direct sur le nombre de germes portés par la carcasse, donc doit être régulièrement analysée avec l'utilisation d'un système de traitement (Ex : produits chlorés). (SIONNEAU, 1993).

IV.2 Main d'œuvre

Le personnel est aussi une source potentielle importante de germes (flore banale cutanée avec 102 à 105 germes/cm² (zone de peau sèche ou humide) (SCOTT, 1988). Défaut d'hygiène personnelle (contamination des mains par des germes fécaux sachant que l'on rencontre en moyenne 1011 germes/g de selles chez l'homme), porteurs sains de salmonelles ou de *Staphylococcus aureus* (Vallotton, 2004). Bien évidemment les personnes souffrant des maladies graves (tuberculose, brucellose, salmonellose...) sont susceptibles de contaminer la viande et doivent être écartées. Cependant, la formation du personnel et le respect des règles d'hygiène permettent d'améliorer rapidement et considérablement la qualité microbiologique des carcasses (COLLOBERT *et al.*, 2003).

Pour éviter les éventuelles contaminations par les opérateurs, il faudra que ceux-ci soient qualifiés, formés, sensibilisés, et impliqué dans le respect de l'hygiène. Aussi, des dépistages des porteurs sains devront être effectués (VALLONTTON, 2004).

IV.3 Matière première (l'animal)

L'animal représente la principale source de contamination, son tractus gastro-intestinal ainsi que sa peau constituent un réservoir naturel des germes qui seront responsables des souillures de la carcasse pendant l'abattage (BELAID, 2007).

Les bactéries sont introduites dans la chaîne de transformation des viandes par les animaux qui les véhiculent au niveau de leur tube digestif et de leur peau (ROSSET, 1982) ; éléments qui constituent les principales sources de contamination des carcasses au moment de l'abattage (CARTIER, 2007).

Le système respiratoire, la sphère génitale et les mamelles lors d'évolution des mammites représentent les autres sources de contamination superficielles. Elle peut être aussi le résultat d'un contact avec une carcasse contaminée : contaminations croisées. La contamination d'origine intestinale ou viscérale est diminuée suite à l'arrêt de l'alimentation 6-8 h avant transport pour l'abattoir (MOCHO, 2005).

IV.4 Matériel

Le matériel (machines, outils) est le plus souvent responsable d'apports secondaires, dus à une conception imparfaite, une structure poreuse des matières utilisées qui augmentent le risque de foyers de micro-organismes. En effet, les anfractuosités dans le matériel peuvent héberger des germes difficilement accessibles au nettoyage (GILL *et al.*, 1998).

Les couteaux qui servent aux différentes opérations d'abattage peuvent être très contaminés, s'ils ne sont ni nettoyés ni désinfectés. Les scies et les crochets peuvent servir de vecteurs de germes et être responsable d'apport secondaire de bactéries (MOCHO, 2005).

IV.5 Méthodes

Le non-respect de certaines méthodes de travail ou une méthode de travail mal pensée peut augmenter le risque de contamination (BISS et HATHAWAY, 1998).

L'éviscération contribue également à la contamination lors de déchirures ou perforations du contenu gastrique qui va souiller la carcasse, le matériel et les mains des opérateurs.

L'absence de ligature de rectum constitue elle aussi une source importante de contamination (SIONNEAU, 1993).

V Flores de contamination des viandes

La majorité de ces bactéries ne contribuent pas en général à la détérioration de la viande car elles sont incapables de croître à des températures de réfrigération. En revanche, elles peuvent représenter un danger pour le consommateur en causant des toxi-infections alimentaires. Sont principalement utilisés comme indicateurs du respect des bonnes pratiques d'hygiène dans la filière viande, la flore aérobie mésophile, les *Pseudomonas*, les *Enterobacteriaceae* et *E. coli* (GHAFIR et DAUBE, 2007).

V.1 Flore aérobie mésophile totale

La flore aérobie mésophile regroupe des microorganismes formant des colonies dénombrables après leur multiplication dans des conditions de laboratoire définies (BONNEFOY *et al.*, 2002).

Cette flore est un indicateur du degré de contamination bactérienne globale des viandes (ROBERTS, 1980). La numération de la flore aérobie mésophile totale permet d'évaluer la salubrité générale et de contrôler la qualité hygiénique des carcasses (CARTIER, 1993).

V.2 Entérobactéries

La famille des *Enterobacteriaceae* comprend environ 30 types de genre formés par 100 différentes espèces bactériennes. Ce groupe est caractérisé pour être composé de bactéries à coloration de Gram négative principalement avec la morphologie d'un bacille, bien qu'on puisse également trouver des cocci et des formes pléomorphes. Les membres de ce groupe appartiennent au microbiote de l'intestin bien qu'ils puissent aussi être isolés dans d'autres organes humains, plantes, et animaux. Le dénombrement total des entérobactéries est utilisé comme marqueur de contamination fécale et de bonnes pratiques de fabrication. C'est donc un élément qui indique la qualité de la transformation des produits alimentaires. Un nombre élevé de ce marqueur serait indicateur d'un mauvais procédé de fabrication ou d'une contamination ultérieure possible du produit final, impliquant un risque hygiénique et sanitaire pour le consommateur (MOSEL, 1985).

Le dénombrement des *Enterobacteriaceae* doit être effectué pour contrôler l'hygiène générale dans les établissements produisant de la viande fraîche (ANONYME, 2001).

Ces bactéries sont dénombrées sur le milieu VRBG (Violet Red Bile Glucose) pendant 24 à 48 h (JOLY *et al.*, 2003).

V.3 *Escherichia coli*

Les *Escherichia coli* font partie de la famille des *Enterobacteriaceae*. Il s'agit de courts bâtonnets mobiles au moyen de flagelles péritriches, gram négatifs, anaérobies facultatifs, non

sporulés (FENG, 2001; ESLAVA *et al.*, 2003). Dans les filières de production carnée, la principale source de contamination des denrées alimentaires par *E. coli* est le tractus intestinal des animaux. Leur présence correspond à un défaut dans la technique d'abattage, ou une contamination croisée, mais peut également être due à une contamination par les personnes manipulant les denrées alimentaires (RAY, 2001)..

Escherichia coli est un bon indicateur de contaminations fécale suite à une mauvaise éviscération ou à une mauvaise hygiène de l'opérateur d'autant plus que leur densité est généralement proportionnelle au degré de pollution par la matrice fécale, et peut être même un indicateur d'une présence de micro-organismes pathogènes. La contamination a lieu plus souvent lors de la production et la transformation d'aliments crus d'origine animale, ou indirectement, via la contamination par l'eau contaminée. Leur présence correspond à un défaut de la technique d'abattage ou une contamination croisée, mais peut également être due à une contamination par les personnes manipulant les denrées alimentaires (GHAFIR, 2007).

V.4 Coliformes totaux

Sont des Bacillus Gram négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés considérés comme un indice de contamination fécale, mais peuvent être retrouvés dans l'environnement, ces germes renseignent respectivement sur l'état de fraîcheur de la viande et sur les conditions de l'abattage (CARTIER, 1990). Les coliformes totaux sont des entérobactéries possédant l'enzyme B-Galactose permettant l'hydrolyse du lactose à 30°C. Les principaux germes inclus dans ce groupe sont : *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella* et *Serratia* (BELAID, 2007).

V.5 *Salmonella* spp.

Le germe *Salmonella* appartient à la famille des *Enterobacteriaceae*, ce sont des bacilles Gram négatifs, aéro-anaérobies facultatifs, souvent mobiles grâce à leur ciliature péritriche et non sporulés. Les *salmonella* sont des bactéries mésophiles, ayant une température optimale de croissance de 35/37°C, cependant les Salmonelles peuvent se multiplier de 5°C à 45/47°C avec une croissance nettement retardée par les températures inférieures à 10°C (ROBINSON *et al.*, 2000).

Parmi les symptômes, on observe des maux de tête, de la nausée, des vomissements et de la fièvre (39-40°C). Ces signes sont suivis de douleurs abdominales, de diarrhée, de frissons et un état de faiblesse et de prostration, la durée des symptômes est de 3 à 8 jours (OMS, 1988).

VI Conséquences de la contamination microbienne

Les microorganismes peuvent être responsables d'altérations des aliments. On peut avoir une modification de l'aspect uniquement extérieur des aliments, ou bien avoir une modification à la fois de l'aspect et des caractères organoleptiques de l'aliment. Enfin, le développement de microorganismes sur un aliment peut augmenter le risque toxique de cet aliment en cas d'ingestion par le consommateur (LEYRAL et VIERLING, 2007).

La viande crue est soumise à l'action de ses propres enzymes et à celles des microorganismes. L'action des enzymes en général est souhaitable car elle engendre un attendrissement de la viande, ce processus est appelé mûrissement de la viande. L'action des enzymes a parfois par contre des conséquences néfastes du point de vue microbiologique, car elle favorise le développement des bactéries. L'invasion des tissus par les micro-organismes dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels : l'état de santé et de fatigue de l'animal, la charge microbienne de l'animal et en particulier de ses intestins, la méthode d'abattage et les conditions d'entreposage de la viande (GUIRAUD, 2012). Les bactéries de contaminations se développent en fonction des caractères physiques tels que les surfaces d'exposition à l'air, le découpage ; et chimiques, comme le pH, la teneur en eau de la viande ; mais aussi selon les conditions extérieures, comme l'aération ou la température , entraînant surtout des altérations superficielles . A une température plus élevée, ce sont les putréfactions « profondes » qui sont favorisées (GUIRAUD, 2012).

