

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'AïnTémouchent



Institut des sciences
Département des sciences de la nature et de la vie

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master en sciences biologiques

Option: Microbiologie appliqué

Présenté par:

M^{lle} BENGRA Oumkeltoum

**Evaluation de la qualité hygiénique des carcasses bovines au niveau de
l'abattoir de Naama**

Soutenue le 16/09/2018

Devant le jury composé de:

Présidente: M^{me} BRIXI GORMAT. N

MCB au C.U.B.B.A.T

Examinatrice: M^{me} ZERRIOUH. M

MCB au C.U.B.B.A.T

Encadreuse: M^{me} AHMED AMMAR. Y

MCB au C.U.B.B.A.T

Année universitaire 2017-2018

***"L'homme et sa sécurité doivent constituer la première
préoccupation de toute aventure technologique."***

A. Einstein

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier le bon Dieu tout puissant de m'avoir aidé à achever ce modeste travail.

J'exprime ma profonde reconnaissance et mes remerciements les plus sincères à:

*Mon encadreuse **Madame AHMED AMMAR Yamina,***

pour avoir accepté d'encadrer ce travail.

Madame BRIXI GORMAT Nassima,

pour avoir accepté de participer au jury de mémoire en tant que présidente.

Madame ZERRIOUH Meriem,

Pour avoir accepté de participer au jury de mémoire en tant qu'examinatrice.

Monsieur LARID Mourad,

Directeur du laboratoire du contrôle de la qualité et de la répression des fraudes de Naama, pour l'accueil au sein de son établissement.

Monsieur DJEBLI Ahmed,

*Inspecteur principal au laboratoire du contrôle de la qualité et de la répression des fraudes de Naama, pour ses très précieuses aides, qui m'ont facilité l'accomplissement de ce travail dans de meilleures conditions. J'ai toujours pu compter sur lui. Sans oublier **Meriem.***

Monsieur MEFTAH Zouhir,

Directeur de l'abattoir de Naama, pour l'accueil au sein de son établissement.

***Monsieur MANSOURI Bachir,** médecin vétérinaire, **Rachid et Rabeh,** ouvriers de l'abattoir, pour leur patience, leur gentillesse, leur disponibilité et leur aide.*

Je remercie tous ceux qui m'ont rendu service et qui ont contribué de près ou de loin pour accomplir ce travail.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail:

*A ma sœur **Malika** et mon frère **Salaheddine**, qui m'ont toujours encouragés,
que dieu leur procure bonne santé et longue vie.*

*A ma très chère nièce **Derin**, ma petite princesse, que dieu la protège.*

*A celle qui m'a beaucoup soutenue tout au long de ce projet: ma très chère amie
Schahrazed.*

*Sans oublier **Fatima Zohra** qui est une amie plus qu'une collègue.*

Oumkeltoum

Table des matières

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES DIAGRAMMES

LISTE DES ABREVIATIONS

GLOSSAIRE

INTRODUCTION..... 01

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I-GENERALITES SUR LA VIANDE..... 02

I-1-Définition de la viande 02

I-2-Typologie de la viande 02

I-3-Catégories de la viande..... 02

I-4-Composition de la viande 03

I-5-Couleur de la viande..... 03

I-6-Qualité de la viande 03

I-6-1-Définition de la qualité..... 03

I-6-2-Qualité organoleptique..... 04

I-6-2-1-La couleur 04

I-6-2-2-La flaveur..... 04

I-6-2-3-La jutosité 04

I-6-2-4-La tendreté 04

I-6-3-Qualité technologique 04

I-6-3-1-Le pH 04

I-6-3-2-Le pouvoir de rétention d'eau..... 05

I-6-4-Qualité nutritionnelle 05

I-6-5-Qualité hygiénique 05

II- PRODUCTION DES VIANDES A L'ABATTOIR..... 05

II-1-Abattoir 06

II-2-Inspection sanitaire des viands.....	06
II-2-1-Inspection pré opérationnelle.....	06
II-2-2-Inspection ante mortem.....	06
II-2-3-Inspection post mortem	06
II-3-Processus d’abattage des bovins	07
II-3-1-Opérations souillées.....	07
II-3-1-1-Stabulation.....	07
II-3-1-2-Contention	07
II-3-1-3-Etourdissement	07
II-3-1-4-Saignée	07
II-3-1-5-Habillage	08
II-3-1-5-1-Pré-dépouille	08
II-3-1-5-2-Dépouille.....	08
II-3-2-Opérations saines	08
II-3-2-1-L’éviscération.....	08
II-3-2-2-Aspiration de la moelle épinière.....	08
II-3-2-3-Fente en demi	09
II-3-2-4-Emoussage.....	09
II-3-2-5-Parage	09
II-3-2-6-Douchage.....	09
II-3-2-7-Pesée.....	09
II-3-2-8-Marquage.....	09
II-3-2-9-Classement	09
II-3-2-10-Réfrigération.....	10
II-3-2-10-1-Ressuage	10
II-3-2-10-2-maturation	10
III-APPRECIATION DE LA QUALITE DE LA CARCASSE.....	10
III-1-Poids de la carcasse	10
III-2-Classement des carcasses.....	10

III-2-1-Conformation de la carcasse.....	10
III-2-2-Etat d'engraissement.....	11
III-3-Rendement de la carcasse	11
III-4- pH de la carcasse	11
IV-EVOLUTION DE LA VIANDE APRES L'ABATTAGE	11
IV-1-Phase de pantelance.....	11
IV-2-Phase de rigidité cadavérique	12
IV-3-Phase de maturation.....	12
V-PRINCIPAUX DEFAUTS QUALITATIFS DE LA VIANDE LIES A L'EVOLUTION POST MORTEM DU MUSCLE.....	12
V-1-Viandes à coupe somber	12
V-2-Viandes exsudatives.....	13
VI-MICROBIOLOGIE DE LA VIANDE.....	13
VI-1-Flore de la viande	13
VI-1-1-Flore originelle.....	13
VI-1-1-1-Parasites	13
VI-1-1-2-Protozoaires	13
VI-1-1-3-Bactéries	14
VI-2-Flore de contamination.....	14
VI-2-1-flore d'altération.....	14
VI-2-2-Flore pathogène.....	14
VI-2-Facteurs influençant l'altération de la viande.....	14
VI-2-1-Facteurs intrinsèques.....	14
VI-2-1-1-Composition chimique de la viande	14
VI-2-1-2-Activité de l'eau.....	14
VI-2-1-3- pH	15
VI-2-1-4- potentiel d'oxydoréduction	15
VI-2-2-Facteurs extrinsèques	15
VI-2-2-1-Type et nombre initial de microorganism.....	15
VI-2-2-2-Température	16

VI-2-2-3-Humidité relative	16
VI-3-Sources de contamination de la viande	16
VI-3-1-Contamination profonde	16
VI-3-1-1-Septicémie.....	16
VI-3-1-2-Bactériémie	17
VI-3-1-3-Abattage avec des instruments malpropres.....	17
VI-3-2-Contamination superficielle	17
VI-3-2-1-Matières premières.....	17
VI-3-2-2-Matériel.....	17
VI-3-2-3-Milieu.....	17
VI-3-2-4-Méthodes.....	17
VI-3-2-5-Main d'œuvre.....	18
VI-4-Conséquences de la contamination microbienne.....	18
VI-4-1-Altération de la viande	18
VI-4-1-1-Putréfaction superficielle	18
VI-4-1-2-Puanteur d'os	19
VI-4-1-3-Putréfaction profonde	19
VI-4-1-4- Putréfaction hydrolytique	19
VI-4-2-Toxi-infections alimentaires	19
VI-4-2-1-Conditions d'apparition de la toxi-infection alimentaire.....	20
VI-4-2-2-Typologie de toxi-infections alimentaires	20
VI-4-2-2-1-Toxi-infection alimentaire proprement dite	20
VI-4-2-2-2-Intoxication alimentaire.....	20
VI-4-2-2-3- Intoxication alimentaire	20
VI-4-2-2-4- Infection alimentaire.....	20

ETUDE EXPERIMENTALE

I-MATERIEL ET METHODES.....	21
I-1-Lieu et période de prélèvements.....	21
I-2-Nombre de prélèvements effectués	21

I-3-MATERIEL	22
I-3-1- Matériel de prélèvement.....	22
I-3-2-Matériel de laboratoire	23
I-3-2-1-Appareillage.....	23
I-3-2-2Verreries.....	23
I-3-2-3-Consommables.....	23
I-3-2-4-Milieus de culture et réactifs	23
I-4-METHODES.....	24
I-4-1-Méthode d'échantillonnage.....	24
I-4-1-1-Zones échantillonnées.....	24
I-4-1-2-Mode opératoire.....	25
I-4-2-Transport et conservation des échantillons	25
I-4-3-Analyses microbiologiques	25
I-4-3-1-Préparation de la solution mère	25
I-4-3-2-Préparation des dilutions décimales	26
I-4-3-3- Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale à 30°C	26
I-4-3-3-1-Définition	26
I-4-3-3-2-Mode opératoire	26
I-4-3-3-3-Lecture et expression des resultants	27
I-4-3-3-3-1- Estimation des grands nombres.....	27
I-4-3-3-3-2-Estimation des petits nombres.....	27
I-4-3-4-Dénombrement des coliformes totaux et thermotolérants.....	28
I-4-3-4-1-Coliformes totaux	28
I-4-3-4-1-1-Définition	28
I-4-3-4-1-2-Mode opératoire	28
I-4-3-4-2-Coliformes thermotolérants	29
I-4-3-4-2-1-Définition	29
I-4-3-4-2-2-Mode opératoire	29
I-4-3-5-Dénombrement des streptocoques fécaux	30

I-4-3-5-1-Définition	30
I-4-3-5-2-Mode opératoire	30
I-4-3-5-2-1-Test présomptif	30
I-4-3-5-2-2-Test confirmatif.....	30
I-4-3-5-2-3-Lecture des resultants.....	31
I-4-3-6-Dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i>	32
I-4-3-6-1-Définition	32
I-4-3-6-2-Mode opératoire	32
I-4-3-6-3- Test de catalase.....	32
I-4-3-6-3-1-Définition	32
I-4-3-6-3-2-Mode opératoire	33
I-4-3-6-4-Test de coagulase	33
I-4-3-7-Recherche de <i>Salmonella</i>	34
I-4-3-7-1-Définition	34
I-4-3-7-2-Mode opératoire	34
I-4-3-7-2-1- Pré-enrichissement.....	34
I-4-3-7-2-2-Enrichissement.....	34
I-4-3-7-2-3- Isolement.....	35
I-4-3-8-Dénombrement des <i>Clostridium perfringens</i>	36
I-4-3-8-1-Définition	36
I-4-3-8-2-Mode opératoire	36
I-4-4-Estimation des résultats en log UFC/cm ² de surface	36
I-4-5-Critères microbiologiques	37
II-RESULTATS ET DISCUSSION	38
II-1-Résultats	38
II-1-1-Evaluation de la contamination globale des carcasses bovines.....	38
II-1-2-Comparaison de la charge microbienne entre les différentes zones de prélèvement .	39
II-1-3- Evaluation de la charge microbienne de chaque flore sur chaque zone prélevée.....	40
II-1-3-1-Flore aérobie mésophile totale à 30°C	40

II-1-3-2-Coliformes totaux	40
II-1-3-3-Coliformes thermotolérants	41
II-1-3-4-Streptocoques fécaux.....	42
II-1-3-5- <i>Staphylococcus aureus</i>	42
II-1-3-6- <i>Salmonella</i>	43
II-1-3-7- <i>Clostridium perfringens</i>	43
II-2-DISCUSSION.....	45
II-2-1-Appréciation globale.....	45
II-2-2-Appréciation du niveau de contamination par les différentes flores	45
II-2-2-1-FMAT	45
II-2-2-2-Coliformes totaux	46
II-2-2-3-Coliformes thermotolérants	47
II-2-2-4-Streptocoques fécaux.....	47
II-2-2-5- <i>Staphylococcus aureus</i>	48
II-2-2-6- <i>Salmonella</i>	48
II-2-2-7- <i>Clostridium perfringens</i>	49
III-CONCLUSION.....	50
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE	52
ANNEXES	
RESUME	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01: valeurs nutritionnelles pour 100 g de viande	05
Tableau 02: classes de conformation de la carcasse	11
Tableau 03: Planning des prélèvements.....	22
Tableau 04: exemple explicatif.....	30
Tableau 05: Critères microbiologiques applicables aux carcasses des bovins échantillonnées par écouvillonnage	37
Tableau 06: Résultats des analyses microbiologiques des échantillons des carcasses de bovins.....	Annexe 04
Tableau 07: Origine de la contamination fécale selon le rapport coliformes fécaux/streptocoques fécaux.....	Annexe 05

LISTE DES FIGURES

Figure 01: Localisation des morceaux de viande de 1, 2 et 3 ^{ème} catégorie.....	02
Figure 02: Structure du muscle	03
Figure 03: Rapport entre les modifications du pH dans les muscles après l'abattage et la qualité de la viande.....	13
Figure 04: Zones écouvillonnées sur les carcasses de bovins.....	24
Figure 05: Prélèvements réalisés par carcasse	25
Figure 06: Schéma de la préparation des dilutions décimales	26
Figure 07: Aspect des colonies de la FMAT sur la gélose PCA après l'incubation.....	27
Figure 08: Aspect des colonies de coliformes totaux sur la gélose VRBL après l'incubation	29
Figure 09: Aspect des colonies de coliformes thermotolérants sur la gélose VRBL après l'incubation.....	29
Figure 10: Tubes de Rothe après l'incubation	30
Figure 11: Tubes de Litsky après l'incubation.....	31
Figure 12: Aspect des colonies suspectes de <i>Staphylococcus aureus</i> sur la gélose BP après l'incubation.....	32
Figure 13: Test de catalase pour <i>Staphylococcus aureus</i>	33
Figure 14: Test de coagulase pour <i>Staphylococcus aureus</i>	33
Figure 15: Pré-enrichissement de <i>Salmonella</i> dans de l'eau peptonée tamponnée après l'incubation.....	34
Figure 16: Enrichissement de <i>Salmonella</i> dans Rappaport-Vassiliadis après l'incubation	35
Figure 17: Aspect des colonies de <i>Salmonella</i> sur la gélose hektoen	35
Figure 18: Aspect des colonies de <i>Clostridium perfringens</i> sur la gélose TSC après l'incubation.....	36
Figure 19: Colonies présentent un aspect caractéristique similaire à celui de certaines entérobactéries sur la gélose hektoen	43

LISTE DES DIAGRAMMES

Diagramme 01: Evaluation de la contamination globale des carcasses par les germes recherché	38
Diagramme 02: Pourcentage des flores microbiennes isolées dans la contamination globale des 10 carcasses bovines	39
Diagramme 03: Evaluation de la contamination globale de différentes zones de prélèvement	39
Diagramme 04: Evaluation des taux de contamination de différentes zones de prélèvement par la FMAT	40
Diagramme 05: Evaluation des taux de contamination de différentes zones de prélèvement par les coliformes totaux	41
Diagramme 06: Evaluation des taux de contamination de différentes zones de prélèvement par les coliformes thermotolérants	41
Diagramme 07: Evaluation des taux de contamination de différentes zones de prélèvement par les Streptocoques fécaux	42
Diagramme 08: Evaluation des taux de contamination de différentes zones de prélèvement par <i>Staphylococcus aureus</i>	43
Diagramme 09: Evaluation des taux de contamination de différentes zones de prélèvements par <i>Clostridium perfringens</i>	44

LISTE D'ABREVIATIONS

ACIA: agence canadienne d'inspection des aliments.