VI.1 Altération des viandes

VI.1.1 Conséquences hygiéniques

L'altération majeure des viandes de boucheries est liée essentiellement à l'hygiène et la conservation des produits. On distingue trois différents types de putréfaction selon le processus de contamination.

VI.1.1.1 Putréfaction de surface (altérations à basse température <10°C) ou putréfaction superficielle

On distingue deux types de putréfactions de surface ; le poissage et l'odeur de relent, le limonage.

➤ Poissage

Le poissage correspond à la présence d'un enduit poisseux en surface des produits, il s'agit d'un défaut de qualité. Le poissage est un enduit muqueux, brun grisâtre qui apparaît sur la surface des carcasses, il est essentiellement dû à l'action de la flore aérobie mésophile, lorsqu'elle dépasse 5.10^7 germes/cm². Cette flore est en général, non pathogène. Le temps

d'apparition du poissage dépend du niveau de la contamination initiale (il est court si la charge microbienne initiale est élevée). Dans ce cas, il faut broser à sec les carcasses, augmenter la ventilation et diminuer la température de la chambre froide pour arrêter la multiplication des bactéries en surface (GUIRAUD, 2012).

La composition chimique et la formation de ce poissage sont à ce jour peu connues, cependant, les bactéries du genre *Leuconostoc* (hétéro-fermentaires) sont particulièrement impliquées dans la production de cet enduit par conversion d'un polysaccharide tel que le saccharose en dextrane, polymère ramifié de dextrose (KORKEALA *et al.*, 1988). D'autres bactéries, telles que *Weissella* (hétérofermentaires également) et *Pseudomonas*, sont aussi impliquées dans la formation de ce poissage à la surface des produits carnés (BORNERT, 2000 ; NYCHAS *et al.*, 2008 ; DUSKOVA *et al.*, 2013).

➤ **Relont**

Il présente les mêmes signes observés dans le poissage, avec une odeur fade et piquante (acides gras volatils à odeurs désagréables). Les masses musculaires deviennent flasques et ont tendance à l'exsudation. Ce type d'altération est dû à la multiplication de la flore aérobie ou anaérobie facultative, non pathogène en général (*Brochotrix thermosphacta*, *Pseudomonas*). La viande n'est pas encore dangereuse, mais elle doit être consommée rapidement (GUIRAUD, 2012).

➤ **Limonage**

C'est un phénomène qui se développe en 3 à 5 jours et il apparait sur des viandes conditionnées de petites tailles et réfrigérées. Il est caractérisé par l'apparition d'un film gras, un peu crémeux, gluant en surface et collant à l'emballage. Il a été montré que la souche responsable du limon est *Lactobacillus carnosum* seulement en présence de saccharose (MEKHTICHE, 2004).

VI.1.1.2 Altération à température intermédiaire (10 à 25 °C) ou puanteur d'os

C'est une altération qui résulte des phénomènes microbiens et d'autolyse par des enzymes tissulaires. La vitesse de refroidissement à cœur des carcasses varie en fonction de différents paramètres : Conformation de la carcasse, degrés d'engraissement etc. En moyenne, la température à cœur des muscles doit atteindre des valeurs de 6 à 7° C en 28 à 36 heures chez les bovins et en 24 à 30 heures chez les ovins. Lorsque la température à cœur des carcasses n'est pas abaissée rapidement, cela provoque une multiplication rapide des bactéries anaérobies (*Bacillus et Clostridium*) en profondeur, ce qui a pour conséquence, l'apparition de mauvaises odeurs et d'une puanteur des os (FAO, 1994). Cette putréfaction commence par une formation de gaz en l'absence de toute mauvaise odeur due à la présence d'un nombre élevé de

Clostridium perfringens sous forme végétative (Supérieur à 107 bactéries/g) (Bensid, 2018). Elle est liée à la présence de *Bacillus* et *Clostridium* dans les carcasses dont la réfrigération est trop lente. L'action microbienne couplée à des modifications enzymatiques génère des composés malodorants. La protéolyse libère des composés à odeur ammoniacale ou sulfhydrique ainsi que des amines de décarboxylation (Bensid, 2018).

VI.1.1.3 Putréfaction profonde des produits (Altération à température élevée : 25 à 40 °C)

Cette putréfaction intéresse les masses musculaires internes des carcasses maintenues à des températures chaudes. Elle est provoquée par des bactéries protéolytiques qui libèrent des composés soufrés, de l'ammoniac, des amines, du scatol et de l'indole. Il s'agit des *Clostridium* protéolytiques, putrides et sulfito-réducteurs (*Clostridium sporogenes*, *Clostridium perfringens*), de certaines espèces de proteus et d'autres germes Gram-aéro-anaérobies et protéolytiques de la flore banale (fermentation putride) (GUIRAUD, 2012). Du fait de la nature des bactéries responsables, des dégradations causées (substances libérées) et d'une éventuelle prolifération importante des germes, les détériorations anaérobies peuvent être néfastes du point de vue sanitaire et entraîner des troubles plus ou moins graves chez le consommateur (Entérobactéries pathogènes, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, *staphylocoques*, etc.) (GUIRAUD, 2012).

VI.1.2 Conséquences technologiques

VI.1.2.1 Evolution des caractères organoleptiques

Les premières manifestations de ce phénomène sont discrètes : odeur dite de relent et modifications de l'aspect de la viande (GUIRAUD, 2012). Il y aura formation d'un enduit visqueux à la surface des carcasses avec modification d'odeur et de couleur. Ces modifications de surface sont le résultat de l'action de la flore aérobie toujours présente sur les viandes pendant les différentes étapes d'abattage. Au-delà du seuil 10⁸ bactéries/cm², la viande se couvre progressivement d'une couche poisseuse et devient grise ou brune (LEYRAL et VIERLING, 2007).

VI.1.2.2 Modifications biochimiques

Elles accompagnent les modifications de l'aspect extérieur, ce sont des modifications biochimiques des constituants de la carcasse (lipides, glucides et protéines). Elles sont dues essentiellement au métabolisme microbien : Les microorganismes provoquent des altérations par leur présence physique en augmentant leur nombre ce qui se traduit par la formation d'un limon visible en surface à la suite d'une dégradation de la viande (BOULIANNE et KING, 1998 ; LOZACH, 2001 ; GUIRAUD, 2003 ; MARCHANDIN, 2007). Ainsi, par la production

de molécules possédant un effet direct sur la flaveur ou indirect en se recombinaut avec d'autres molécules issues du catabolisme des lipides et des acides aminés, qui jouent un rôle dans la formation de biofilms (limon bactérien) donnant un aspect visqueux, très fortement dépréciateurs (JEANTET *et al.*, 2006 ; ADAMS et MOSS, 2008). Les protéinases bactériennes favorisent la putréfaction par hydrolyse des protéines et les lipases ayant un impact sur l'arôme par dégradation des matières grasses (FOURNIER, 2003).

VI.1.3 Conséquences sanitaires

Les maladies d'origine alimentaire ont pris une grande ampleur dans le monde car la morbidité due aux TIAC est élevée. La majorité de celles-ci sont dues à l'ingestion de viande et produits carnés. Actuellement les viandes sont classées deuxième dans la liste des aliments en causes dans les TIAC (COHEN *et al.*, 2007). L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que près de 30% des habitants des pays industrialisés souffrent chaque année d'une toxi-infection alimentaire (BAILLY *et al.*, 2012) , En Algérie en 2004, les statistiques ont montré que 14% des toxi-infections alimentaires étaient liées à la consommation de viandes blanches et rouges (MOUFOK, 2004). Le nombre de cas de toxi-infections d'origine alimentaire annuel est estimé à 38,6 millions (GHAFIR et DAUBE, 2007). Parmi ces cas, 71,7% des mortalités survenues seraient dues à des bactéries. Or la majorité de ces germes provient le plus souvent des denrées alimentaires d'origine animale (BOURGEOIS *et al.*, 1996).

VI.1.4 Conséquences économiques

La contamination microbienne de la viande peut avoir une conséquence économique due à l'altération des viandes et donc la diminution de leur vie commerciale et leur valeur marchande (CARTIER, 2007). En 2004, 36,1 tonnes de viandes rouges et 24,5 tonnes de viandes blanches ont été saisies en Algérie. En outre, chaque cas d'hospitalisation coûterait à l'état entre 2000 et 3000 dinars/jour d'hospitalisation selon un haut responsable de la prévention au Ministère Algérien de la Santé (HAMIDACHE, 2010).

VII Méthodes de prélèvement

Dans le domaine du contrôle microbiologique des carcasses, on distingue trois principales méthodes de prélèvement.

VII.1 Méthodes par contact

Des boîtes de milieux de culture spécifique (contenant différents milieux selon le contrôle bactériologique recherché) sont appliquées directement sur la surface indiquée (par contact direct) pour le prélèvement des germes recherchés (FOURNAUD, 1982).

VII.2 Méthodes destructives

Ces méthodes consistent à prélever un échantillon de tissu superficiel sur la carcasse à l'aide d'outils appropriés (pince, emporte-pièce, bistouri) (DENNAI *et al.*, 2001).

VII.2.1 Méthode de l'excision à l'aide d'un gabarit

À l'aide d'une pince et un scalpel, prélever un échantillon de viande de 10 à 25 cm² sur 2mm d'épaisseur. Cette surface est délimitée par un gabarit (DENNAI *et al.*, 2001).

VII.2.2 Méthode de l'emporte pièce

À l'aide d'un emporte-pièce et un scalpel des disques de 2 mm d'épaisseur et de 10 à 25 cm² de diamètre sont ainsi découpés (VIMONT, 2007).

VII.3 Méthodes non destructives

La surface déterminée pour le prélèvement des germes recherchés est frottée à l'aide d'un disque en coton, une éponge abrasive ou un tampon de gaz (KHALIFA, 1986 ; FLISS *et al.*, 1990 ; KARIB *et al.*, 1994).

VII.3.1 Méthode d'écouvillonnage « chiffonnage »

Consiste à humidifier un écouvillon hydrophile (tissu, gaz, disque en coton...) avec une solution peptonée et de frotter vigoureusement (horizontalement, verticalement et diagonalement) une zone délimitée sur la carcasse à l'aide d'un gabarit. Les surfaces écouvillonnées chez l'ovine sont 100cm² et elles peuvent aller jusqu'à 400 cm² chez le bovin. Cette méthode peut aussi être pratiquée sans humidification de l'écouvillon (Journal officiel des communautés européennes, 2001).

VII.3.2 Méthode de prélèvement abrasive

Consiste à frotter avec une éponge légèrement abrasive (rugueuse) une surface de la carcasse délimitée à l'aide d'un gabarit (jusqu'à 400cm²). Cette méthode permet de détacher plus de germes. Elle est appliquée pour les surfaces faiblement contaminées (ANONYME, 2001).

VII.4 Avantages et limites des différentes méthodes de prélèvement

VII.4.1 Méthodes de prélèvement par contact

Méthode simple et pratique aussi bien lors d'échantillonnage qu'au moment d'analyse au laboratoire. Elle permet la préservation de l'intégrité de la carcasse en évitant toute détérioration liée à l'échantillonnage, cependant, elle n'est pas applicable dans le cas de surface rugueuse ou trop contaminée et ne donne pas le nombre exact de bactéries (FOURNAUD, 1982).

VII.4.2 Méthodes destructive

Cette méthode permet de récupérer plus de bactéries, avec une meilleure répétitivité et reproductibilité des résultats. Cependant, elle détériore quelque peu l'aspect de la carcasse ce

qui peut être commercialement préjudiciable. Elle peut aussi engendrer des inexactitudes importantes dans le cas d'un dénombrement bactérien lorsque la contamination totale est faible et/ou répartie de façon hétérogène (FOURNAUPD, 1982).

VII.4.3 Méthodes non destructives

Cette méthode est intéressante pour la préservation de l'intégrité des carcasses. Elle est simple et pratique permettant d'échantillonner une surface importante, ce qui est plus avantageux lors de la recherche des bactéries réparties de façon non homogène sur la carcasse (tel que *Escherichia coli* O157 H7 et les Salmonelles). Cependant, cette méthode a un taux de récupération des bactéries souvent variable et inférieur à celle de l'excision car elle est capable de récupérer uniquement les bactéries faiblement liées aux tissus superficiels de la carcasse. D'autre part, les résultats obtenus avec cette méthode sont souvent peu reproductibles et peu répétables étant donné la variabilité liée en particulier à l'opérateur (FOURNAUD, 1982).

VIII Moyens de réduction de la charge microbienne de la viande

En général, les méthodes de décontamination créent les conditions nécessaires pour maîtriser et réduire la flore microbienne de la viande (HARDIN *et al.*, 1995 ; HUFFMAN, 2002). Il existe de nombreuses méthodes basées sur des principes différents, certaines utilisent des moyens physiques (température, pression, champs électriques pulsés, rayonnements ionisants...), d'autres chimiques (séchage, salage, fumage, conservateurs, huiles essentielles...). Les propriétés antagonistes des bactéries sont également utilisables (méthodes microbiennes) (LÜCKE, 2000 ; OUSSALAH *et al.*, 2006).

VIII.1 Décontamination en cabine par vapeur sous pression (procédé SPS)

Destinée exclusivement au traitement des carcasses bovines, un système de décontamination basé sur l'emploi de vapeur sous-pression a été développé en 1995 (SOFOS et SMITH, 1998). Cette technologie présente l'avantage de fournir un procédé de décontamination capable de traiter toute une carcasse en a temps record (AYMERICH *et al.*, 2008).

Le traitement des carcasses s'effectue en trois temps (PHEBUS *et al.*, 1997) :

- Séchage de la carcasse par l'air pressurisé : l'importance de ce séchage est amplifiée dans les conditions d'abattage pratiquées aux Etats-Unis où les carcasses subissent généralement un douche.
- Traitement vapeur : consiste à exposer la carcasse à de la vapeur sous pression à 105°C pendant 6 à 8 secondes dans une enceinte hermétique. La température en surface de la carcasse est portée à 91-94°C.

- Choc froid : la température superficielle de la carcasse est abaissée à une température inférieure à 20°C par aspersion d'eau glacée. Le but de ce refroidissement est d'éviter une cuisson superficielle de la viande.

VIII.2 Douchage à l'eau chaude

On compte sur la force cinétique de l'eau pour décrocher les souillures et germes présents sur les carcasses. Cette méthode est très utilisée, elle ne présente que peu de contraintes. L'efficacité du traitement est conditionnée par le temps d'application, la température de l'eau et la pression (SMITH, 1992).

Plusieurs travaux ont porté sur le douchage des carcasses à l'eau chaude, ils s'accordent sur le fait que les effets décontaminant des traitements ne sont réellement significatifs que si la température de l'eau est supérieure à 74°C. Pour des températures moindres, les traitements semblent induire avant tout une redistribution des germes en surface des carcasses, accompagnée ou non d'une diminution des niveaux de contamination. Cette technologie est utilisée en routine dans certains abattoirs australiens, canadiens et américains. L'impact des traitements sur l'aspect des carcasses « couleur » n'est pas systématiquement évoqué. Certains auteurs décrivent un blanchiment superficiel des carcasses bovines dès la fin du douchage. Celui-ci est d'autant plus prononcé que la température et le temps de traitement augmentent, toutefois ce blanchiment disparaîtrait après 2 à 4h sauf si les conditions de douchage ont été drastiques (température de l'eau supérieure à 85°C, durée supérieure à 20 secondes). Peu d'éléments permettent de juger de l'impact du traitement sur les performances de conservation des viandes issues de carcasses ainsi traitées (SMITH, 1992).

VIII.3 Décontamination locale par combinaison « vapeur, eau chaude, aspiration » ou Steam vacuum

Des équipementiers américains ont mis sur le marché dans les années 93 à 95 des appareils portables, destinés à l'élimination des souillures visibles en surface des carcasses (GILL et BRYANT, 1997). Ces équipements dits « Steam vacuum », combinent deux principes à savoir l'aspiration mécanique des souillures et la destruction des microorganismes par un jet d'eau chaude ou de vapeur (CARTIER, 2010).

Le pouvoir de décontamination de ce procédé a été testé sur des carcasses préalablement inoculées et dans les conditions industrielles. DORSA *et al.*, 1996 rapportent une diminution de 3 à 4 log pour la flore mésophile totale, les coliformes totaux et les *E. coli*. CARTIER *et al.*, 2010, ont étudié les performances de ce procédé sur 118 carcasses provenant du même abattoir. En fonction de leur état de propreté, de la présence ou non de souillures visibles, ces carcasses

ont été classées en 4 catégories. Des prélèvements ont été réalisés en fin de chaîne d'abattage avant et après application du Steam vacuum, une réduction d'un peu plus d'un log de la flore mésophile totale a été observée. Concernant les entérobactéries une prévalence de 37% a été observée avant application du traitement, celle-ci chute à 5% après son application. Cette réduction est statistiquement significative. Ces essais montrent que ce traitement utilisé en cours d'abattage permet de réduire la charge bactérienne présente en surface des carcasses bovines (DORSA *et al.*, 1996 ; SOFOS et SMITH, 1998 ; CARTIER *et al.*, 2010).

Partie expérimentale

I Objectif

Notre étude a pour but d'évaluer l'hygiène des procédés de l'abattage des ovins dans l'un des abattoirs de la wilaya d'Alger. Pour ce faire, nous avons procédé à l'estimation de la contamination superficielle des carcasses produites dans l'établissement visité par la recherche et le dénombrement des entérobactéries qui sont considérées comme l'un des indicateurs d'hygiène.