AFSCA: agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire.

AFSSA: agence française de la sécurité sanitaire des aliments.

ANSES: agence nationale de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

a_w: activité de l'eau.

BP: Baird parker

C°: degré Celsius.

DGAL/SDSSA: Direction générale de l'alimentation Sous-direction de la sécurité sanitaire des aliments.

Eh: potentiel d'oxydo-réduction.

cm: centimètre.

cm²: centimètre carré.

DFD: dark firm and dry «sombre ferme et sèche».

FAO: Food and Agriculture Organization.

FMAT: flore mésophile aérobie totale.

GPEM/DA: Groupe permanent d'étude des marchés de denrées alimentaires.

HACCP: Hazard Analysis Critical Control Point « Analyse des dangers - points critiques pour leur maîtrise ».

HR: humidité relative.

ISO: International Standardization Organization.

ml: millilitre.

mv: millivolt.

NPP: Nombre le Plus Probable.

OMS: Organisation Mondiale de la Santé.

PCA: plate count agar.

PRE: pouvoir de rétention d'eau.

PSE: pale soft and exsudative « pâle mole et exsudative ».

pH: potentiel d'hydrogène.

SMAC: Syndicat mixte de l'abattoir en corse.

TSE: Tryptone-sel.

TSC: Tryptone-Sulfite-Cyclosérine.

UFC: unité formant colonie.

VRBL: Violet Red Bile Lactose.

GLOSSAIRE

Abattage: Mise à mort d'un animal de boucherie aux fins de consommation humaine (ce terme englobe l'étourdissement et la saignée).

Acide aminé essentiel: qui ne peut être synthétisé par l'organisme et qui doit être obtenu de l'alimentation (l'isoleucine, la leucine, la lysine, la méthionine, la phénylalanine, la thréonine, le tryptophane, la valine et l'histidine).

Altération: Anomalie qui survient après l'abattage de l'animal.

Bonnes pratiques d'hygiène: Toutes les pratiques concernant les conditions et mesures nécessaires à assurer la sécurité sanitaire et la salubrité des denrées alimentaires tout au long de la chaîne alimentaire.

Carcasse: Corps de tout animal abattu après saignée et habillage.

5ème quartier: toute partie comestible ou non comestible de l'animal autre que la carcasse.

Contamination: Transmission directe ou indirecte de substances indésirables.

Contaminant: Tout agent biologique ou chimique, toute matière étrangère ou toute autre substance n'étant pas ajoutée intentionnellement aux denrées alimentaires et pouvant compromettre leur sécurité ou leur salubrité.

Contrôle: Evaluation de la conformité par observation et jugement accompagné si nécessaire de mesures, d'essais ou de calibrage.

Diète hydrique: c'est un « régime » basé sur la consommation d'eau et UNIQUEMENT d'eau.

Estampille: Toute marque ou tout cachet ainsi que toute étiquette portant cette marque ou ce cachet, agréé par l'autorité compétente.

Euthanasie : terme employé en remplacement de celui d'abattage quand il s'agit d'abrèger des souffrances, une agonie ou les animaux d'expérimentation des laboratoires de recherche.

Extravasation: la sortie non souhaitée d'un liquide hors de son canal vers les tissus qui l'entourent.

Habillage: Action comprenant le dépouillement d'un animal, la fente et le parage de la carcasse.

HACCP: C'est une méthode qui permet:

1- d'identifier et d'analyser les dangers associés aux différents stades du processus de production d'une denrée alimentaire ;

2- de définir les moyens nécessaires à leur maîtrise ;

3- de s'assurer que ces moyens sont mis en œuvre de façon effective et efficace.

Hémoglobine: le pigment responsable de la couleur rouge du sang.

Innocuité: Qualité de ce qui n'est pas nuisible.

Inspection: Examen macroscopique attentif dans un but de contrôle, de surveillance ou de vérification.

Lésions: Modification pathologique d'un organe ou d'une partie de la carcasse.

Myoglobine: c'est un pigment musculaire qui est le principal responsable de la coloration de la viande.

Nettoyage: Elimination des souillures d'une surface.

Poissage: Manifestation caractéristique de l'altération bactérienne des viandes conservées à l'air, se traduisant par l'apparition d'un enduit gluant

Saisie: Tout animal d'abattoir et toute viande qui a été inspectés et jugés impropre à la consommation humaine.

Salubrité: Assurance que les aliments ne causeront pas de dommage pour le consommateur.

Sanitaire: Concerne les maladies contagieuses du bétail.

Sécurité sanitaire des aliments: englobe toutes les mesures destinées à proposer des aliments aussi sûrs que possible.

Viandes: Parties comestibles de tout mammifère abattu dans un abattoir.

Viande fraîche: Viande qui n'a encore subi aucun traitement destiné à assurer sa conservation; toutefois, si elle a été soumise à un traitement par le froid, elle continue à être considérée comme fraîche.

Viscères: Organes des cavités thoracique et abdominale.

Introduction

INTRODUCTION

La viande est considérée comme un aliment de choix en raison de sa valeur nutritive. Sa richesse en protéines et sa nature, font d'elle un aliment essentiel pour une alimentation équilibrée. (BELCO LATIFOU *et al*, 2017). Globalement, la consommation mondiale de viande continue de progresser depuis quelques années. Cette évolution résulte de l'augmentation de la consommation dans les pays en développement (LEBRET et PICARD, 2015), pour atteindre un niveau moyen mondial de 42,9 kg/habitant/an (planetoscope, s. d) et de 14,2 kg/habitant algérien/an, en 2014 (Radio Algérienne, 2016). En Algérie, le secteur des viandes occupe une place importante dans l'économie agricole. En effet, une étude couvrant les années 2013 et 2014, a montré que l'effectif total du bétail est de 35 millions de têtes avec une production totale nationale des viandes rouges de 486000 tonnes, dont un taux de 60,7% de viandes ovines, 31% de viandes bovines, 7,8% de viande caprine, et seulement 2% de viande de chameau et de cheval (Radio Algérienne, 2016). La viande est une denrée alimentaire hautement périssable dont la qualité hygiénique dépend, d'une part de la contamination pendant les opérations d'abattage et de découpe et d'autre part, du développement de la flore contaminante pendant le refroidissement, le stockage et la distribution (CARTIER et MOEVI, 2007). En effet, L'abattage est un processus où l'intervention humaine est très importante. Le personnel est susceptible de contaminer les carcasses par les mains et les vêtements et avec le matériel de travail (DENNAI *et al*, 2001). Une fois contaminée, la viande peut être le siège d'une prolifération microbienne car elle constitue un excellent milieu de croissance pour un grand nombre de microorganismes, qui peuvent affecter la santé du consommateur (toxi-infections et maladies infectieuses d'origine alimentaire) et provoquer des altérations de la viande, pouvant aller jusqu'à la putréfaction (BENAISSA *et al*, 2014). En dehors de l'hygiène du procédé d'abattage, la qualité hygiénique des viandes doit être prise en compte pour assurer la sécurité sanitaire des aliments (SALIFOU *et al*, 2013c).

La présente étude a pour objectif d'évaluer la qualité hygiénique des carcasses bovines abattues dans l'abattoir de Naama et déterminer les zones les plus susceptibles d'être contaminer pendant l'abattage. Une méthode de prélèvement, non destructive standardisée a été utilisée pour le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale à 30°C, les coliformes totaux et coliformes thermotolérants, les Streptocoques fécaux, les *Staphylococcus aureus*, les *Clostridium perfringens* et enfin la recherche des Salmonelles.

Revue bibliographique

I-Généralités sur la viande:

I-1-Définition de la viande:

La viande est le produit de transformation du muscle après la mort de l'animal (CARTIER et MOEVI, 2007). Le Codex alimentarius définit la viande comme étant « toutes les parties d'un animal qui sont destinées à la consommation humaine ou ont été jugées saines et propres à cette fin » (FAO, 2015).

I-2-Typologie de la viande:

On distingue quatre sortes de viandes: « la viande rouge » qui comprend le bœuf, le mouton et le cheval; « la viande blanche » qui comprend le veau, le porc, le lapin et les volailles; « la viande noire » qui est issue du gibier et enfin « la viande grasse » qui comprend l'oie et la charcuterie (MEYER, 2018).

I-3-Catégories de la viande:

A l'exception du porc, toutes les viandes de boucherie sont classifiées en trois catégories qui sont identiques pour tous les animaux. La catégorie est ensuite déterminée en fonction de l'emplacement du morceau sur l'animal comme elle montre l'image ci-dessous (figure 01). Par ailleurs, ces catégories sont corrélées aux taux de masse musculaire et de collagène. En effet, les morceaux les plus riches en collagène sont les moins tendres et les plus longs à cuire. Il s'agit des viandes de 2^{ème} et 3^{ème} catégories. A contrario les viandes de 1^{re} catégorie sont les plus chers parce qu'ils sont les plus tendres et les plus rapides à cuire. (WAXIN, s. d.)

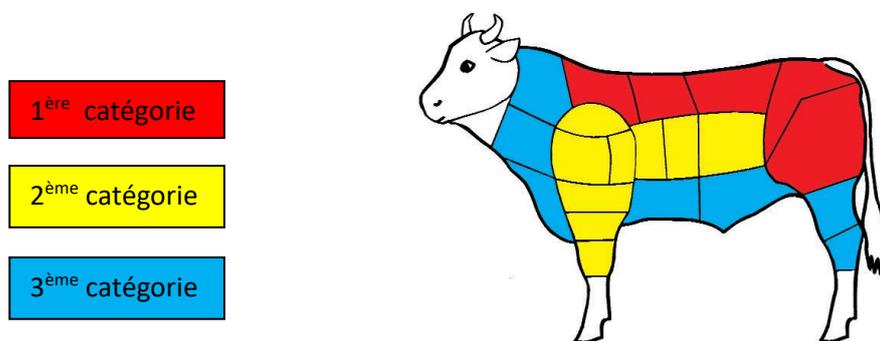


Figure 01: Localisation des morceaux de viande de 1, 2 et 3^{ème} catégorie (Education Rungis,s. d.)

I-4-Composition de la viande:

Toutes les viandes sont composées pour l'essentiel, de fibres musculaires, de tissu adipeux (du gras) et de tissu conjonctif (collagène et élastine) qui unit les fibres musculaires entre elles (**figure 02**). La proportion de ces diverses composantes, leur couleur et leur texture peuvent cependant varier selon l'âge, l'espèce et l'alimentation de l'animal (**BLAIS, s. d.**).

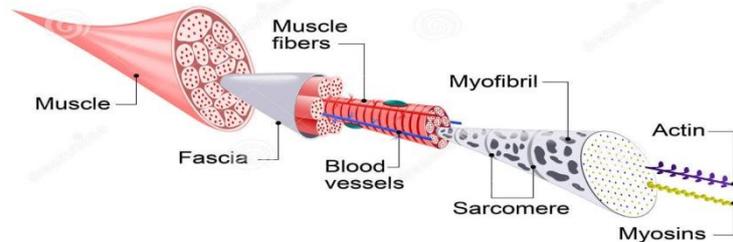


Figure 02: Structure du muscle (<https://thumbs.dreamstime.com/z/structure-de-muscle-squelettique-29150384.jpg>).

De point de vue chimique, la viande se compose de 65 à 75% d'eau, de 19% en moyenne de protéines, de 10 % de lipides pour les viandes maigres et 20 à 30 % pour les viandes grasses et de très petites quantités de glucides (près de 0 %) (**MEYER, 2018**).

I-5-Couleur de la viande:

La myoglobine est le principal pigment responsable de la coloration de la viande. Elle stocke l'oxygène dans les cellules musculaires et est similaire à l'hémoglobine qui stocke l'oxygène dans les cellules sanguines. Plus la viande contient de la myoglobine, plus l'apparence de la couleur rouge sera foncée (**SCHWEIHOFER, 2014**). En effet, l'intensité de la couleur d'un muscle varie selon l'espèce, le sexe, l'âge ainsi que le type d'activité physique de l'animal (**MOËVI, 2006**).

I-6-Qualité de la viande:

I-6-1-Définition de la qualité:

Selon la norme ISO 8402, la qualité est définie comme l'ensemble des propriétés d'un service ou d'un produit qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites. En général, le terme qualité d'un aliment regroupe: la qualité organoleptique, la qualité nutritionnelle, la qualité technologique et la qualité hygiénique (**CLINQUART et al, 2000 ; SALIFOU et al, 2013d ; LEBRET et PICARD, 2015**).

I-6-2-Qualité organoleptique:

La qualité organoleptique recouvre les propriétés sensorielles de la viande, qui sont à l'origine des sensations de plaisir associées à sa consommation: la couleur, la flaveur, la jutosité et la tendreté (SALIFOU *et al*, 2013c; LEBRET et PICARD, 2015).

I-6-2-1-La couleur:

La couleur de la viande est la première qualité perçue par le consommateur. Elle le guide pour son choix. Elle dépend de la quantité de la myoglobine, présente dans le muscle, du degré d'acidité de la viande (mesuré par le pH) (LEBRET et PICARD, 2015) et de la fraîcheur de la viande (CLINQUART *et al*, 2000; CIV, 2004).

I-6-2-2-La flaveur:

La flaveur correspond aux perceptions olfactives et gustatives lors de la dégustation (BONOU *et al*, 2017). Elle est essentiellement liée à la teneur et à la fraîcheur des graisses intramusculaires du muscle (BONNY *et al*, 2017), qui évoluent au cours de la maturation et se transforment au cours de la cuisson pour donner des composés aromatiques conférant à la viande sa flaveur caractéristique (LEBRET et PICARD, 2015).