Cette partie expérimentale se décline en :

- Matériel et méthodes utilisés.
- Résultats et leurs interprétations.
- Discussion.
- Conclusion et recommandations.

II Matériel et méthodes

II .1Présentation de l'abattoir d'El-Harrach

L'abattoir d'El-Harrach a été construit par l'état colonial français en 1919. Situé sur l'avenue des libérés entre la rive droite d'Oued El-Harrach et la route nationale N°5, il est entièrement inséré dans une agglomération urbaine, ce qui est en complète contradiction avec les normes de construction d'abattoir.

L'abattoir repose sur une superficie de 4750m² et dispose de :

- Locaux de stabulation divisés en 5 enclos pour séparer les animaux selon les espèces ;
- Deux salles d'abattage, la plus grande est réservée pour l'abattage des bovins, ovins et caprins et l'autre pour l'abattage des équidés.
- L'accès des animaux à la salle d'abattage se fait par un portail de 3 mètres de large, ce même accès est utilisé pour la sortie des carcasses.
- Le sol de l'air d'abattage est en ciment avec une pente. Le revêtement des murs et des piliers est en faïence sur une hauteur de 2.5 mètres pour les murs et de 2 mètres pour les piliers.
- Un local de vidange des réservoirs gastriques ;
- Une chambre froide d'une capacité de 50 carcasses bovines ;
- Un local pour le bureau de vétérinaire et un autre pour le bureau de directeur de l'abattoir ;
- Des vestiaires et des sanitaires.

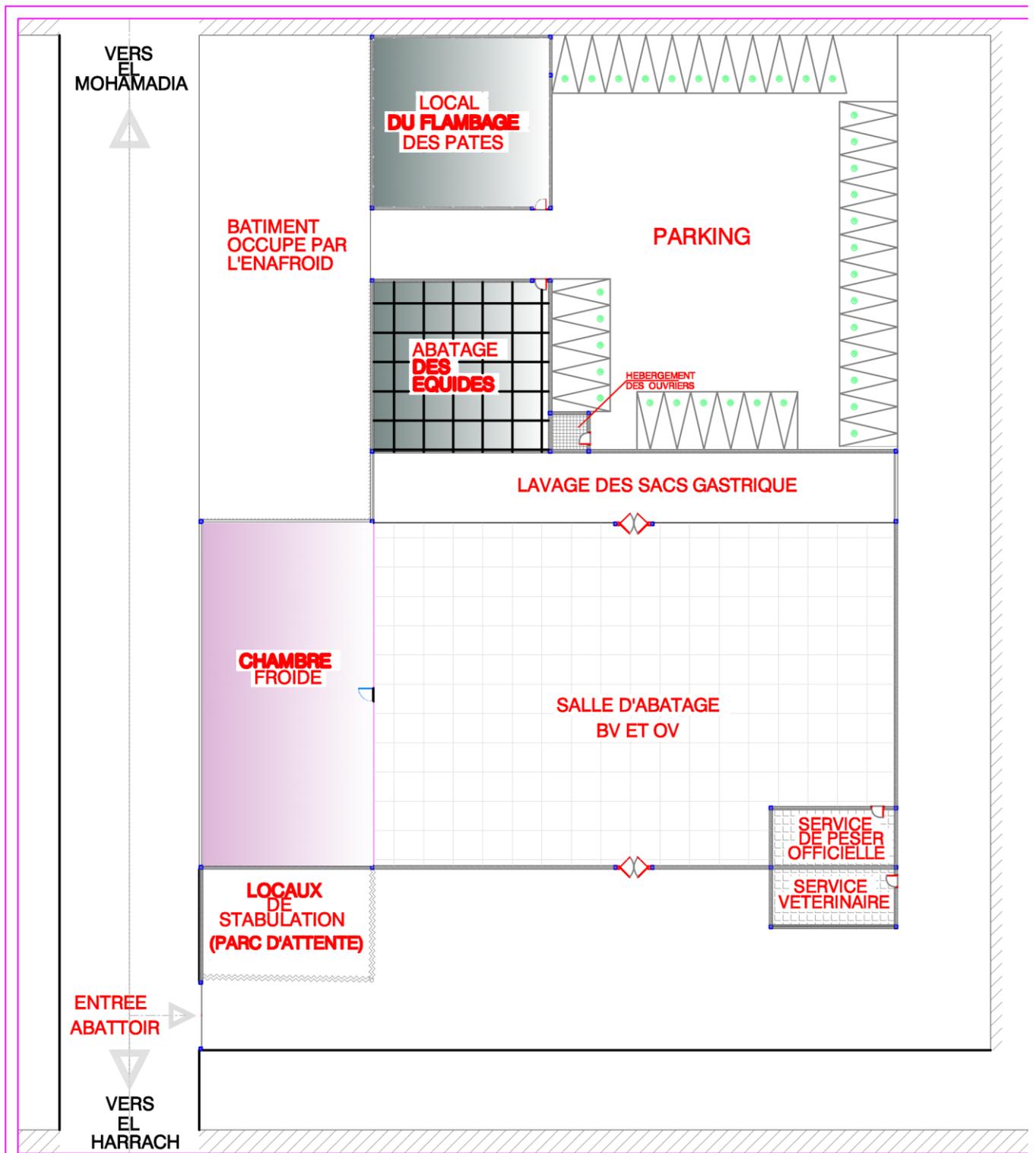


Figure 1. Plan de l'abattoir d'El-Harrach



Figure 2. Locaux de stabulations à l'abattoir d'El-Harrach (Photo personnelle).

II.2 Prélèvements

Au total 20 carcasses ovines ont été écouvillonnées à l'abattoir d'El-Harrach durant le mois de Mars 2022.

II.3 Méthode de prélèvement

Les prélèvements ont été réalisés selon une méthode non destructive reposant sur le double écouvillonnage (humide/sec) selon la norme (ISO 17604). Pour chaque carcasse ovine, quatre zones de 100 cm² chacune situées au niveau de la zone postéro-externe de la cuisse, du flanc, du gros bout de la poitrine et de la face postérieure des membres antérieurs ont été écouvillonnées. Ces sites sont considérés comme les plus représentatifs de la contamination fécale des carcasses lors des différentes opérations d'abattage. La technique du double écouvillonnage est réalisée à l'aide d'écouvillons qui sont des disques de cotons cosmétique exempts de substances inhibitrices.

Les disques de coton cosmétiques ont été stérilisés à 121 °C pendant 20 minutes. Huit disques ont été utilisés pour chaque demi-carcasse à raison de deux cotons par site écouvillonné. Afin d'éviter les contaminations croisées entre les carcasses écouvillonnées, des gants à usage unique ont servi à la réalisation de chaque échantillon. La technique du double écouvillonnage est réalisée selon la procédure suivante :

1. Prendre un coton stérile pour chaque site et l'imbiber avec une solution stérile de TSE (eau tryptone sel, pH : 7).
2. Frotter en exerçant une pression aussi forte que possible avec le coton humidifié la zone de la carcasse délimitée (100 cm²) d'abord verticalement puis horizontalement et enfin en diagonale.
3. Refaire la même opération sur le même site, mais cette fois-ci avec un coton sec.

4. Placer les huit cotons utilisés pour les 4 sites dans un sac stomacher et le fermer de façon étanche.

5. Mentionner sur chaque sac les informations relatives aux carcasses écouvillonnées (date, numéro).

6. Acheminer les échantillons vers le laboratoire dans une glacière, puis faire l'analyse.

Les figures suivantes montrent la méthode d'écouvillonnage après les étapes d'habillage, d'éviscération et de fente thoracique.



Figure 3. Face postérieure du membre antérieur (photo personnelle).



Figure4. Zone postéro-externe de la cuisse. (Photo personnelle)



Figure 5. Thorax (photo personnelle).



Figure 6. Flanc (photo personnelle)

II.4 Lieu d'analyses microbiologiques des échantillons

Le traitement des échantillons a été effectué au niveau du laboratoire d'hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origines animal (H.I.D.A.O.A) de l'école nationale supérieure vétérinaire d'Alger (ENSV).

II.5 Méthodes d'analyses

II.5.1 Matériel

- Sacs Stomacher.
- Stomacher.
- Vortex.
- Micropipette de 1 ml.
- Pipettes Pasteur.
- Autoclave réglé à 120°C.
- VRBG (gélose au cristal violet, rouge neutre, sels biliaires et glucose).
- Boîtes de pétri de 9 cm.
- Étuve réglée à 37°C.
- EPT (eau péptonée tamponnée).
- TSE (eau tryptone sel).
- Tubes à vis stériles.
- Bec de benzène.
- TSI/Gélose (Triple Sugar Iron)
- Disques d'oxydase.

II.5.2 Préparation des solutions mères et des dilutions décimales

- 1- Ajout de l'eau péptonée tamponnée (EPT) dans chaque sac Stomacher contenant les écouvillons.
- 2- L'échantillon a été homogénéisé au moyen du stomacher péristaltique à 250 cycles pendant trois minutes, obtenant ainsi la solution mère.
- 3- Procéder à la préparation des différentes dilutions décimales, à savoir la 10^{-1} , la 10^{-2} , la 10^{-3} , la 10^{-4} et la 10^{-5} .
- 4- Pour obtenir la dilution 10^{-1} , on prélève stérilement 1 ml de la suspension mère homogénéisée et on la transfère dans 9 ml de TSE stérile.
- 5- La dilution 10^{-2} est obtenue en transférant 1 ml de la dilution 10^{-1} dans 9 ml de TSE stérile.
- 6- En transférant 1 ml de la dilution 10^{-2} dans 9 ml de TSE stérile on obtient la dilution 10^{-3} , on fait de même pour la dilution 10^{-4} ainsi pour la 10^{-5} .

Les photos suivantes montrent les étapes de préparation des solutions décimales.



Figure 7. Préparation des dilutions décimales (photos personnelles)

II.5.3 Isolement et dénombrement des bactéries

Les entérobactéries sont isolées puis dénombrées sur un milieu gélosé VRBG après ensemencement en profondeur selon la norme NF ISO 21528-2.

L'ensemencement est réalisé comme suit :

- Procéder à un ensemencement en profondeur par le transfert de 1ml de chacune des dilutions à savoir la 10^{-2} , la 10^{-3} , la 10^{-4} et la 10^{-5} dans les boites de pétri qu'on recouvre de 15 ml de gélose VRBG. Laisser se solidifier puis recouvrir une seconde fois d'une mince couche du même milieu.
- Incubation des boites ensemencées pendant 18 heures à 37°C .
- A la lecture des boites, on va observer des colonies rouges et des colonies violettes. Seules les colonies rouges correspondent aux entérobactéries sont retenues pour le dénombrement.

La figure suivante montre les différentes étapes d'isolement des entérobactéries

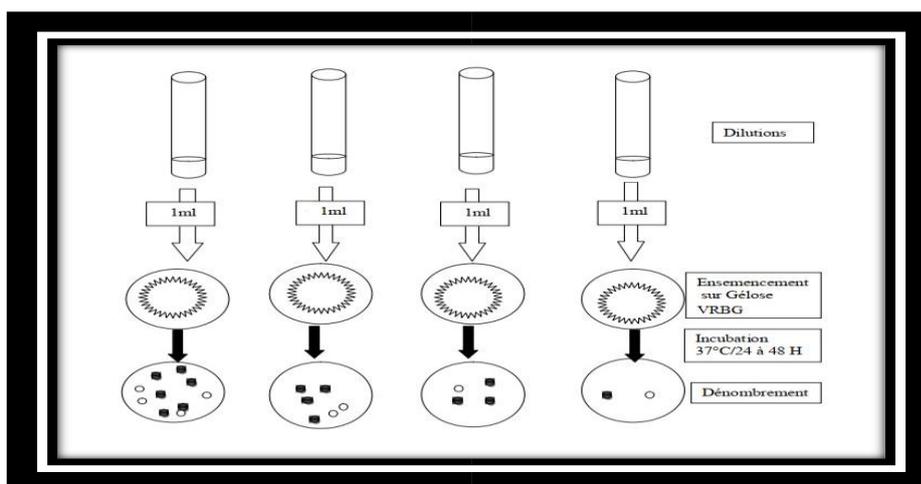


Figure 8. Différentes étapes de l'isolement des entérobactéries.

II.5.4 Confirmation

En vue de la confirmation, un repiquage de 5 colonies est effectué sur gélose nutritive. Par la suite, une colonie bien isolée est sélectionnée à partir de chacune des boîtes incubées, pour effectuer des tests de confirmation biochimique. Les entérobactéries sont oxydase négative et glucose positive.

➤ **Test d'oxydase**

A l'aide de pinces placer un disque d'oxydase sur une lame porte objet.

- Choisir une colonie bien isolée et représentative de la culture fraîche à tester.

-Prélever la colonie choisie à l'aide d'une pipette Pasteur.

-Ne pas utiliser d'ose de métal (à l'exception du platine) cela peut provoquer des réactions faussement positives.

-Frotter doucement la colonie sur le disque et observer l'apparition d'une coloration violette dans un délai de 30 secondes :

- Réaction positive : coloration bleu foncé à violet apparaissant dans un délai de 30 secondes.
- Réaction négative : absence de coloration ou coloration au-delà de 30 secondes, qui confirme la présence des entérobactéries.

La photo suivante montre une réaction négative à l'oxydase.



Figure 9. Réaction négative à l'oxydase (Photo personnelle)

➤ **Recherche de glucose**

Par repiquage des colonies qui ont donné une réaction négative à l'oxydase sur TSI (Triple Sugar Iron). A partir des cultures pures, effectuer un ensemencement de la pente du milieu par des stries et le culot par pique à l'aide d'une pipette pasteur ou une ose stérilisée à la flamme. La dégradation du glucose se traduit par une coloration jaune du culot. La photo suivante montre l'aspect des entérobactéries sur TSI.



Figure 10. Aspect des entérobactéries sur TSI (Photo personnelle).

L'estimation du nombre de colonies en ufc/cm² se fait selon la formule suivante :

$$N = \frac{\sum C}{d1 \times 1,1}$$

N : Nombre de colonies.

C : nombre des colonies comptées sur les boîtes retenues.

d : la valeur de la première dilution retenue.

III Résultats

III.1 Lecture et interprétation

La lecture et l'interprétation ont été faites selon la norme NF ISO 21528-2. Seules les boîtes contenant moins de 300 colonies, au niveau de deux dilutions successives sont retenues. Il faut qu'une boîte renferme au moins 15 colonies. La photo suivante montre l'aspect des entérobactéries sur le milieu VRBG.

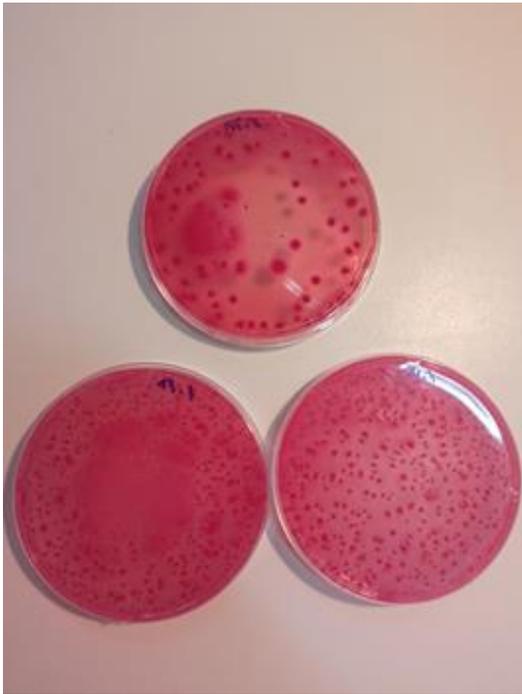


Figure 11. Aspect des entérobactéries sur gélose VRBG (Photo personnelle).

III.2 Evaluation de la contamination des carcasses ovines par les entérobactéries

Les résultats du dénombrement des entérobactéries en ufc / cm² sont rapportés dans le tableau suivant :

Tableau 1. Résultats de dénombrement des entérobactéries.

| Échantillons | Origine | Nombre de colonies en ufc/cm ² |
|--------------|----------------|---|
| 1 | Carcasse ovine | $1,5 \times 10^7$ |
| 2 | Carcasse ovine | <15 |
| 3 | Carcasse ovine | $2,67 \times 10^8$ |
| 4 | Carcasse ovine | $1,56 \times 10^8$ |
| 5 | Carcasse ovine | <15 |
| 6 | Carcasse ovine | $2,1 \times 10^8$ |
| 7 | Carcasse ovine | $1,23 \times 10^7$ |
| 8 | Carcasse ovine | Indénombrable |
| 9 | Carcasse ovine | Indénombrable |
| 10 | Carcasse ovine | $2,80 \times 10^8$ |
| 11 | Carcasse ovine | $1,21 \times 10^8$ |
| 12 | Carcasse ovine | $1,16 \times 10^8$ |
| 13 | Carcasse ovine | $1,03 \times 10^8$ |
| 14 | Carcasse ovine | $1,45 \times 10^8$ |
| 15 | Carcasse ovine | $1,19 \times 10^8$ |
| 16 | Carcasse ovine | 96×10^6 |
| 17 | Carcasse ovine | $1,49 \times 10^8$ |
| 18 | Carcasse ovine | $3,69 \times 10^8$ |
| 19 | Carcasse ovine | $1,53 \times 10^8$ |
| 20 | Carcasse ovine | $2,16 \times 10^8$ |

III.3 Carte de contrôle

Les résultats du dénombrement des entérobactéries à partir des surfaces des carcasses ovines écouvillonnées nous ont permis de tracer une carte de contrôle sur laquelle on peut observer la distribution des différentes valeurs obtenues exprimées en ufc/cm² après leur conversion en log₁₀.