I-6-2-3-La jutosité:

On distingue la jutosité initiale qui est perçue au premier coup de dent et la jutosité finale, engendrée par la salivation. La première dépend de la teneur en eau de la viande, la seconde est plutôt liée au gras intramusculaire de la viande, qui varie avec la nature du muscle et la catégorie de bovin (LEBRET et PICARD, 2015 ; BONOU *et al*, 2017).

I-6-2-4-La tendreté:

La tendreté est la facilité avec laquelle la viande est déchirée et broyée pendant la mastication (GUILLEIMIN *et al*, 2009). Elle dépend de l'âge, du sexe de l'animal, du taux du collagène présent dans le muscle et de maturation, plus les muscles sont pauvres en collagène plus ils sont tendres, à condition qu'ils subissent une maturation suffisante (CLINQUART *et al*, 2000 ; BONNY *et al*, 2017 ; GAGAOUA *et al*, 2018).

I-6-3-Qualité technologique:

La qualité technologique de la viande représente sa capacité à être transformée et conservée. Elle est exprimée principalement par le pH et par la capacité de rétention d'eau (MONIN, 1991 ; SALIFOU *et al*, 2013a ; BONOU *et al*, 2017).

I-6-3-1-Le pH:

Le pH est la caractéristique de la viande fraîche la plus fréquemment mesurée et est déterminé par les réserves en glycogène de l'animal au moment de sa mort. L'évolution du

pH post-mortem est caractérisée par la vitesse et l'amplitude de sa chute (CLINQUART *et al*, 2000; BONOU *et al*, 2017).

I-6-3-2-Le pouvoir de rétention d'eau (PRE):

Le pouvoir de rétention en eau de la viande est sa capacité à retenir l'eau intrinsèque. Elle est fortement influencée par la vitesse et l'amplitude de la diminution du pH post mortem. En effet, Les viandes à tendance acide retiennent mal l'eau (BONOU *et al*, 2017).

I-6-4-Qualité nutritionnelle:

La viande joue un rôle prédominant dans l'équilibre alimentaire, grâce à sa grande richesse en nutriments qui sont beaucoup mieux absorbés et assimilés par l'organisme que ceux contenu dans les légumes (CARTIER et MOEVI, 2007; BOUCQUIAU, 2014). Elle est caractérisée par la qualité élevée de ses protéines, qui contiennent tous les acides aminés essentiels en proportions adéquates (LEBRET et PICARD, 2015). La teneur en lipides et en acides gras est très variable selon les morceaux et leurs modes de préparation (DUCHENE et GANDEMER, 2016). Elle apporte également des quantités significatives de sels minéraux tels que le phosphore, le fer, le sélénium et le zinc, et d'importantes quantités de vitamines B (B1, B3, B5, B6 et B12) et vitamine A (viande suisse, 2011; GRUFFAT *et al*, 2015). Le tableau suivant résume la teneur moyenne de la viande en nutriments:

Tableau 01: valeurs nutritionnelles pour 100 g de viande (Le figaro santé, s. d).

Constituant	Teneur moyenne	Constituant	Teneur moyenne	Constituant	Teneur moyenne
Energie	198 k Cal	Sodium	100 mg	Vitamine B1	0,23 mg
Eau	62,3 g	Magnésium	28 mg	Vitamine B2	0,24 mg
Protéines	25,2 g	Phosphore	240 mg	Vitamine B3	5,00 mg
Glucides	0,20 g	Potassium	374 mg	Vitamine B5	0,63 mg
Sucres	0,10 g	Calcium	14,1 mg	Vitamine B6	0,36 mg
Lipides	10,7 g	Fer	2,30 mg	Vitamine B9	11,7 µg
AG saturés	4,32 g	Zinc	4,20 mg	Vitamine B12	1,88 µg
AG mono-insaturés	4,72 g	Cuivre	0,07 mg	Vitamine E	0,19 mg
AG poly-insaturés	0,63 g	Sélénium	9,50 µg	Vitamine A	0,3.0 µg
Cholestérol	74,3 mg	Iode	5,40 µg	Vitamine D	0,00 µg

I-6-5-Qualité hygiénique:

La qualité hygiénique de la viande constitue un critère primordial pour la sécurité sanitaire du consommateur. Elle est aussi susceptible d'influer sur les aptitudes technologiques des viandes à une transformation ultérieure et à la conservation (BAILLY *et*

al, 2012). De ce fait, la viande ne doit contenir aucun résidu toxique (hormones, antibiotiques, métaux lourds, pesticides) (CIV, 2008; SALIFOU *et al*, 2013c), aucun parasite, ni être le siège d'un développement bactérien susceptible de produire des éléments nocifs. Cette caractéristique doit donc satisfaire aux normes sanitaires et règlements en vigueur (SALIFOU *et al*, 2013c).

II-Production des viandes à l'abattoir:

II-1-Abattoir:

L'abattoir est tout établissement immatriculé, agréé et contrôlé par les agents des services vétérinaires, utilisé pour l'abattage et l'habillage d'animaux spécifiés destinés à la consommation humaine. Il joue un rôle très important sur la qualité hygiénique des viandes (FAO, 2005; CARTIER et MOEVI, 2007; MEYER, 2018).

II-2-Inspection sanitaire des viandes:

Le contrôle de salubrité des viandes débute par l'inspection sanitaire de l'animal avant sa mise à mort en abattoir. Il se poursuit pendant toutes les opérations d'abattage et ne s'arrête qu'au plat du consommateur. L'inspection sanitaire est l'ensemble des opérations mises en œuvre pour garantir un niveau de sécurité optimal des viandes, en prévenant les risques engendrés par les animaux de boucherie et leurs produits de transformation « carcasses et 5ème quartier » (BABELHADJ et BENAÏSSA, 2015).

II-2-1-Inspection préopérationnelle:

L'inspection préopérationnelle permet de déceler les problèmes à temps et de planifier les réparations de façon ordonnée, avant que ces problèmes deviennent critiques (ST-GEORGES *et al*, 2016). Les bâtiments et l'équipement de l'abattoir doivent être conformes aux normes d'hygiène et les travailleurs des abattoirs doivent être correctement formés (SWATLAND, 2006).

II-2-2-Inspection ante mortem (IAM):

Elle consiste à rechercher, sur un animal « à pieds » toute anomalie dans l'attitude et le comportement et tout signe clinique pouvant révéler la présence d'une maladie ou d'un défaut (CABRE *et al*, 2005). En pratique, les animaux sont généralement vus la veille au soir ou le matin de l'abattage par le vétérinaire qui va prendre, par la suite, une des quatre décisions suivantes: Abattage normal, abattage différé, euthanasie, abattage contrôlé (Deschamps, 2012).

II-2-3-Inspection post mortem (IPM) :

La carcasse, la tête, les nœuds lymphatiques ainsi que les viscères thoraciques et abdominaux de chaque animal doivent être soumis, sans tarder, après l'abattage à une inspection post mortem (IPM) par les services vétérinaires. Cette inspection consiste à un examen visuel, anatomo-pathologique de ces différents organes (**ST-GEORGES *et al*, 2016**). Son objectif correspond à la mise en évidence de toutes lésions, anomalies ou signes d'altération présents sur les produits. Le résultat de l'IPM de premier niveau est l'estampillage de la carcasse, aux endroits bien précis si aucune anomalie n'a été constatée. En revanche, elle peut être complétée par une phase d'une saisie partielle ou totale, en cas de présence d'anomalie sur la carcasse et les abats (**CABRE *et al*, 2005**).

II-3-Processus d'abattage des bovins:

Au niveau de la chaîne d'abattage des bovins, on distingue deux grandes opérations: les opérations souillées et les opérations saines (**LOUBAMBA, 2012**).

II-3-1-Opérations souillées:

Elles vont de la stabulation à la dépouille. C'est pendant cette phase qu'interviennent les différentes contaminations des carcasses. Donc une attention toute particulière doit être portée sur l'hygiène du personnel, du matériel et du support.

II-3-1-1-Stabulation:

La stabulation consiste à mettre les animaux au repos, afin de corriger les effets liés au transport et au stress, et en diète hydrique, avant l'abattage (**SWATLAND, 2006 ; SALIFOU *et al*, 2012**) pendant 24 heures pour vider les sacs gastriques, ce qui permettra d'atténuer la bactériémie post prandiale (**WADE, 1992 ; DIEYE, 2011**).

II-3-1-2-Contention:

Dans le cas de l'abattage rituel, la contention consiste à immobiliser l'animal pour le maintenir dans une position propice à l'égorgeage en le retournant sur le dos (**DAUB, 2003**). En revanche, pour faciliter l'étourdissement et protéger les employés, une certaine contention est obligatoire (**FAO/OMS, 2004**).

II-3-1-3-Etourdissement:

C'est l'insensibilisation temporaire réversible par mise en inconscience totale pour rendre la saignée indolore. Deux types d'étourdissement existent: soit mécanique, soit électrique (électronarcose) (**KORSAK, 2006**). A l'exception de l'abattage rituel, tous les animaux destinés à l'alimentation doivent être étourdis avant l'abattage. (**AFSSA, 2003; KORSAK, 2006; ACIA, 2018**)

II-3-1-4-Saignée:

La saignée est la mise à mort de l'animal par extravasation sanguine (**KORSAK, 2006; SWATLAND, 2006**). Toute fois, la saignée rituelle « halal » consiste en un égorgement, sans étourdissement (**notre planète info, 2014**), la tête est orientée vers la Mecque (qibla), à l'aide d'un couteau tranchant, le sacrificateur prononce une expression rituelle et procède à une section transversale de la gorge, de l'œsophage et de la trachée, en même temps que les veines jugulaires et artères carotides (**Vigilance hallal, 2014**). Plus la saignée est rapide et complète, meilleure est la qualité de la viande (**WADE, 1992**).

II-3-1-5-Habillage:

Elle regroupe deux opérations:

II-3-1-5-1-Pré-dépouille:

La pré-dépouille correspond à toutes les opérations qui ont lieu entre la saignée et la dépouille et dont l'ordre est variable selon les abattoirs. Ces opérations consistent en une ablation des pattes antérieures et postérieures au niveau du genou, ainsi que la tête (**SMAC, 2018**).

II-3-1-5-2-Dépouille:

La dépouille a pour but d'enlever le cuir des animaux (**AFSSA, 2003; CIV, 2004**). Il doit commencer au niveau des jarrets arrière et se poursuivre vers le bas pour que la peau soit repoussée à l'écart de la carcasse. La peau doit être coupée de l'intérieur vers l'extérieur pour empêcher toute contamination de la carcasse par les poils et la saleté. La partie pileuse de la peau doit être soigneusement enroulée ou repoussée au cours de la dépouille (**Abattage bovins, s. d; KORSAK, 2006**).

II-3-2-Opérations saines:

Il est important de séparer les opérations souillées et les opérations saines et de rendre impossible tout retour en arrière (marche an avant). (**KORSAK, 2006; LOUBAMBA, 2012**)

II-3-2-1-L'éviscération:

L'éviscération est l'ablation de tous les viscères thoraciques et abdominaux d'un animal à l'exception des ongles et des reins (**CIV, 2004; KORSAK, 2006; SMAC, s. d**). Elle se fait obligatoirement sur animaux suspendus. Quelle que soit l'espèce animale considérée, il faut prendre garde de ne jamais percer les viscères (**SWATLAND, 2006; CARTIER et MOEVI, 2007**). Cette étape doit commencer au plus 45 minutes après l'abattage. Au-delà de ce délai les intestins deviennent poreux sous l'action d'enzymes et des micro-organismes qu'ils contiennent peuvent en sortir et atteindre les muscles, donc contaminer la carcasse (**Abattage, s. d.**).

II-3-2-2-Aspiration de la moelle épinière:

Cette opération vise à retirer la moelle épinière du canal rachidien des bovins en l'aspirant via une canule. (AFSSA, 2003). Elle s'effectue pour des raisons liées à la présentation commerciale des viandes, et pour la prévention de l'encéphalopathie spongiforme bovine (Abattage, s. d.).

II-3-2-3-Fente en demi:

La carcasse est fendue longitudinalement le long de la colonne vertébrale aboutissant à l'obtention de deux demi-carcasses. Elle est effectuée en utilisant soit des moyens manuels ou automatiques comme scie alternative à jet d'eau continu (ST-GEORGES *et al*, 2016).

II-3-2-4-Emoussage:

Cette opération consiste à retirer la graisse de l'animal, jugée « en excès », pour améliorer la présentation commerciale de la carcasse (CIV, 2004; CARTIER et MOEVI, 2007).

II-3-2-5-Parage:

Cette opération consiste à éliminer les abcès, les meurtrissures, les varrons et tout tissu malpropre ou contaminé afin d'empêcher la contamination des autres surfaces par la scie ou le couperet (CARTIER et MOEVI, 2007).

II-3-2-6-Douchage:

Après le parage, la carcasse doit être lavée pour éliminer tous les résidus du sang coagulé et de la sciure d'os (abattage bovins, s. d.).

II-3-2-7-Pesée:

Les carcasses sont pesées à chaud, dans l'heure qui suit la mort et une réfaction de 2% est appliquée pour obtenir le poids commercial car une perte de poids s'opère par évaporation au cours du refroidissement (CIV, 2004 ; SALIFOU *et al*, 2013b ; PELTRE, 2015).

II-3-2-8-Marquage:

Le vétérinaire officiel recontrôle la carcasse (inspection post-mortem) et valide l'état sanitaire en apposant un marquage de salubrité. L'estampille est la marque officielle de salubrité. Il s'agit d'un tampon apposé à l'encre alimentaire sur les principales parties de la carcasse indiquant le numéro d'agrément de l'abattoir. Cette estampille permet ainsi d'assurer la traçabilité et de garantir qu'une inspection conforme à la réglementation a été réalisée par les services vétérinaires (Deschamps, 2012).

II-3-2-9-Classement:

Le classement des carcasses doit être réalisé selon des règles précises. Il s'agit d'émettre un jugement des carcasses sur la base de 2 critères: la conformation et l'état d'engraissement (voir ci-après) (CARTIER et MOEVI, 2007).

II-3-2-10-Réfrigération:

Pour éviter le phénomène de la rigidité cadavérique, les carcasses doivent être réfrigérées progressivement en deux temps: une phase de ressuage et une phase de maturation (GPEM/DA, 2003).

II-3-2-10-1-Ressuage:

Le ressuage est l'abaissement, en 10 heures, de la température des demi-carcasses à 7°C à cœur (CIV, 2004; ELLIES, 2014). Le ressuage crée le croutage de la carcasse et limite la perte de poids (due à l'évaporation), le développement des moisissures et des germes mésophiles ainsi que les changements de coloration de la viande (LOUBAMBA, 2012).