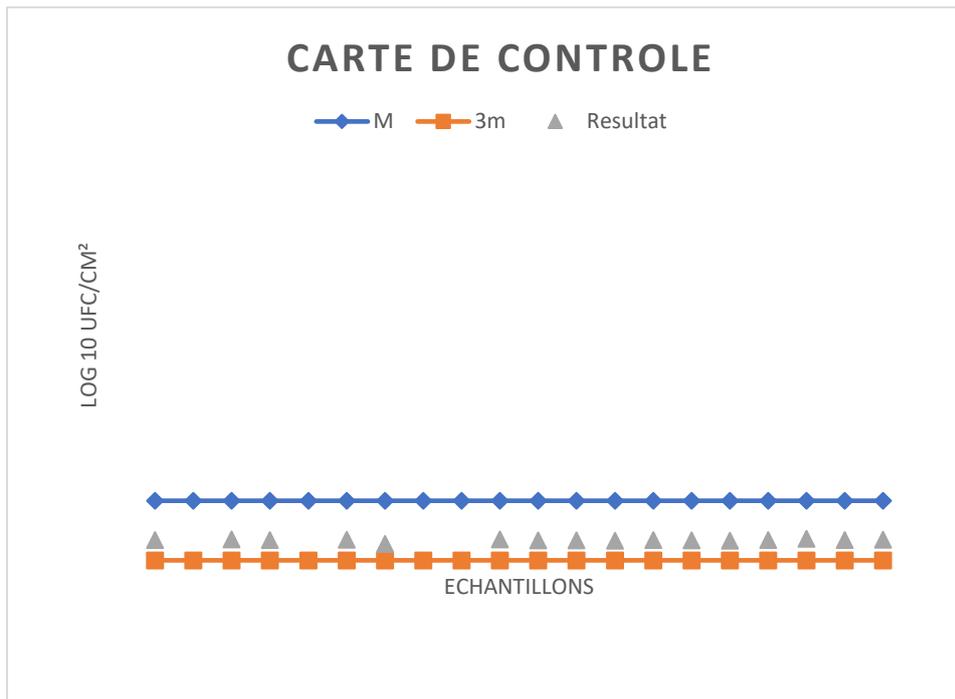


Figure 12. Carte de contrôle

Pour pouvoir interpréter ces résultats, deux limites ont été définies (Anonyme, 2002):

- M=seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats sont considérés comme inacceptables. $M= 20 \text{ ufc/cm}^2$.

- 3m=limite marginale, c'est-à-dire seuil en dessous duquel tous les résultats sont considérés comme acceptables. $3m= 0,7 \text{ ufc/cm}^2$.

Les critères d'interprétation se basent sur :

- Les deux limites 3m et M ;
- n : nombre d'unités composant l'échantillon sur la base duquel l'interprétation a lieu.
- c : nombre d'unités de l'échantillon donnant des valeurs situées entre 3 m et M, $c=3$. Les résultats obtenus doivent être qualifiés soit d'acceptables, de marginaux ou bien d'inacceptables. La catégorie acceptable se situe au niveau de la zone du graphe inférieure à la limite 3m, la catégorie marginale comprend les valeurs du dénombrement situées entre la limite

3m et la limite M, et enfin la catégorie inacceptable est représentée par toutes les valeurs se trouvant au-dessus de la limite M. Pour l'interprétation, on se base sur les résultats du dénombrement obtenus desquels on exclut tous les résultats supérieurs à la limite M, et où on n'accepte au maximum que 3 résultats compris entre les limites 3m et M ($c = 3$). En étudiant la distribution des résultats du dénombrement des entérobactéries sur la carte, on constate que 16 échantillons sont dans la zone marginale entre la limite 3m et la limite M

Les résultats des dénombrements dépassent donc les critères prédéfinis et indiquent ainsi de mauvaises pratiques d'abattage dans cet abattoir.

IV Discussion

En Algérie, le manque de contrôle et de suivi de l'hygiène des entreprises nous a incité à réaliser ce travail, afin d'évaluer l'hygiène des procédés de l'abattage des ovins à l'abattoir d'El-Harrach.

Dans notre étude nous avons choisi d'utiliser la carte de contrôle qui est considérée comme étant un outil efficace pour le suivi de l'hygiène des entreprises notamment les abattoirs.

Cette dernière permet par le biais d'indicateurs hygiéniques (entérobactéries, coliformes totaux et fécaux) d'évaluer les pratiques d'hygiène permettant ainsi de corriger les insuffisances révélées lors de dépassement des limites.

Dans notre étude, 80% des résultats obtenus sont situés dans la zone marginale entre 3m et M ($3m = 0.7 \text{ ufc/cm}^2$ et $M = 20 \text{ ufc/cm}^2$)

La moyenne des résultats du dénombrement des entérobactéries à partir des 20 échantillons issus des carcasses ovines écouvillonnées au niveau de l'abattoir d'EL- Harrach, est de l'ordre de $8.14 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$.

En 2015, l'étude réalisée à l'abattoir d'El-Harrach a révélé que 70,58% des carcasses ovines analysées étaient contaminées avec une moyenne de $8,18 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$. (YAHIAOUI et RAFAI, 2015).

Une deuxième étude a été réalisée en 2017 dans le même abattoir, où un dénombrement moyen de $8,8 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ d'entérobactéries a été enregistré (AYAS et BERBERI, 2017).

Le taux élevé de contamination des carcasses ovines à l'abattoir d'El-Harrach peut être expliqué par les différentes anomalies rencontrées lors des différentes étapes de l'abattage, à savoir la saignée, l'habillage et l'éviscération.

Ces étapes sont considérées comme des points critiques pour lesquels des mesures correctives doivent être envisagées.

Les principales anomalies enregistrées dans cet abattoir sont les suivantes :

- Au moment de la saignée, on remarque non seulement l'écoulement du sang, mais aussi du reflux œsophagien ; cela engendre une souillure du cou et de la robe de l'animal. Cette souillure va se répandre sur l'ensemble de la carcasse par la suite. Ce phénomène est le témoin du non-respect de la diète hydrique qui est en principe obligatoire.
- L'habillage des carcasses est réalisé avec le même couteau qui a servi à la saignée, donc souillé par le sang qui est un véritable milieu de culture pour les bactéries.
- La désarticulation des extrémités de l'animal, généralement très souillées, est réalisée avec toujours le même couteau, ce qui est un risque majeur de contamination des carcasses.

- A l'enlèvement du rectum, on observe souvent la contamination du membre postérieur de la carcasse par les selles.
- A l'éviscération, il y a souvent perforation du rumen, donc contamination de l'intérieur et l'extérieur de la carcasse.
- Le non-respect de la marche en avant et la présence des animaux non encore abattus à proximité des carcasses suspendues entraînent un risque de contamination de ces dernières par la peau des animaux qui est généralement très souillée.

Ces différentes étapes d'abattage sont des points critiques et déterminants pour le bon déroulement du processus à l'abattoir et doivent être maîtrisées.

Pour faire face aux non-conformités constatées, des actions correctives doivent être mises en place.

V Conclusion

Notre étude a révélé que le taux de contamination des carcasses ovines par les entérobactéries était élevé, ce qui reflète de mauvaises pratiques d'abattage dans cet abattoir.

L'abattoir constitue un des points critiques majeurs sur le plan de la qualité hygiénique des viandes, il est donc impératif de minimiser les contaminations microbiennes en apportant des améliorations concernant l'hygiène, les installations, l'équipement, le fonctionnement et le comportement du personnel.

VI Recommandations

Au cours de notre étude, nous avons relevé quelques anomalies au niveau de cet établissement, avant et après l'abattage des animaux. Ces quelques suggestions s'intégrant dans une démarche assurance qualité, en visant les « 5 M », seront utiles et contribueront à la diminution de la contamination des carcasses au niveau de nos abattoirs. Ces mesures concerneront aussi bien l'éleveur, le personnel d'abattoir, que les services vétérinaires.

❖ Milieu

- Séparation entre les secteurs sales (containers à déchets, stabulation) et le Hall d'abattage.
- Un bon nettoyage et une désinfection correcte de tout le bâtiment.
- Elimination des nids d'oiseaux, des rongeurs notamment les carnivores circulant au sein de la salle d'abattage.
- Assurer une bonne aération et éviter l'accumulation de poussières et de germes.

❖ Méthode

- Respecter le principe de la marche en avant.
- Réaliser une éviscération rapide (maximum 30 minutes après l'abattage).

- Réaliser des ligatures du rectum et de l'œsophage afin d'éviter la contamination de la carcasse par leur contenu.

- Veiller à ne pas percer les réservoirs gastriques lors de l'éviscération.

❖ **Main d'œuvre**

- Le personnel doit être propre et sain.

- Prévoir une formation du personnel aux bonnes pratiques d'hygiène afin de réduire la pression de contamination liée à une mauvaise manipulation.

❖ **Matériel**

- Laver les instruments lors du passage d'une carcasse à une autre pour éviter les contaminations croisées.

- Laver les instruments après chaque opération d'abattage.

❖ **Matière première**

- Diminuer la contamination en autorisant à l'abattage uniquement des animaux reposés ayant subis une diète hydrique (pour diminuer la quantité du contenu digestif et des fèces).

- Introduire des animaux propres à la salle d'abattage nécessitant ainsi un lavage et un séchage au préalable.

Annexes

Formule des milieux utilisés

Eau peptonée tamponnée (EPT)

Formule pour un litre d'eau distillée :

Peptone..... 10 g
NaCl..... 5 g
Phosphate disodique (Na₂ PO₃) 3,5g Phosphate dihydrogéné
de potassium (KH₂ PO₃) 3,5g pH= 7,26 ± 0,2 à 25°C

Tryptone sel eau (TSE) Formule pour un litre d'eau distillée

Tryptone..... 1 g
NaCl..... 8,5g pH=7

Autoclaver 20 minutes à 120°C

Gelose Glucose au Cristal Violet, au Rouge neutre et a la Bile (VRBG) (IPA)

Peptone de viande :.....7,0g/l
Extrait de levure :.....3,0g/l
Glucose :.....10,0/l
Chlorure de sodium :.....5,0g/l
Agar agar13,0g/l
Eau déminéralisée:.....1000ml/l Mélange de sels
bilaires:.....1,5g/l
Violet cristal :.....0,002g/l
Rouge neutre :.....0,03g/l pH du milieu = 7,4 ± 0,2

Références

-
- **A.S.A.2019** Association de santé publique vétérinaire (asa-spv). <http://www.asa-spv.asso.fr/>.
- **ADAMS, M.R. & MOSS O.M. (2008)**. Food Microbiology.3rd edition: Royal Society of Chemistry, UK. Pp 131 – 138.
- **AFNOR**. Microbiologie des aliments : dénombrement des micro-organismes par comptage des colonies obtenues à 30 degrés Celsius – Méthode de routine .NF V08- 05.Paris : AFNOR, 1999,8p.
- **ANONYME 2001** ; Journal officiel des communautés européennes, décision de la 2e partie : aspects technologiques, Bulletin de liaison du CTSCCV / Vol.14 N°3/2004, pp : 23-32
- **ANONYME 2008 ; Institut technique de l'aviculture 2008** Journée nationale des professionnels de la poule et de l'œuf de consommation. 4 décembre 2008, éditions ITAVI, Pages 55, 56, 77 à 102, 108, 109, 145 à 161, 171- 175.
- **AYMERICH T., PICOUET P A., MONFORT J.M., 2008**; Decontamination technologies for meat products. *Meat Sci* ; 78: 114-129
- **BAILLY JD, BRUGERE H, CHADRON H. 2012**. Microorganismes et Parasites des viandes : les Connaître pour les Maîtriser de l'Éleveur au Consommateur. CIV, 150p.
- **BELAID R. 2007**. Contribution à l'étude de la contamination superficielle bactérienne et fongique des carcasses bovines dans les abattoirs d'EL-HARRACH. Thèse magistère en science vétérinaire ENSV Alger. 102 pages.
- **BESID ,2018** : Hygiène et inspection des viandes rouges p 69.
- **BISS, M. E., HATHAWAY, S. C. A (1998)**. HACCP-based approach to hygienic slaughter and dressing of lamb carcasses. *New Zealand Veterinary Journal*, Vol 46, 167-172.
- **BONNEFOY C, GUILLET F, LEYRAL G, VERNES- BOURDAIS E. (2002)**. Population contaminant altérant la qualité sanitaire et marchande. In *Microbiologie et Qualité dans les Industries Agroalimentaires*. Collection Biosciences et Techniques, Série Sciences des Aliments; 248p
- **BORNERT G. 2000**. "Importance Des Bactéries Psychrotrophes En Hygiène Des Denrées Alimentaires." *Revue Méd. Vét* 151 (11): 1003–10.

- **BOULIANNE M., et KING A J., (1998).** Meat Color and Biochemical Characteristics of Unacceptable Dark-Colored Carcasses. *J. Food Sci.*63.
- **BOURGEOIS CM, MESCLE JF, ZUCCA J. (1996).** La microflore de la viande (336345). In *Microbiologie Alimentaire : Aspect Microbiologique de la Sécurité et de la Qualité des Aliments*. Lavoisier Tec & Doc : Paris; 672 p.
- **BOURGEOIS, C.M., MESCLE, J.F., ZUCCA J., 1996.** ; *Microbiologie alimentaire. Tom1 : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Ed Tech & Doc ; Londres-Paris- New York : 704 pages.*
- **BOZEC A, MINVIELLE B,2007 : Dangers** chimique et physiques : prise en compte dans le système HACCP et les bonnes pratiques d'hygiène ; page 2-3, 6.
- **CABRE O, 2005.** Inspection sanitaire des animaux de boucherie bovins. 2005.
- **CARTIER P. 1990 :** Méthodologie de contrôle de la qualité hygiénique d'un avant de bovins Zn Dennaï N. Kharrati B. El vachioui M. 2001 : Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Ann. Méd. Vét* : 145 : 270-274,
- **CARTIER P. 1993.** Importance, origine et mode d'appréciation de la contamination salmonellique de la carcasse des Bovins. Examen de 222 vaches de réforme. *Viandes et Produit. Carnés.*, 14 : 35-38
- **CARTIER P. 1997 :** Le point sur de la qualité microbiologique de la viande bovine. Institut de l'élevage Zn Cartier P. Points de repères en matière de qualité microbiologique Viandes bovines. *Viandes Prod Carnés : hors-série : 10% Journées Sciences du Muscle et Technologies des Viandes. Pages : 175- 179.*
- **CARTIER P., 2007 ;** Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. Institut de l'élevage. *Collec « le point sur ».* 70 pages.
- **CNERNA 1978 :** (Commission viande et produitscarnés) 1982 : hygiène et technologie de la viande fraîche, édition CNRS p :29, 43, 44.
- **COHEN N, ENNAJI H, BOUHRIF B, HASSAR M, AND KARIB H. (2007):** Comparative Study of Microbiological Quality of Raw Poultry Meat at Various Seasons and for Different Slaughtering Processes in Casablanca (Morocco). *J. Appl. Poult. Res.*16:502–508.
- **COLLOBERT J. F., DOREY F., DIEULEVEUX V. et MAELE G.V., (2003).** Contrôle microbiologique de carcasses bovines en référence à la décision communautaire 2001/4711C,E du 08 juin 2001. *Rec. Vét. Prat. de France, T;87.no5, 257 - 261.*
- **CRAPLET C., (1996).** La viande de bovins .Tome I .Ed Vignot frère, Paris p 7 486.

- **DEBROT S, CASTANTIN A, 1968.** Hygiène et production de la viande. Editeur : manuel destination des bouchers et des vétérinaires détaillant tous les aspect
- **DENNAÏ N, KHARRATTIB B. ET EL YACHIOUIM A. 2001.** Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. Annales de Médecine Vétérinaire. 145 : 270-274.
- **Dorsa W J., 1997.** New and established carcass decontamination procedures commonly used in the beef processing industry. J Food Prot ; 60 : 1146-1151.
- **DUSKOVA M., KAMENIK J., AND KARPISKOVA R. (2013).** “Weissella Viridescens in Meat Products – a Review.” Acta Veterinaria Brno 82 (3): 237–41. doi:10.2754/avb201382030237.
- **ESLAVA C., VILLASECA J., HERNANDEZ U., CRAVIOTO A. (2003).** Escherichia coli. In: Miliotis M.D., Bier J.W. (Ed.) International Handbook of Foodborne Pathogens. Marcel Dekker: New York, 123-135.
- **FAO, 2003 :** Food and agriculture organisation : sous division des politiques et de l’appui en matière de publications électroniques division de l’information : organisation des Nations Unies. URL : <http://www.fao.org/tempref/docrep/009/a0627f/A0627f.pdf>
- **FAO, 2006 :** FAO production et santé animales manuel bonnes pratiques pour l’industrie de la viande Rome, 2006.
- **FAO/OMS, 1994 :** Food and agriculture organisation, technique et règles d’hygiène en matière d’abattage et de manipulation de la viande dans l’abattage. ISBN. Rome. PP23-24. URL: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/009/y5454f/Y5454F00.pdf>
- **FENG P. (2001).** Escherichia coli. In: Labbé R.G., García S. (Eds.), Guide to foodborne pathogens. John Wiley and Sons, Inc.: New York, 143-162
- **FOSSE J, CAPPELIER J-M, LAROCHE, FRADIN N, GIRAUD K, MAGRAS C, 2006 :** Viandes bovines : une analyse des dangers biologiques pour le consommateur appliquée à l’abattoir. Ren. Rech. Rum. 13: 411-414
- **FOURNAUD J, 1982 :** Bactériologie des carcasses de bovin à l’abattoir. Science des aliments. 5 : 25-30.
- **FOURNIER V., 2003.** La conservation des aliments. Cours de microbiologie générale, Université Laval.
- **FRAYSSE J.L et DARRE A, 1990 :** produire des viandes, volume 1 : sur quelles bases économiques et biologique ? Paris, 1990, Technique et documentation, Lavoisier Ed, Agriculture d’aujourd’hui, pp 384.