II-3-2-10-2-maturation:

La maturation est une phase de l'évolution post-mortem du muscle (VALIN, 1988). Elle consiste à mettre les demi-carcasses en chambre froide ventilée à une température comprise entre 1 et 2°C (ACIA, 2018), pendant 10 jours au minimum où les pertes pondérales associées à la réfrigération des carcasses avoisine les 3% (CARTIER et MOEVI, 2007; SALIFOU *et al*, 2013b).

III-Appréciation de la qualite de la carcasse:

La qualité de la carcasse est appréciée sur base de critères qui déterminent les aptitudes bouchères. Il s'agit du poids, du classement, du rendement en viande, ainsi que du pH de la carcasse. Ces derniers sont influencés par différentes caractéristiques de l'animal tels que son âge, sa race, sa catégorie, son régime alimentaire, son sexe, etc.) (CARTIER et MOEVI, 2007; SADAKA, 2011, GRUFFAT *et al*, 2015)

III-1-Poids de la carcasse:

Le poids de la carcasse détermine en grande partie sa destination commerciale et la façon dont elle est travaillée (GRUFFAT *et al*, 2015). Ce critère fait l'objet d'une grande variabilité, ainsi il varie de 250 à 600 kg. Par ailleurs, il dépend de l'âge, du sexe, de la race et de la catégorie du bovin (CARTIER et MOEVI, 2007).

III-2-Classement des carcasses:

Les carcasses de bovins sont toutes classées en fonction de leur conformation et de leur état d'engraissement (GRUFFAT *et al*, 2015).

III-2-1-Conformation de la carcasse:

La conformation s'attache à l'aspect extérieur de la carcasse pour en appréhender la masse musculaire, notamment les cuisses; le dos et les épaules, par rapport au squelette. Elle donne donc une assez bonne estimation du rendement en viande de la carcasse. En effet, les

animaux de très bonne conformation fournissent une viande plus tendre que les autres (CIV, 2004). 5 classes sont alors définies par ordre décroissant selon le tableau suivant : (France Agri Mer, 2010 ; SALIFOU *et al*, 2013b).

Tableau 02 : classes de conformation de la carcasse (CARTIER et MOEVI, 2007).

Classe	Conformation	Caractéristiques
E	Excellente	Muscles courts, épais et très développés
U	Très bonne	La musculature est compacte et massive
R	Bonne	La musculature est allongée tout en étant épaisse
O	Assez bonne	La musculature est d'une épaisseur moyenne
P	Médiocre	La musculature est plate et longue, son épaisseur est réduite

III-2-2-Etat d'engraissement:

Les carcasses sont réparties en 5 classes d'état d'engraissement de très faible à très fort, en fonction de la quantité de gras à l'extérieur de la carcasse et sur la face interne de la cage thoracique (France Agri Mer, 2016; Rungis, s. d).

III-3-Rendement de la carcasse:

La qualité de la carcasse est d'autant meilleure qu'elle présente un rendement en viande commercialisable élevé et que celle-ci est composée elle même d'une plus grande proportion de morceaux à cuisson rapide (SALIFOU *et al*, 2013b), qui représentent généralement 56% du poids total de la carcasse (PELTRE, 2015).

Pour les gros bovins, le rendement en viande est en moyenne de 68% du poids de carcasse. Il peut varier de 60% pour une vache de faible conformation jusqu'à 75% pour des jeunes bovins de race à viande. Pour les veaux, il est généralement compris entre 75 et 80% (PELTRE, 2015).

III-4- pH de la carcasse:

Il est admis qu'une bonne approximation du pH ultime des muscles peut être faite dès 24 heures post mortem (CLINQUART *et al*, 2000; MOËVI, 2006). Ce pH dit « à 24h », compris entre 5,5 et 5,7, est un critère qualité extrêmement important pour la conservation et la commercialisation des carcasses (CARTIER et MOEVI, 2007).

IV-Evolution de la viande après l'abattage:

Après l'abattage, le muscle est le siège des transformations qui conditionnent largement les qualités finales de la viande dont l'évolution passe par trois phases: phase de pantelance, phase de rigidité cadavérique et phase de maturation (CIV, 2004).

IV-1-Phase de pantelance:

La phase de pantelance suit directement l'abattage, elle constitue ce qu'on appelle la viande chaude. Les masses musculaires sont molles, relâchées et élastiques (BENAISSA,

2011). Cet état peut s'expliquer par l'énergie encore disponible dans les muscles et qui est nécessaire à la relaxation de ceux-ci. L'état pantelant disparaît progressivement au fur et à mesure que les réserves énergétiques (glycogène) s'épuisent (BOURGUET, 2010; Guide-003, 2017).

IV-2-Phase de rigidité cadavérique (*rigor mortis*):

La rigidité cadavérique est comprise entre les 10 et 48 heures qui suivent la saignée. Elle apparaît de manière progressive et irréversible (Guide-003, 2017). L'épuisement des réserves en glycogène musculaire est associé à l'accumulation d'acide lactique qui provoque ainsi la baisse du pH qui passe de 7 à 5,5 (BOURGUET, 2010 ; DEPUYDT, 2014). Cette acidification, bénéfique à la conservation de la viande (MOËVI, 2006), entraîne une modification profonde des propriétés du tissu musculaire qui perd son élasticité et devient rigide (VALIN, 1988; OUESLATI *et al*, 2018).

IV-3-Phase de maturation:

La maturation est un processus d'attendrissement naturel de la viande. Elle est liée à l'action des protéases qui dégradent progressivement les myofibrilles (sans modification du collagène) (CIV, 2004) et rendent la viande plus tendre. Ces enzymes endogènes entrent en action rapidement après la mort mais leur effet sur la tendreté n'est perceptible qu'après l'installation complète de la rigidité cadavérique (Guide-003, 2017). En effet, ce phénomène correspond à la transformation du muscle en viande, au cours de laquelle se forment également les précurseurs des arômes et de la saveur de la viande (CIV, 2004).

V-Principaux défauts qualitatifs de la viande liés à l'évolution post mortem du muscle:

Il existe des viandes à défaut majeur, qui sont en corrélation avec la variation du pH des viandes. La figure (03) montre le rapport entre la qualité de la viande et l'évolution du pH musculaire après l'abattage:

V-1-Viandes à coupe sombre ou DFD « dark firm and dry »:

Ces viandes, dites aussi « à pH élevé » (supérieur à 6), se caractérisent par une acidification post-mortem insuffisante. Elles ont un caractère collant dû à leur fort pouvoir de rétention d'eau qui les rend plus difficiles à travailler (RAYNAUD *et al*, 2004) et se conservent mal et subissent des dépréciations commerciales importantes. Le caractère « pH élevé » est liée aux dépenses physiques (froid, fatigue,...etc.) et aux perturbations émotionnelles (stress, peur, douleur...etc.) que subit l'animal durant la période de pré-abattage (BOURGUET, 2010 ; TERLOUW *et al*, 2015 ; OUESLATI *et al*, 2018).

V-2- Viandes exsudatives ou PSE « Pale, Soft and Exudative »:

Le stress et l'activité physique de l'animal, au moment de l'abattage, provoque une chute anormalement rapide du pH de la viande qui peut aboutir à des viandes dites « PSE » (BOURGUET, 2010), présentant une couleur plus pâle, une tendreté moindre et une faible capacité de rétention en eau (MOLETTE *et al*, 2003 ; TERLOUW *et al*, 2015; BONOU *et al*, 2017).

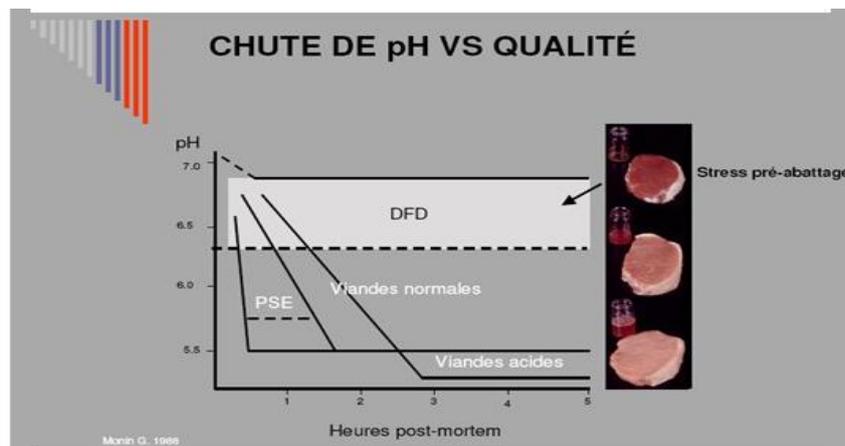


Figure 03: Rapport entre les modifications du pH dans les muscles après l'abattage et la qualité de la viande (HEUTSCHI et EGAN, 2008)

VI-Microbiologie de la viande:

VI-1-Flore de la viande:

VI-1-1-Flore originelle:

La chair d'un animal sain vivant est pratiquement stérile. Chez un animal malade, il peut y avoir contamination directe par le système lymphatique. Elle est donc susceptible de contenir des germes pathogènes pour l'homme, tels que:

VI-1-1-1-Parasites:

Chez le bœuf, les agents de la teianiasis ou « ver solitaire » peuvent être fréquemment rencontrés dans la viande. Il s'agit de *Teania saginata* qui est un parasite s'enkystant dans les muscles. L'homme se contamine par les cysticerques « *Cysticercus bovis* » et la forme adulte du ver s'implante dans l'intestin (GUIRAUD, 2012).

VI-1-1-2-Protozoaires:

Parmi les protozoaires très répandus chez les bovins, on a *Toxoplasma gondii* qui est responsable de la toxoplasmose, transmis à l'homme par les déjections des chats ou par les viandes infectées (Ameli, 2017) et *Sarcocystis hominis*, agent de la sarcosporidiose, qui est

transmissible à l'homme par la consommation des viandes insuffisamment cuites (LEONARD, 2014; GUERIN, 2016).

VI-1-1-3-Bactéries:

Plusieurs maladies microbiennes sont transmissibles par la viande. Les plus fréquentes sont la salmonellose, la fièvre typhoïde et la listériose. D'autres sont très exceptionnelles comme la brucellose et la tuberculose provoquée par *Mycobacterium* (GUIRAUD, 2012).

VI-2-Flore de contamination:

La viande peut se contaminer au cours de différentes étapes de l'abattage, à partir de la flore intestinale, de la peau ou des muqueuses de l'animal, du manipulateur ou du matériel (GUIRAUD, 2012). Ils peuvent être classés en deux:

VI-2-1-flore d'altération:

Parmi les germes d'altération, on peut citer : *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Bacillus*, *Mycobacterium*, *Lactobacillus*, les entérobactéries (*Enterobacter*, *Erwinia*, *Proteus...*) *Streptococcus*, *Corynebacterium*, *Arthrobacter* et *Clostridium*, levures et moisissures (ROSSET *et al*, 2002 ; GHAFIR et DAUBE, 2007).

VI-2-2-Flore pathogène:

Parmi les microorganismes pathogènes qui contaminent la viande et provoquent des toxi-infections alimentaires on peut citer: *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Campylobacter*, *Salmonella*, *Shigella* et *Staphylococcus aureus* (ROSSET, 1995; ZULIANI et GARRY, 2004; GHAFIR et DAUBE, 2007).

VI-2-Facteurs influençant l'altération de la viande:

Le développement des microorganismes et la rapidité de l'altération de la viande sont contrôlés par des facteurs intrinsèques et extrinsèques.

VI-2-1-Facteurs intrinsèques:

VI-2-1-1-Composition chimique de la viande:

L'altération microbiologique est plus rapide dans les aliments à base de protéines tels que les viandes, qui sont très riches en nutriments, permettant ainsi le développement d'une large gamme de microorganismes (ROSSET *et al*, 2002).

VI-2-1-2-Activité de l'eau (a_w):

L'activité de l'eau représente la quantité d'eau libre contenue dans un aliment pour être utilisée par les microorganismes, les enzymes ou encore les réactions chimiques. L' a_w de la viande fraîche est de l'ordre de 0,99; elle est donc favorable à la multiplication de toutes les espèces microbiennes qui ont, généralement, un optimum de croissance autour de 0,99 à 0,95. En dessous, la croissance est retardée ou inhibée (AMROUCHE, 2016). Les microorganismes sont classés en fonction de l'activité de l'eau en trois groupes: *hygrophiles* (ex: *Pseudomonas*), *mésophiles* (ex: *Staphylococcus aureus*) et *xérophiles* (ex: levures et moisissures) (AIT ABDELOUAHAB, 2007 ; ANAGO, 2009 ; CORPET, s. d).

VI-2-1-3- pH:

Le pH de la viande bovine rassise est normalement compris entre 5,5 et 5,7 dans la plupart des muscles. Cette valeur ne varie plus lorsque la viande est normalement conservée (CARTIER et MOEVI, 2007). A un pH faible, le développement des bactéries est ralenti ou même inhibé pour certaines espèces, alors celui des levures et des moisissures est favorisé (AIT ABDELOUAHAB, 2007). Cependant, la viande à pH élevé (6,0) est plus sujette aux actions microbiennes notamment à la putréfaction, que la viande normale (SALISOU *et al*, 2013d).

VI-2-1-4- potentiel d'oxydoréduction (Eh):

Le potentiel d'oxydoréduction indique la disponibilité de l'oxygène interne de l'aliment (AMROUCHE, 2016). Il diminue progressivement, après la mort, au fur et à mesure que diminue la quantité d'oxygène disponible, atteignant des valeurs faibles. Après l'abattage, la viande a un Eh de l'ordre de +250 mV qui après 30 heures devient égal à -150 mV (CUQ, 2007b). Selon le mode respiratoire des microorganismes, on distingue:

- Les germes *aérobies stricts* exigent des $Eh > +250$ mV (ex: *Pseudomonas*, moisissures).
- Les germes *anaérobies stricts* exigent des Eh de -200 mV (ex: *Clostridium*).
- Les germes *aéroanaérobies facultatifs* peuvent se développer en présence ou absence d'oxygène (AIT ABDELOUAHAB, 2007) (ex: *E-coli*, salmonelles, staphylocoques).
- Les germes *microaérophiles* qui ont besoin d'oxygène, mais en faible quantité (ex: *Campylobacter*) (ZULIANI et GARRY, 2004).

VI-2-2-Facteurs extrinsèques:

VI-2-2-1-Type et nombre initial de microorganisme:

Le développement de la microflore initiale dépend de la nature et du nombre initial de microorganismes présents sur la carcasse (SALIFOU *et al*, 2013d).