- **FRAYSSE J.L et DARRE A., (1990).** Composition et structure du muscle évolution post-mortem qualité des viandes volume 1. Ed Lavoisier technique et documentation. Paris .p227-228.p374
- **FROUIN A et JONEAU D, 1982 :** Les opérations d'abattage et l'hygiène de technologie de la viande fraîche. Ed CNRS. Paris. P35-44. P352.
- **GHAFFIR Y., 2007.** Pertinence de contamination fécale pour surveiller et maîtriser la contamination par Salmonella et Campylobacter dans les filières belges de production de viande. Thèse de doctorat. Université de liège .122 pages
- **GHAFFIR Y., DAUBE G. 2007.** Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine alimentaire. Ann, Méd. Vêt., 151,79-100. .
- **GILL C.O. DESLANDES B. RAHN K. HOUDE A. BRYANT J. 1998:** Evaluation of the hygienic performances of the processes for beef carcass dressing at 10 packing plants. J Appl Microbiol: 84 :1050-1058.
- **GILL C.O. MCGIMNUS, J C. BRYANT J. 1998:** Microbial contamination of meat during the skinning of beef carcass hindquarters at three slaughtering plants. Znter J Food Microbiol : 42- 175-184.
- **GILL, C. O., MC GINNIS, J. C., BRYANT, J. (1998).** Microbial contamination of meat during the skinning of beef carcass hindquarters at three slaughtering plants. International Journal of Food Microbiology, Vol 42, 175-184.
- **GUIRAUD J.P, 2012.** Microbiologie alimentaire, Collection Industrie Agroalimentaire, Ed Dunod.
- **GUIRAUD J.P., (2003).** Microbiologie alimentaire. Dunod – RIA. p696, 144
- **HAMIDACHE N. 2010.** Intoxications alimentaires en été, Les ravages de la restauration rapide. Disponible à l'adresse suivante : URL : <http://www.lexpressiondz.com/nationale/lesravages-de-la-restauration-rapide-81010>
- **HARDIN M. D., ACUFF G. R., LUCIA L. M., OMAN J. S. & SAVELL J. W., (1995).** Comparison of methods for decontamination from beef carcass surfaces. Journal of Food Protection 58 (4): 368 – 374.
- **HUFFMAN R.D., (2002).** Current and future technologies for the decontamination of carcasses and fresh meat. Meat science. 2002, vol. 62, 285 – 294
- **ISO 22000:2018.** Systèmes de management de la sécurité des denrées alimentaires — Exigences pour tout organisme appartenant à la chaîne alimentaire.

- **JAY M., 2009** ; Elaboration d'un modèle expérimental d'étude de la contamination d'origine digestive de surface des viandes-application au danger *Campylobacter*. Thèse de Docteur Vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes ; 149 pages.
- **JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. & BRULE G., 2006**. Science des aliments, Biochimie- Microbiologie - procédés - produits. Volume 1 : stabilisation biologique et physico-chimique. Edition : TEC&DOC, Londres, Paris, New York, p 79 – 255.
- **JESPEN. A 1958** : application des épreuves bactériologiques et biochimiques, à l'appréciation de la salubrité des viandes, (In : hygiène des viandes –Rome : FAO1958.
- **JOLY B., REYNAUD A., 2003** : Entérobactéries systématique et méthode de diagnostic. Editions TEC & DOC. Paris.27-44p.
- **Journal Officiel des Communautés européennes , 2001**. Décision de la commission du 8 juin 2001, 2001/471/CE. 6 pages. URL : <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2001:154:0066:0067:FR:PDF> (page consultée le 01/03/2010).
- **KARIB. H, YANGUELA .J. BLANCO .D. ROTA .C., CARRAMINANA .J. J. HERRARA .A. 1994** : Appréciation de la calidad microbiana de carrales y viscèras de cordero. Recien obtenide alimentaire. 18 :19-23.
- **KHALIFA A., 1986** ; Origines de la contamination superficielle à l'abattoir, techniques de prélèvement *In* Mocho J P., 2005 ; Evaluation de l'hygiène sur une chaîne d'abattage ovin à l'aide d'examens bactériologiques de surface des carcasses. Thèse de Docteur Vétérinaire. École Nationale Vétérinaire de Toulouse ; 51 pages.
- **KORKEALA H., SUORTTI T., AND MÄKELA P. 1988**. "Ropy Slime Formation in Vacuum-Packed Cooked Meat Products Caused by Heterofermentative *Lactobacilli* and a *Leuconostoc* Species." *International Journal of Food Microbiology* 7 : 339–47.
- **LEYRAL G, et VIERLING E. (2007)**. Microbiologie et toxicologie des aliments, Hygiène et sécurité alimentaires, SCIENCES DES ALIMENTS
- **LEYRAL G, et VIERLING E. 2007**. Microbiologie et toxicologie des aliments, Hygiène et sécurité alimentaires, SCIENCES DES ALIMENTS.
- **LOZACH E., (2001)**. Le sel et les microorganismes. École nationale vétérinaire de maison ALFORT. Thèse de Doctorat. Pp 6 -112.
- **LÜCKE F.K., (2000)**. Utilization of microbes to process and preserve meat. *Meat Science*.vol. 56, 105-115.

- **MARCHANDIN H., (2007).** Physiologie bactérienne, Cours Bactériologie. Faculté de Médecine Montpellier – Nîmes p 1- 3.
- **MEKHTICHE, 2004.** Les bactéries lactiques dans le milieu des viandes et produits carnés.
- **MOCHO JP., 2005.** Evaluation de 'hygiène sur une chaîne d'abattage ovin 4 l'aide d'examen bactériologiques de surface des carcasses. Thèse de doctorat. Ecole nationale vétérinaire de Toulouse.
- **MOSSEL, D.A.A. (1985).** Milieu pour *Enterobacteriaceae*. Int. J. Food. Microbiol. 2 : 27-35.
- **MOUFFOK F., 2008.** Toxi-infection alimentaire et la filière lait, P 39.
- **NYCHAS G-J. E., SKANDAMIS P.N., TASSOU C.C., and KOUTSOUMANIS K.P. 2008.** "Meat Spoilage during Distribution." *Meat Science* 78 (1-2): 77–89. doi: 10.1016/j.meatsci.2007.06.02
- **ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE, (1988).** Lutte contre les salmonelloses : le rôle de l'hygiène appliquée aux animaux et aux produits série de rapports techniques. Genève : OMS, 91p
- **OUSSALAH M., CAILLET S., SAUCIER L. & LACROIX M., (2006).** Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas Putida* strain isolated from meat. *Meat Science*, vol. 73, 236-244.
- **PHEBUS R K., NUTSH A L., SCHAFFER D E., WILSON R.C., RIEMAM M J., LEISING J D., KASTNER J D., WOLF J R., PRASAI R.K., 1997;** Comparaison of steam pasteurization and other methods for reduction of pathogens on surfaces of freshly slaughtered beef. *J Food Prot*; 60: 476-484
- **RAY B. 2001 : Indicators of bacterial pathogens 7n Ghafir Y 2008 :** Pertinence des indicateurs de contamination fécale pour surveiller et maîtriser la contamination par salmonella et campylobacter dans les filières belges de production de viande. Extraits de la thèse présentée en vue de l'obtention du grade de docteur en sciences vétérinaires. Université de Liège faculté de médecine vétérinaire : Département des sciences des denrées alimentaires : 704 pages.
- **ROBERTS T.A. 1980.** The effects of slaughter practices on the bacteriology of the red meat carcass. *Royal society of Health Journal*. 100: 3-9
- **ROSSET R, 1982 :** Influence des règles d'hygiène sur la contamination microbienne, In : hygiène et technologie de la viande fraîche. Paris ; édition du centre national de la recherche scientifique.1982.
- **SCOTT, D.W. (1988).** Structure and function of the skin. In : *Large Animal Dermatology*, Philadelphia : Sanders, W.B. 487p.

- **SIONNEAU O. 1993** ; Contamination microbienne superficielle des carcasses de bovins : origine, prévention, décontamination. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort :124 pages.
- **SMITH J E., ANDERSON J E., 1992** ; mode of arrival and establishment o f microfungi. J. Appl.Bacteriol. Suppl., 73: 69-79
- **Sofos J N., Smith M G., 1998.** Nonacid meat decontamination technologies: model studies and commercial applications. Inter J Food Microbiol ; 44 : 171-188.
- **SOLTNER D, (1979).** La production de viande bovine. Collection sciences et techniques agricoles
- **SUTRA L.1999:** Manuel de bactériologie alimentaire. Éditions Polytechnica, Paris: pp 415.
- **Vallontton M F., 2004** ; Evaluation de l'hygiène sur une chaîne d'abattage bovin à l'aide d'examens bactériologiques de surface. Thèse de Docteur Vétérinaire .Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse ; 75 pages
- **Vimont A., 2007.** Optimisation de la recherche des Escherichia coli producteurs de Shigatoxines (STEC). Thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat. Université Claude Bernard - Lyon 1. 318 pages.
- **YAHIAOUI et RAFAI, 2015.** Evaluation du niveau de contamination superficielle des carcasses ovines par les entérobactéries à l'abattoir d'El-Harrach.