VI-2-2-2-Température:

La température est le facteur le plus important qui régit la croissance bactérienne. Elle influence la détérioration de la viande soit positivement soit négativement (BURTIN *et al*, 2014). La plupart des microorganismes de la viande peuvent se développer à des températures allant de moins de 0 °C à 65 °C (SALIFOU *et al*, 2013d). Selon la température optimale de leur développement, on distingue 3 catégories de microorganismes:

- *Les Psychrophiles*: qui ont une température optimale entre 10 °C et 15 °C.
- *Les mésophiles*: qui ont une température entre 30 °C et 37 °C.
- et *les thermophiles* : qui ont une température optimale entre 50 à 88 °C (ROSSET, 1995). Pour les viandes aucun germe dangereux ne peut se développer en dessous de 5°C (CUQ, 2007a).

VI-2-2-3-Humidité relative (HR):

L'humidité relative est directement liée à l'activité de l'eau (a_w): $HR\% = a_w \times 100$. Une atmosphère ambiante très humide entraîne la prolifération des germes à la surface des aliments (AIT ABDELOUAHAB, 2007), même si la température est basse (FOURNIER, s. d.). De plus, elle varie en fonction de la température: elle augmente si la température baisse et diminue si elle s'élève (BERGERON et NAUD, 2011).

VI-3-Sources de contamination de la viande:

Les sources de contamination de la viande sont diverses et d'importance inégale. Selon leur origine, elles sont classées en deux catégories, profonde ou superficielle (CARTIER, 2011; BENAÏSSA, 2016).

VI-3-1-Contamination profonde:

La contamination profonde des carcasses peut se produire dans trois circonstances: la septicémie, la bactériémie, et l'abattage avec des instruments malpropres (CARTIER, 2011).

VI-3-1-1-Septicémie:

La septicémie est une maladie infectieuse caractérisée par la présence d'un grand nombre de micro-organismes infectieux, y compris les virus, les bactéries et les protozoaires (SHIFERAW *et al*, 2009) (en multiplication) dans la circulation sanguine. Ce phénomène s'accompagne de symptômes et de lésions (CARTIER, 2011).

VI-3-1-2-Bactériémie:

C'est le passage anormal de bactéries dans le sang, sans multiplication (OMEDIT, 2015). Il arrive que des animaux porteurs sains hébergent dans leur tube digestif des germes dangereux qui, lors de stress (mauvaises conditions d'abattage, de transport, accident, traumatisme...), peuvent passer dans le sang puis dans les muscles. Ce phénomène ne s'accompagne d'aucune lésion macroscopique sur la carcasse (MERLE, 2005).

VI-3-1-3-Abattage avec des instruments malpropres:

L'abattage avec des instruments malpropres peut conduire à une contamination en profondeur de la carcasse. Chez les bovins, la saignée peut représenter une opération contaminante, lorsque le couteau utilisé est souillé, ou lorsque l'emplacement de l'incision pratiquée est sale (CARTIER, 2011).

VI-3-2-Contamination superficielle:

Les opérations d'abattage, le matériel et le personnel, chacun de ces contacts entraîne le dépôt de nombreux germes en surface des carcasses (HAMAD, 2009).

VI-3-2-1-Matières premières:

L'animal est lui-même une source de contamination: La peau qui est souvent salie par diverses souillures (la boue ou les matières fécales), le tube digestif, les organes respiratoires (HAMAD, 2009), les mamelles, les organes génitaux, ainsi que le contact des carcasses entre elles (SALIFOU *et al*, 2012).

VI-3-2-2-Matériel:

Les matériels utilisés lors de la préparation de la carcasse (couteaux, hachette, crochets, balance, bacs, seaux, véhicules de transport...etc.) peuvent être à l'origine de la contamination de la viande par des germes pathogènes, lorsqu'ils sont souillés (CARTIER et MOEVI, 2007; SALIFOU *et al*, 2012).

VI-3-2-3-Milieu:

Les plancher, les murs, le plafond, les portes et la chambre froide (s'ils sont mal conçus et avec des fissure) ainsi que l'air ambiant pollué (germes, poussières, condensation) peuvent véhiculer les microorganismes et contaminer les carcasses (SALIFOU *et al*, 2012). De même, l'eau utilisée pour d'abattage et pour le nettoyage, si elle est impropre à la consommation, ainsi que les insectes et les rongeurs, par les germes qu'ils hébergent, peuvent être des sources de contamination (VALLOTTON, 2004).

VI-3-2-4-Méthodes:

Parmi les causes favorisant la contamination des carcasses, on a: le stress des animaux avant l'abattage, la régurgitation dans la plaie de saignée, l'éviscération tardée, la propagation des souillures du cuir dans la plaie de la saignée lors du douchage et le contact entre les carcasses (SALIFOU *et al*, 2012).

VI-3-2-5-Main d'œuvre:

Lors de l'abattage, le personnel est susceptible de contaminer les carcasses et les surfaces avec les quels ils sont en contact, par ses mains sales et ses vêtements mal entretenus (NANA, 2000). Le risque de contamination est élevé, si le personnel souffre d'infections de la peau, de l'appareil respiratoire, ou digestif. Une main d'œuvre peu compétente et les méthodes d'abattage traditionnelles et insatisfaisantes provoquent la contamination des carcasses à l'abattoir (SALIFOU *et al*, 2012; BENAÏSSA, 2016).

VI-4-Conséquences de la contamination microbienne:

Le nombre de la microflore de la viande peut s'accroître par suite du développement bactérien (SALIFOU *et al*, 2013d), ce qui peut donner naissance à des quantités de microorganismes viables à l'origine d'altération de la qualité organoleptique de la viande ou d'intoxications alimentaires (ROSSET, 1995).

VI-4-1-Altération de la viande:

Les altérations résultant du développement bactérien sont de nature sensorielle: couche visqueuse, développement de zones colorées à la surface des denrées, production d'acides, de gaz, développement d'odeurs ou de goûts anormaux (ROSSET *et al*, 2002). Plusieurs types d'altérations sont susceptibles d'atteindre la viande selon la température de conservation (AIT ABDELOUAHAB, 2007).

VI-4-1-1-Putréfaction superficielle:

C'est une altération à basse température (< à 10 °C). Elle est la conséquence d'une contamination bactérienne par défaut d'hygiène lors de l'abattage (OUESLATI *et al*, 2018). En atmosphère sèche, ce sont les moisissures qui se développent à la surface de la viande (points noirs et blancs et tâches vertes) (AIT ABDELOUAHAB, 2007). En atmosphère humide, ce sont les *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, et les *Enterobacteriaceae* qui envahissent la viande. Cette altération se traduit par l'apparition d'une couche brune grisâtre et poisseuse, accompagnée d'une odeur dite « *de torchon sale* » (BORNERT, 2000).

VI-4-1-2-Puanteur d'os:

C'est une altération à température intermédiaire comprise entre 10°C et 25 °C où le refroidissement lent des carcasses (SALIFOU *et al*, 2013d). Elle est liée à la présence de *Bacillus* et *Clostridium* (GUIRAUD, 2012). La puanteur d'os survient autour des os, surtout les grandes masses des membres postérieurs et parfois dans la région de l'épaule. Généralement, l'aspect extérieur de la viande reste normal car le dessèchement superficiel bloque le développement microbien. Par contre, la température relativement élevée est favorable à la multiplication des anaérobies. A la découpe, il se dégage une odeur putride et aigre (BENSID, 2018).

VI-4-1-3-Putréfaction profonde:

Elle est due à l'absence de réfrigération après l'abattage ou un refroidissement lent des carcasses. Dans un premier temps, la putréfaction est gazeuse mais non malodorante. Elle est associée à la présence d'un nombre très élevé de *Clostridium perfringens* sous forme végétative, provenant du tractus intestinal des animaux. Dans un second temps, d'autres bactéries protéolytiques (ex : *Clostridium histolyticum*, *Clostridium sporogenes* et *Clostridium oedematiens*) (SALIFOU *et al*, 2013d) interviennent pour hydrolyser les protéines en produisant du H₂S, qui se fixe sur la myoglobine donnant un pigment vert, «*la sulfo-myoglobine* », qui est à l'origine du verdissement profond (OUESLATI *et al*, 2018) et décomposer les protéines de la viande, en libérant des composés à odeur ammoniacale ou sulfhydrique (NH₃, H₂S...) et des amines de décarboxylation (histamine, cadavérine, putrescine,...) (BENSID, 2018).

VI-4-1-4- Putréfaction hydrolytique:

Elle se produit quand, après un début de putréfaction, la viande est congelée pour arrêter celle-ci. A une basse température, un acide aminé appelé la tyrosine se cristallise et reste cristallisé après décongélation, il s'agit de petits cristaux blanchâtres au sein des fibres musculaires. Cette viande doit être saisie car la protéolyse est avancée (BENSID, 2018).

VI-4-2-Toxi-infections alimentaires:

Les toxi-infections alimentaires regroupent toutes les infections digestives collectives, provoquées par l'ingestion d'aliments ou des boissons contaminés par des bactéries et/ou leur toxines, des parasites, des virus, des poisons ou des métaux lourds (SOUSA, 2017; HORDE, 2018).

VI-4-2-1-Conditions d'apparition de la toxi-infection alimentaire:

Les caractéristiques des bactéries et de l'hôte déterminent les conditions d'apparition de la toxi-infection alimentaire. L'agression bactérienne dépend d'abord du potentiel pathogène des bactéries puis de leur nombre constituant l'inoculum infectieux. En effet, la dose minimale infectieuse est différente selon les espèces de bactéries (**BOURLIOUX, 2014**).

VI-4-2-2-Typologie de toxi-infections alimentaires:

Selon le mode d'action des germes pathogènes, on distingue quatre types de trouble:

VI-4-2-2-1-Toxi-infection alimentaire proprement dite:

Une toxi-infection alimentaire peut être provoquée par l'ingestion d'une denrée alimentaire contaminée soit par un microorganisme pathogène tel que *Salmonella enteritidis*, *Clostridium perfringens* ou *Bacillus cereus* (**CUQ, 2007b**), soit par sa toxine, ou par les deux en même temps (**FOURNIER, s. d.**).

VI-4-2-2-2-Intoxication alimentaire:

Elle est liée à la dégradation de l'aliment par des bactéries et à l'accumulation de composés toxiques (ex: histamine) (**BAILLY et al, 2012**), qui sont biologiquement actifs sur le système nerveux central et sur le système vasculaire (**ROSSET et al, 2002**).

VI-4-2-2-3- Intoxication alimentaire:

C'est un empoisonnement dû à l'ingestion d'une toxine sécrétée par des bactéries et préformée dans l'aliment avant sa consommation (**SCHLUNDT et TOYOFUKU, 2008**). Il s'agit essentiellement des intoxications botuliniques, staphylococciques et à *Bacillus cereus* (**CUQ, 2007b**).

VI-4-2-2-4- Infection alimentaire:

Elle est liée à la dissémination et à la multiplication des germes pathogènes infectieux (ex: *listeria*, *Brucella*) dans tout l'organisme (**BAILLY et al, 2012**). Ces derniers se comportent vis-à-vis de l'organisme comme des parasites, ils sont invasifs, souvent toxigènes, et provoquent alors des lésions tissulaires (**CUQ, 2007b; PRESCOTT et al, 2013**).

Etude expérimentale

I-Matériel et méthodes:

Le présent travail a été réalisé au sein du laboratoire du contrôle de la qualité et de la répression des fraudes de Naama, pendant la période comprise entre Mars et Juillet 2018.

I-1-Lieu et période de prélèvements:

Les prélèvements ont été effectués dans l'abattoir communal de Naama portant l'agrément sanitaire numéro 45103 dont la superficie est de 300 m². Il est situé dans la zone industrielle à Naama et construit en 1996. Il comprend:

- Un bureau du service vétérinaire ;
- Deux aires de repos avec une séparation physique : la plus petite est destinée aux bovins et la seconde aux petits ruminants ;
- Une petite salle annexée à la salle d'abattage pour le traitement et le stockage des cuirs ;
- Une grande salle destinée à l'abattage et à l'éviscération des animaux, dont le sol est couvert d'un carrelage et les murs sont couverts de faïence jusqu'au plafond et ;
- Une salle climatisée pour le ressuage des carcasses.

I-2-Nombre de prélèvements effectués:

Cette étude a été réalisée sur 40 prélèvements provenant de dix (10) demi-carcasses bovines de différents sexes et âge. Les jours de prélèvements sont indiqués dans le tableau ci-dessous (**tableau 03**).

Matériel et méthodes

Tableau 03 : Planning des prélèvements.

Visite	Nombre de Carcasse	Sexe	Age	Etat sanitaire	Nombre des prélèvements	Germes à recherché
21/03/2018	1	femelle	6 ans	Saine	4	-Flore mésophile aérobie totale à 30°C. -Coliformes totaux. -Coliformes thermotolérants. -Streptocoques fécaux - <i>Staphylococcus aureus</i> - <i>Salmonella</i> . - <i>Clostridium perfringens</i> .
28/03/2018	1	femelle	5 ans	Saine	4	
04/04/2018	1	male	9 mois	Sain	4	
11/04/2018	1	femelle	2 ans	Saine	4	
25/04/2018	1	femelle	6 ans	Saine	4	
09/05/2018	1	Femelle	2 ans	Saine	4	
16/05/2018	1	Male	1 an	Sain	4	
27/06/2018	1	Male	09 mois	Sain	4	
11/07/2018	1	Femelle	6 ans	Saine	4	
25/07/2018	1	Femelle	4,5 ans	Saine	4	
Total	10 carcasses				40 prélèvements	

I-3-Matériel:

I-3-1- Matériel de prélèvement:

Pour assurer l'hygiène des prélèvements récoltés, nous avons utilisés différents matériels:

- 80 écouvillons stériles;

Matériel et méthodes

- Diluant TSE ;
- Gabarit de 400 cm²;
- Gant et masque chirurgical ;
- Alcool et bec à alcool ;
- Glacière contenant des carboglaces.

I-3-2-Matériel de laboratoire:

Ce sont les éléments utilisés dans tous les laboratoires des analyses des produits alimentaires:

I-3-2-1-Appareillage:

Balance de paillasse, Plaque chauffante agitatrice avec barre magnétique, autoclave, four Pasteur, bain marie, réfrigérateur, étuves, vortex électrique, bec Bunsen, anse de platine, microscope optique, compteur de colonies.

I-3-2-2-Verreries:

Flacons, tubes à vis, erlenmyers, béchers, éprouvettes, pipettes graduées, lames.

I-3-2-3-Consommables:

Boîtes de Pétri stériles, pipettes Pasteur.

I-3-2-4-Milieus de culture et réactifs:

Plusieurs milieux de culture, dont la composition est indiquée dans l'annexe 01 et réactifs, ont été utilisés au cours de cette étude expérimentale. Il s'agit des:

➤ ***Géloses :***

- Gélose standard pour dénombrement (Plate Count Agar: PCA);
- Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL: Violet Red Bile Lactose);
- Gélose de Baird Parker (BP);
- Gélose de Hektoen;
- Gélose de Tryptone-Sulfite-Cyclosérine (TSC).

➤ ***Bouillons :***

- Bouillon d'eau peptonée tamponnée;
- Bouillon de Rappaport vassiliadis;
- Bouillon cœur-cervelle;

Matériel et méthodes

-Bouillon de Rothe;

-Bouillon d'Eva Litsky.

➤ **Diluant:**

Solution de tryptone sel eau (TSE).

➤ **Alcool et autres :**

Alcool à 95°, eau distillée, eau de Javel, tellurite de potassium, émulsion de jaune d'œufs, sérum de Lapin et la cyclosérine.

I-4-Méthodes:

I-4-1-Méthode d'échantillonnage:

La méthode du double écouvillonnage « *wet and dry* » a été adoptée pour réaliser les prélèvements. C'est une bonne alternative à l'excision, qui a l'avantage d'être non destructive pour la carcasse, d'être plus aisée, rapide à réaliser, et elle permet d'échantillonner de plus grandes zones de la carcasse que l'excision (ROSSVOLL *et al*, 2017).

I-4-1-1-Zones échantillonnées:

Quatre (04) sites anatomiques ont été échantillonnés par demi-carcasse, qui sont respectivement : le collier (C), l'épaule (E), le flanc (F) et le rumsteck (R), comme le montre la figure 04 ci-après (EL HADEF EL OKKI *et al*, 2004 ; SALIFOU *et al*, 2013c). Ils représentent les zones les plus susceptibles d'être contaminés.

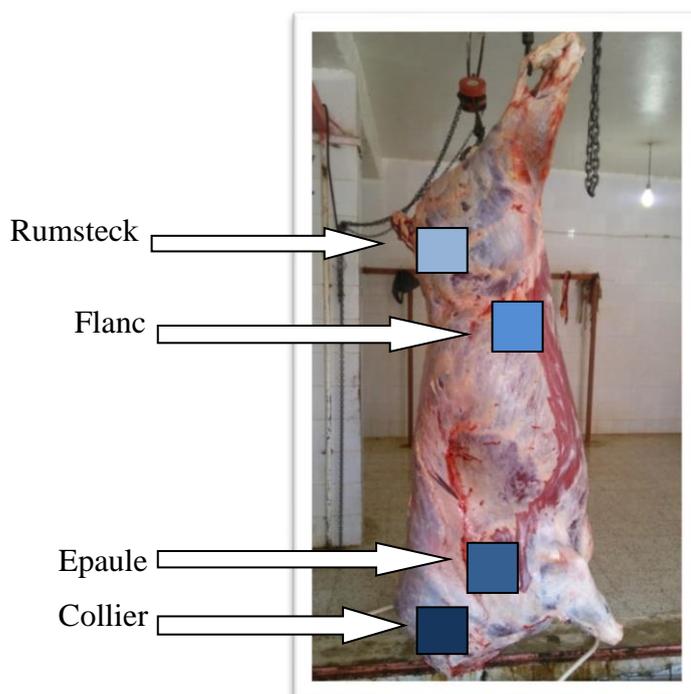


Figure 04: Zones écouvillonnées sur les carcasses de bovins.

Matériel et méthodes

I-4-1-2-Mode opératoire:

Les prélèvements ont été effectués dans un intervalle de 05 à 20 minutes après l'abattage, à la fin de la fente de la carcasse en demi et avant l'inspection *post mortem*. Une surface délimitée de 400 cm² a été d'abord frottée par le premier écouvillon stérile, humidifié au préalable par la solution TSE (tryptone sel eau), pendant au moins 20 secondes, verticalement, horizontalement et en diagonale, en tournant l'écouvillon de manière que toutes les surfaces soient utilisées et en exerçant une pression aussi forte que possible pour prélever les germes éventuellement présents. Le second prélèvement a été réalisé, avec un écouvillon stérile et sec, de la même manière sur les mêmes régions de la demi-carcasse. Les deux écouvillons d'une même zone sont ensuite introduits dans le tube contenant les 10 ml de diluant qui ont été utilisés pour humidifier l'écouvillon. Le manche en bois de l'écouvillon doit être rompu de manière à ce que la partie de l'écouvillon restant dans le tube stérile n'ait jamais été en contact avec les mains du manipulateur (DGAL/SDSSA/2014-860, 2014).



Figure 05: Prélèvements réalisés par carcasse.

I-4-2-Transport et conservation des échantillons:

Les échantillons ont été étiquetés et transportés immédiatement dans une glacière au laboratoire du contrôle de la qualité et de la répression des fraudes de Naama. Ces échantillons ont été conservés entre 0°C et +4°C et ont été analysés dans les 24 heures qui suivent l'échantillonnage (ISO 17604, 2003).

I-4-3-Analyses microbiologiques:

I-4-3-1-Préparation de la solution mère:

Matériel et méthodes

Les échantillons ont été homogénéisés par agitation pendant 03 minutes, à l'aide d'un vortex pour en décoller les microorganismes, constituant ainsi la solution mère (10^0).

I-4-3-2-Préparation des dilutions décimales:

Les différentes dilutions sont réalisées à partir de la solution mère et conformément à la norme **ISO 6887-2 (2004)**. La solution mère (10^0) est homogénéisée à l'aide d'un vortex, puis 1ml de cette solution est transféré, à l'aide d'une pipette stérile, dans un tube contenant 9ml de TSE stérile, c'est la dilution 10^{-1} . Après homogénéisation du contenu du tube, on répète la même opération pour obtenir les dilutions 10^{-2} et 10^{-3} , Comme le montre la figure 06 ci-après:

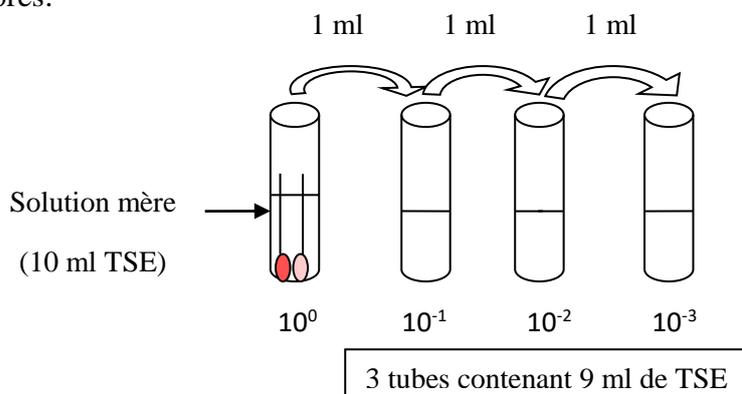


Figure 06: Schéma de la préparation des dilutions décimales.

I-4-3-3- Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale à 30°C (FMAT):

I-4-3-3-1-Définition:

C'est l'ensemble des microorganismes capables de se multiplier en aérobiose à des températures optimales de croissance comprises entre $+20^{\circ}\text{C}$ et $+45^{\circ}\text{C}$. Cette microflore peut comprendre des microorganismes d'altérations variés ou pathogènes (**Labora, s. d**).

I-4-3-3-2-Mode opératoire:

Son dénombrement est effectué selon la norme **ISO 4833-1 (2013)**, sur le milieu de culture gélosé PCA (plat count Agar). 1ml de la solution mère et de ses dilutions décimales ont été déposés aseptiquement dans des boîtes de Pétri stériles. 15 ml de la gélose PCA, maintenue en surfusion à $45\pm 1^{\circ}\text{C}$, ont été ajoutés. Après solidification, les boîtes ensemencées sont incubées à 30°C pendant 24 à 72 h. Les colonies apparues ont été comptées (figure 07).



Figure 07: Aspect des colonies de la FMAT sur la gélose PCA après l'incubation.

I-4-3-3-3-Lecture et expression des résultats:

I-4-3-3-3-1- Estimation des grands nombres:

Chaque boîte retenue devra contenir au plus 300 colonies et au moins 15 colonies. Le nombre de microorganismes par ml, est calculé à partir des boîtes retenues au niveau de deux dilutions successives à l'aide de la formule suivante:

$$N = \frac{\Sigma C}{v \times 1,1 \times d}$$

N: nombre d'UFC (unité formant colonies) par ml de produit initial.

ΣC : est la somme des colonies comptées sur les boîtes des deux dilutions retenues.

v : est le volume de la suspensionensemencé en ml.

d: est le taux de dilution correspondant à la première dilution retenue (d= 1 pour l'échantillon non dilué, d = 0,01 pour la dilution au 1/100 etc....).

- Les résultats sont exprimés en UFC par ml.

I-4-3-3-3-2-Estimation des petits nombres:

Le cas de l'estimation des petits nombres s'applique lorsque aucune des boîtes de Pétri ne présente plus de 14 colonies visibles à la surface du milieu de culture après incubation.

-Sélectionner les boîtes de Pétri provenant d'une seule et même dilution contenant le plus d'UFC parmi toutes les boîtes disponibles. Le nombre de microorganismes par ml, est calculé à partir des boîtes retenues à l'aide de la formule suivante:

$$N = \frac{\Sigma C}{v \times d}$$

Matériel et méthodes

Avec :

N: nombre d'UFC observées sur l'ensemble des boîtes sélectionnées et exploitables.

ΣC : est la somme des colonies comptées sur les boîtes retenues.

v: volume de la suspension ensemencée dans le milieu en ml.

d: taux de dilution correspondant à la dilution retenue (d= 1 pour l'échantillon non dilué ; d = 0,01 pour la dilution au 1/100 etc...).

- **NB**: Ces deux formules sont aussi valables pour le dénombrement des autres germes cultivés en milieu solide.

I-4-3-4-Dénombrement des coliformes totaux et thermotolérants:

Les coliformes totaux et thermotolérants (fécaux), renseignent sur les conditions d'hygiène de l'abattoir et sur la possibilité de contamination fécale lors des opérations d'abattage.

I-4-3-4-1-Coliformes totaux:

I-4-3-4-1-1-Définition:

Les coliformes sont des entérobactéries, aérobies ou anaérobies facultatives, qui fermentent le lactose avec production de gaz à 30°C (CUQ, 2007b).

I-4-3-4-1-2-Mode opératoire:

Leur dénombrement est réalisé selon la norme **ISO 4832 (2006)**, sur le milieu de culture gélosé à la bile, au cristal violet, au rouge neutre et au lactose (VRBL). 1ml de la solution mère et de ses dilutions décimales ont été déposés aseptiquement dans des boîtes de Pétri stériles. 15 ml de la gélose VRBL, maintenue en surfusion à 45±1°C, ont été ajoutés. Après solidification, une deuxième couche de la même gélose a été ajoutée à la surface des boîtes. L'incubation a été effectuée à 30°C pendant 24 à 48 heures. Les colonies rouge violacé ont été comptées (figure 08).



Figure 08: Aspect des colonies de coliformes totaux sur la gélose VRBL après l'incubation.

I-4-3-4-2-Coliformes thermotolérants:

I-4-3-4-2-1-Définition:

Les coliformes thermotolérants, sont d'origine intestinale, capables de fermenter le lactose avec production de gaz à 44°C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est l'*Escherichia coli* (CUQ, 2007b).

I-4-3-4-2-2-Mode opératoire:

Leur dénombrement est effectué selon **la norme française V 08-060 (2009)**, sur le milieu de culture VRBL. L'ensemencement des boîtes est réalisé de la même façon que les coliformes totaux, sauf que l'incubation qui est faite à 44°C pendant 24 à 48 heures. Les colonies rouge violacé ont été comptées (figure 09).

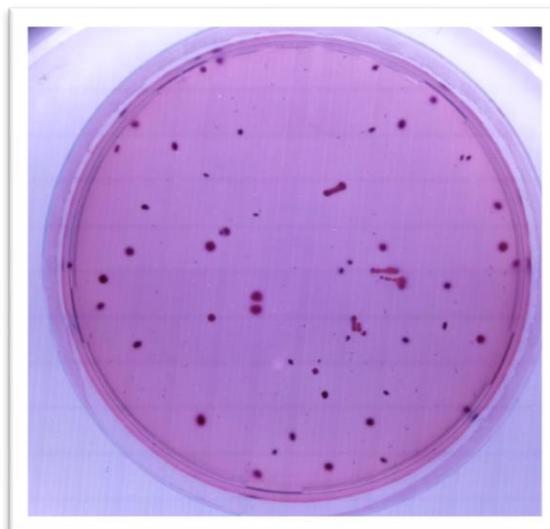


Figure 09: Aspect des colonies de coliformes thermotolérants sur la gélose VRBL après l'incubation.

Matériel et méthodes

I-4-3-5-Dénombrement des streptocoques fécaux:

I-4-3-5-1-Définition:

Les streptocoques fécaux ou streptocoques du groupe antigénique D font partie de la flore intestinale de l'homme et des animaux (**POURCHER, 1991**). Leur présence est une indication de contamination fécale qui se produit à certaines étapes lors du processus d'abattage de l'animal (**TREMBLAY, 2012**).

I-4-3-5-2-Mode opératoire:

Les streptocoques fécaux sont dénombrés en milieu liquide par la technique NPP (nombre le plus probable), qui fait appel à deux tests consécutifs:

I-4-3-5-2-1-Test présomptif:

Une série de tubes contenant le milieu sélectif de Rothe, à raison de 3 tubes par dilution, ont été ensemencés avec 1 ml de la solution mère et ses dilutions décimales et incubés à 37°C pendant 24 à 48 heures. Les tubes positifs présentent un trouble microbien (figure 10) (**CUQ, 2007a; HOUBAD, 2015**).

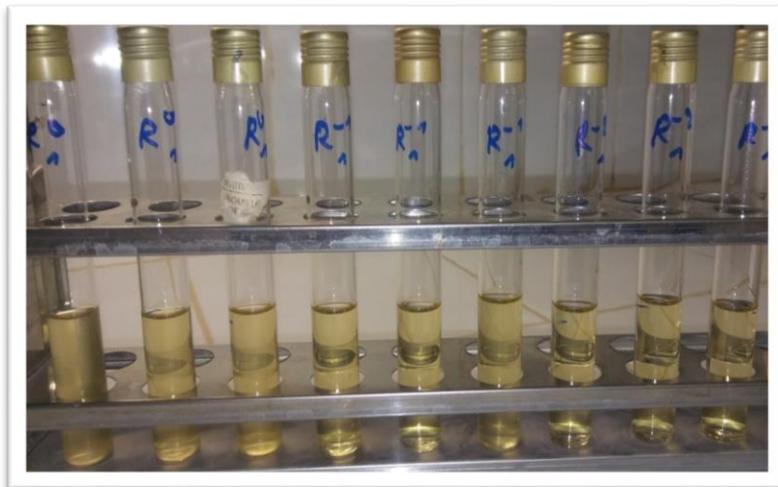


Figure 10: Tubes de Rothe après l'incubation.

I-4-3-5-2-2-Test confirmatif:

Chaque tube de Rothe trouvé positif lors du test de présomption fera l'objet d'un repiquage dans un tube de milieu Eva Litsky (9 ml/tube), puis incubé à 37°C pendant 24 à 48 heures. Sont considérés positifs, les tubes présentant un trouble microbien et/ou une pastille violette au fond du tube (figure 11) (**CUQ, 2007a**).



Figure 11: Tubes de Litsky après l'incubation.

Le nombre de Streptocoques fécaux est exprimé par le NPP (nombre le plus probable) selon la table de Mac Grady (**annexe 02**).

I-4-3-5-2-3-Lecture des résultats:

Tableau 04: exemple explicatif.

Dilution	10 ⁰			10 ⁻¹			10 ⁻²			10 ⁻³			10 ⁻⁴		
Résultats	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
Chiffre attribué à chaque dilution	3			3			2			1			0		

On Choisit le nombre le plus grand possible et si possible inférieur à 330 (meilleure répartition dans les dilutions) et on lit le NPP dans la table de Mac Grady pour 3 tubes par dilution. En déduire la concentration en micro-organismes par ml de produit pur [N] :

$$[N] = \frac{\text{NPP}}{V_{\text{inoculum}}} \times F_d$$

NPP= nombre le plus probable obtenu par lecture de la table de Mac Grady.

V_{inoculum} = 1 ml.

F_d = facteur de la dilution correspondant au chiffre des centaines du nombre caractéristique 10⁻¹.

Dans le cas de l'exemple, on choisit 321 (car < 330) pour la dilution 10⁻¹. Dans la table de Mac Grady, le NPP correspondant à **321** est **15**. Cela signifie qu'il y a statistiquement quinze bactéries dans l'inoculum de la dilution 10⁻¹.

[N] = 15.10¹ = 1,5.10² microorganismes par ml (**Magniez, 2014**).

Matériel et méthodes

I-4-3-6-Dénombrement de *Staphylococcus aureus*:

I-4-3-6-1-Définition:

Staphylococcus aureus, autrement appelé Staphylocoque à coagulase positive. Elle est très présente au niveau des fosses nasales et des mains. Elle peut aussi être responsable d'intoxications alimentaires. La contamination des carcasses est donc possible au cours de sa manipulation par les porteurs sains surtout s'ils présentent une infection cutanée (panaris, furoncles) (BAILLY *et al*, 2012).

I-4-3-6-2-Mode opératoire:

Le dénombrement de *Staphylococcus aureus* est réalisé conformément à la norme ISO 6888-1(1999), sur le milieu gélosé sélectif Baird Parker (BP). L'ensemencement est effectué par étalement en surface de 0,1 ml de la solution mère et des différentes dilutions décimales. L'incubation des boîtes de Pétri ensemencées en surface, est réalisée à 37°C pendant 24 à 48 heures. Les colonies typiques (colonies noirâtres, brillantes, convexes et entourées d'une auréole claire) (figure 12). La présence de *Staphylococcus aureus* est confirmée par les tests de la catalase et de la coagulase.

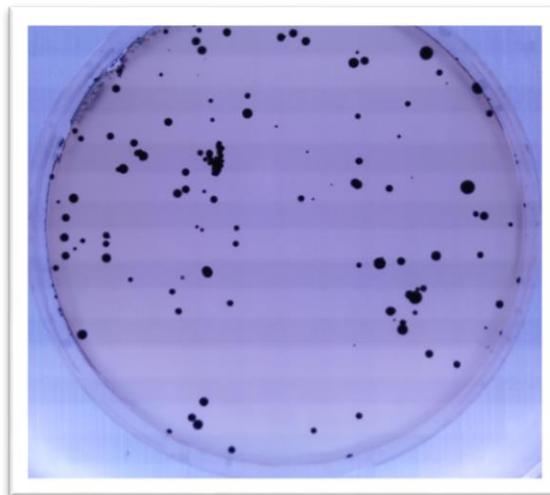


Figure 12: Aspect des colonies suspectes de *Staphylococcus aureus* sur la gélose BP après l'incubation.

I-4-3-6-3- Test de catalase:

I-4-3-7-3-1-Définition:

La catalase est une enzyme présente chez la plupart des bactéries aérobies strictes et anaérobies facultatives. Elle décompose l'eau oxygénée formée, en eau et en oxygène qui se dégage, selon la réaction suivante: $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{Catalase}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$. (DELLARAS, 2014).

Matériel et méthodes

I-4-3-7-3-2-Mode opératoire:

Une goutte d'eau oxygénée à 10 volumes a été déposée sur une lame propre et une colonie suspecte obtenue sur gélose a été émulsionnée. Le dégagement de bulles de gaz (figure 13) indique la présence de la catalase: catalase+ (DELLARAS, 2014).

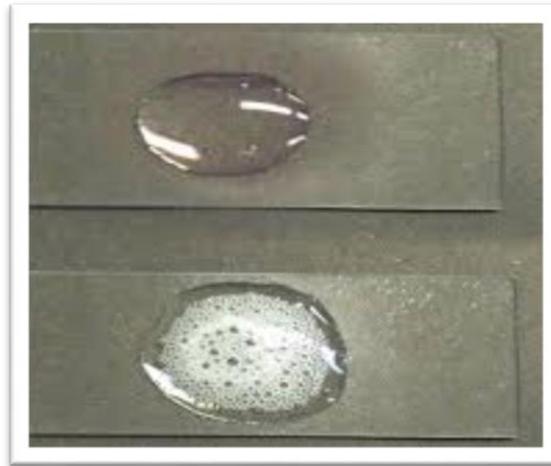


Figure 13: Test de catalase pour *Staphylococcus aureus*.

I-4-3-6-4-Test de coagulase:

Parmi les coques Gram+, catalase+, Seules les *Staphylococcus aureus* sont productrices de coagulase libre (CUQ, 2007a). Les colonies suspectes ont été ensuite repiquées dans le bouillon cœur-cervelle et incubées à 37°C pendant 24 heures. Un volume de 0,1 ml de cette culture a été additionné à 0,3 ml du plasma de lapin, les tubes ont été ensuite incubés à 37°C. La lecture est effectuée après 4, 6 et 24 h. la réaction à la coagulase est considérée positive quand le coagulum occupe plus de la moitié du volume initialement mis en jeu (ISO 6888-1, 1999).

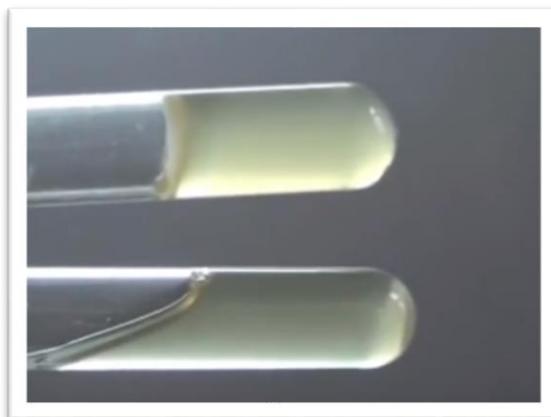


Figure 14: Test de coagulase pour *Staphylococcus aureus*.

Matériel et méthodes

I-4-3-7-Recherche de *Salmonella*:

I-4-3-7-1-Définition:

Les salmonelles sont des bactéries pathogènes dont l'habitat naturel est l'intestin de l'animal et de l'homme. Elles peuvent se développer sur la plupart des aliments d'origine animale. La contamination peut avoir lieu par contact avec des matières fécales ou lors de la préparation des viandes (**BAILLY *et al*, 2012**).

I-4-3-7-2-Mode opératoire:

La recherche des Salmonelles est réalisée selon la norme **ISO 6579 (2002)**. Elle a été réalisée en plusieurs étapes:

I-4-3-7-2-1- Pré-enrichissement:

Il a été effectué en incorporant 1 ml de la solution mère dans un tube contenant 9 ml d'eau peptonée tamponnée. L'ensemble est ensuite incubé à 37°C pendant 24.



Figure 15: Pré-enrichissement de *Salmonella* dans de l'eau peptonée tamponnée après l'incubation.

I-4-3-7-2-2-Enrichissement:

Il a été réalisé en incorporant 0,1 ml du milieu pré-enrichi dans un tube contenant 10 ml du bouillon Rappaport vassiliadis soja. L'ensemble est ensuite incubé 44°C pendant 18 à 24 heures.

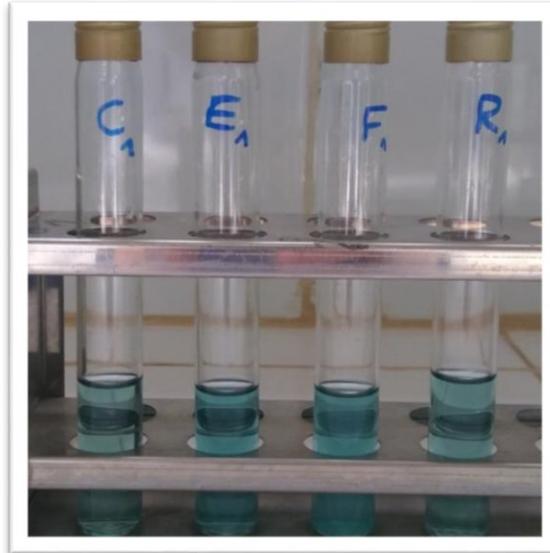


Figure 16: Enrichissement de *Salmonella* dans Rappaport-Vassiliadis après l'incubation.

I-4-3-7-2-3- Isolement:

Il a été réalisé par ensemencement en stries à la surface du milieu gélosé Hektoen, à partir du bouillon d'enrichissement. Les boîtes ensemencées ont été incubées à 37° pendant 24 à 48 heures. Les résultats ont été exprimés sous la forme « *présence* » ou « *absence* ». L'apparition des colonies vertes à centre noir caractérise la présence des salmonelles (figure 17).

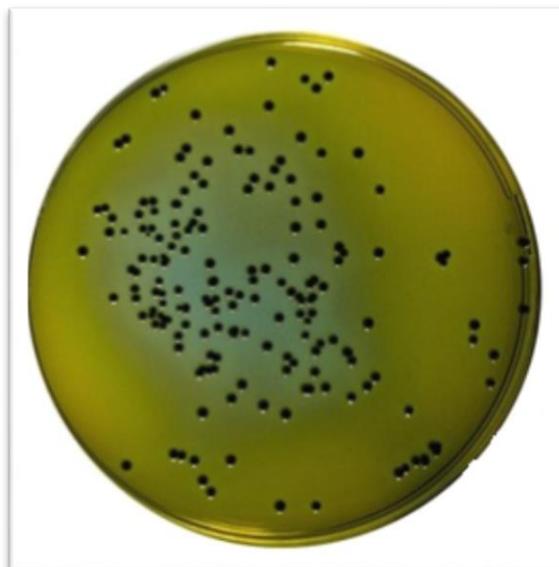


Figure 17: Aspect des colonies de *Salmonella* sur la gélose hektoen (labone, 2017).

Matériel et méthodes

I-4-3-8- Dénombrement des *Clostridium perfringens*:

I-4-3-8-1-Définition:

Ces bactéries anaérobies sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux, mais largement répandues dans la nature, capables de sporuler et réduire le sulfite en sulfure (CUQ, 2007a).

I-4-3-8-2-Mode opératoire:

Le dénombrement de ces germes est réalisé conformément à la norme française **V 08-061 (décembre 2009)**. Dans chaque tube contenant de la gélose TSC (tryptose sulfite cyclosérine), 0,2 ml de D-cyclosérine 200 mg reconstitué (**annexe 03**), a été ajouté et homogénéisé avec la gélose TSC. La solution mère et ses dilutions ont été chauffées à 80°C pendant 10 minutes, afin de détruire les formes végétatives. Ensuite, 1 ml de la solution mère et de ses dilutions décimales ont été ensemencés dans les tubes, en évitant au maximum d'incorporer de l'air au milieu. Après l'homogénéisation, les tubes refroidis ont été incubés à 46°C pendant 24 heures. Les colonies noires ont été comptées (figure 18).

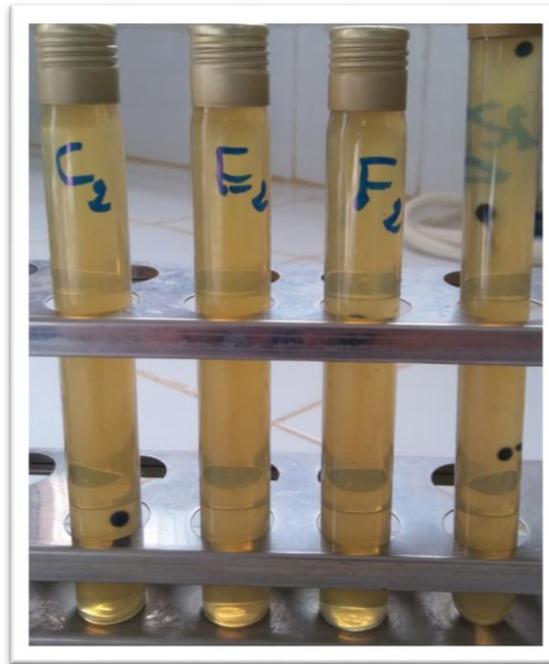


Figure 18: Aspect des colonies de *Clostridium perfringens* sur la gélose TSC après l'incubation.

I-4-4-Estimation des résultats en log UFC/cm² de surface:

Après avoir calculé le nombre UFC par millilitre de suspension, il faut rapporter le résultat en unité de surface. 10 ml de suspension mère correspondent alors à 400 cm², donc 1 ml de suspension mère correspond à 40 cm². Le nombre final d'UFC/ml trouvé doit donc être

Matériel et méthodes

divisé par 40 pour obtenir un nombre d'UFC/cm². Le résultat final sera exprimé en logarithme décimal (log10) (BENAISSA, 2016).

I-4-5-Critères microbiologiques:

Puisque la réglementation algérienne n'a pas précisé des critères pour évaluer la qualité microbiologique des carcasses bovines échantillonnées suivant la méthode non destructive, on s'est donc référé aux normes internationales, fixées par l'agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire (AFSCA, 2018). Les critères microbiologiques sont figurés dans le tableau 05 ci-après.

Pour la FMAT et les entérobactéries (coliformes totaux et thermotolérants), l'interprétation se fait selon le plan à trois (3) classes (satisfaisante, acceptable ou non satisfaisante). Quant aux Salmonelles, c'est le plan à deux (2) classes qui est utilisé. Il est basé sur leur présence ou leur absence dans la viande. La présence des Salmonelles dans la viande traduit que cette dernière est non satisfaisante, quels que soit les autres germes.

Tableau 05: Critères microbiologiques applicables aux carcasses des bovins échantillonnées par écouvillonnage (AFSCA, 2018).

Flore recherché	Limites microbiologiques (log UFC/cm ²)	
	M	M
FMAT	3	4,5
Entérobactéries	1	2
Streptocoques fécaux	ND	ND
<i>Staphylococcus aureus</i>	ND	ND
<i>Clostridium perfringens</i>	ND	ND
<i>Salmonella</i>	Absence dans la partie examinée de la carcasse	
Appréciation de la qualité microbiologique		
Satisfaisante	Acceptable	Non satisfaisante
$R \leq m$	$m < R < M$	$R > M$

m : critère microbiologique, **M** : Seuil d'acceptabilité au delà duquel le produit n'est plus satisfaisant, **ND** : non déterminée, **R** : résultat.

Résultats et discussion

II-Résultats et discussion:

II-1-Résultats:

Le tableau 06, en annexe 04, regroupe les résultats des analyses microbiologiques réalisées.

Pour évaluer la qualité bactériologique de 10 carcasses bovines, on a procédé de la façon suivante:

- Evaluation de la contamination globale des carcasses.
- Comparaison de la charge microbienne entre les différentes zones de prélèvement.
- Evaluation de la charge microbienne de chaque flore sur chaque zone prélevée.

II-1-1-Evaluation de la contamination globale des carcasses bovines:

Les degrés de contamination sont clairement différents en fonction des germes dénombrés. La flore mésophile totale enregistrée dans cette étude a révélé une moyenne de contamination de l'ordre de $1,96 \pm 0,55$ log UFC/cm², qui constitue la flore prédominante, suivie par les *Staphylococcus aureus* avec une moyenne de $0,96 \pm 0,27$ log UFC/cm², les coliformes totaux et les coliformes thermotolérants avec des moyennes de l'ordre de $0,53 \pm 0,37$ log UFC/cm² et $0,09 \pm 0,28$ log UFC/cm² respectivement. Quant aux Streptocoques fécaux et *Clostridium perfringens*, ils ont présenté des taux de contamination de l'ordre de $-0,62 \pm 0,39$ log UFC/cm² et $-0,11 \pm 0,17$ log UFC/cm² respectivement. Les salmonelles ne sont pas détectées sur toutes les carcasses échantillonnées (**diagramme 01**).

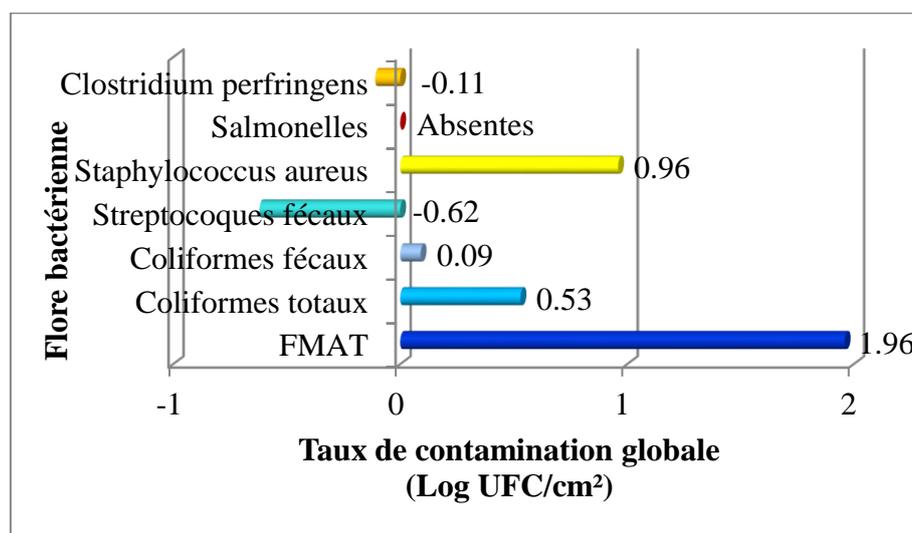


Diagramme 01: Evaluation de la contamination globale des carcasses par les germes recherchés.

En terme de pourcentage, la flore aérobie mésophile totale représente 69,75% de la flore microbienne globale. 34,15% par les *Staphylococcus aureus*, 18,97% par les coliformes

Résultats et discussion

totaux et 3,22% par les coliformes thermotolérants. Quant aux *Clostridium perfringens* et streptocoques fécaux, ils ont représenté -3,91% et -22,18% respectivement de la microflore globale (**diagramme 02**).

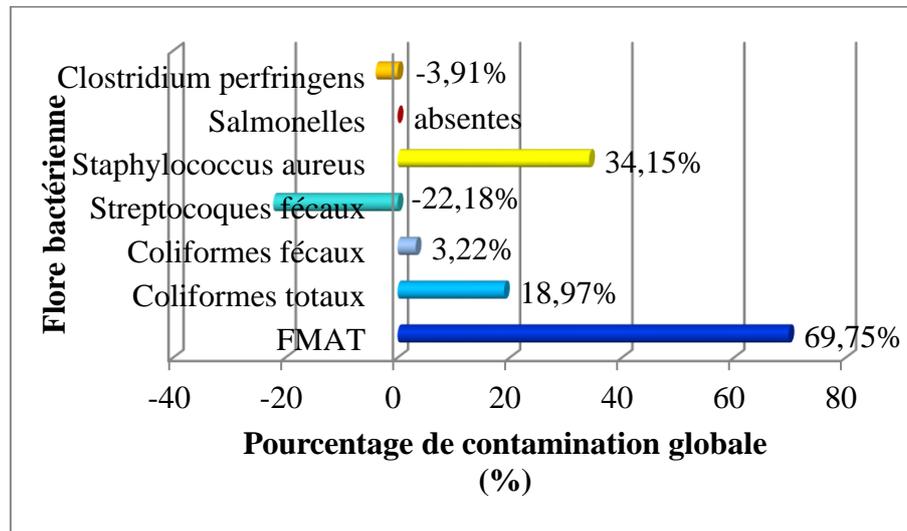


Diagramme 02: Pourcentage des flores microbiennes isolées dans la contamination globale des 10 carcasses bovines.

II-1-2-Comparaison de la charge microbienne entre les différentes zones de prélèvement:

L'évaluation de la contamination globale des différentes zones de prélèvement par les différents germes recherchés montre que le collier est le plus contaminé avec une moyenne logarithmique de l'ordre de $0,46 \pm 0,19$ log UFC/cm², suivi par le flanc avec un taux de contamination moyen de l'ordre de $0,44 \pm 0,32$ log UFC/cm², puis l'épaule et le rumsteck qui ont le même niveau de contamination de l'ordre de $0,34$ log UFC/cm² (**diagramme 03**).

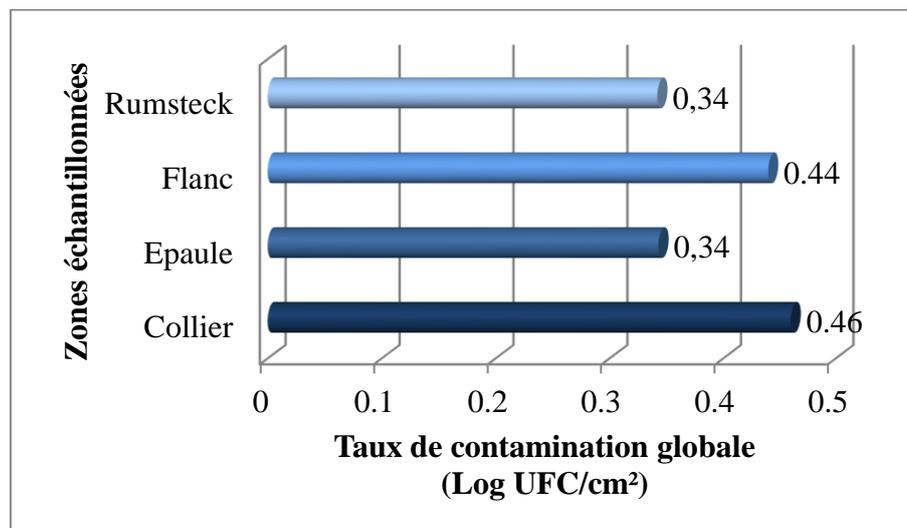


Diagramme 03: Evaluation de la contamination globale de différentes zones de prélèvement.

Résultats et discussion

II-1-3- Evaluation de la charge microbienne de chaque flore sur chaque zone prélevée:

II-1-3-1-Flore aérobique mésophile totale à 30°C (FMAT):

Pour la flore aérobique mésophile totale, tous les échantillons (40) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation. Le flanc représente la zone la plus contaminée par cette flore avec une valeur moyenne de $2,60 \pm 0,76$ log UFC/cm², suivi par le collier avec un taux de contamination moyen de $2,4 \pm 0,76$ log UFC/cm². L'épaule véhicule moins de germes que ce dernier avec une moyenne logarithmique de $1,47 \pm 0,95$ log UFC/cm². Cependant, le taux de contamination le plus faible s'observe au niveau du rumsteck avec une moyenne logarithmique de l'ordre de $1,37 \pm 0,97$ log UFC/cm² (**diagramme 04**).

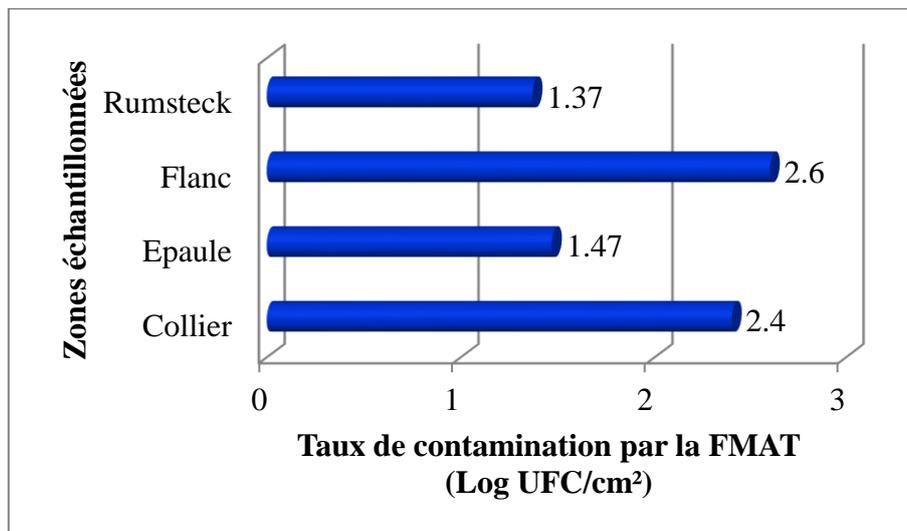


Diagramme 04: Evaluation des taux de contamination de différentes zones de prélèvement par la FMAT.

II-1-3-2-Coliformes totaux:

35 échantillons, soit 87,5% des échantillons étudiés, sont contaminés par les coliformes totaux. Le dénombrement de cette flore a permis de constater une variation dans le taux de contamination de différents sites échantillonnés. En effet, le rumsteck et le flanc sont les sites anatomiques les plus contaminés par cette flore avec un taux de contamination moyen de $0,61 \pm 0,60$ log UFC/cm² et $0,60 \pm 0,37$ log UFC/cm² respectivement. Alors que, l'épaule a présenté un taux de contamination moyen de l'ordre de $0,51 \pm 0,39$ log UFC/cm². Le collier, est quant à lui, le moins contaminé par les coliformes totaux. Sa contamination moyenne par cette flore est de l'ordre de $0,42 \pm 0,31$ log UFC/cm² (**diagramme 05**).

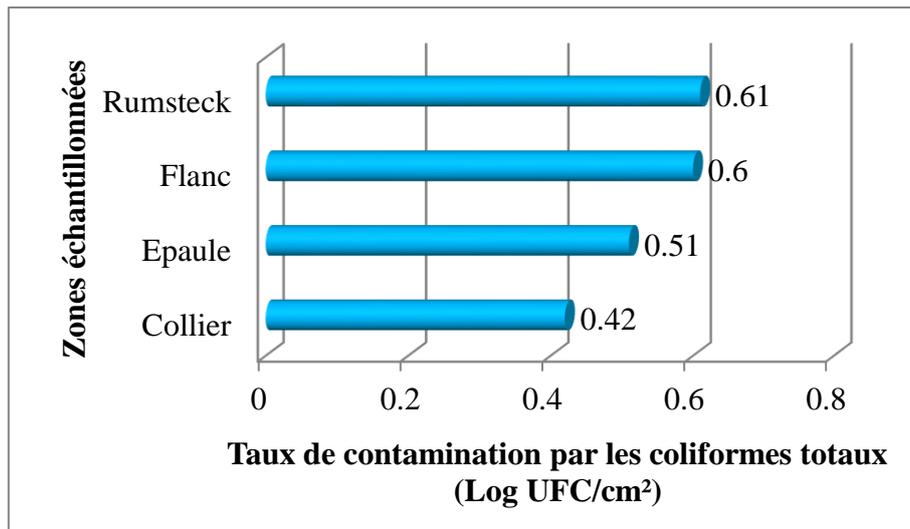


Diagramme 05: Evaluation des taux de contamination de différentes zones de prélèvement par les coliformes totaux.

II-1-3-3- Coliformes thermotolérants:

Pour les coliformes thermotolérants, 32 échantillons, soit 80% des échantillons étudiés, sont contaminés par cette flore. L'épaule est la zone la plus contaminée par ces germes avec un taux de contamination moyen de l'ordre de $0,24 \pm 0,27$ log UFC/cm², suivi par le rumsteck et le collier dont la moyenne de contamination est de l'ordre de $0,09 \pm 0,64$ log UFC/cm² et $0,08 \pm 0,18$ log UFC/cm² respectivement. Le flanc est quant à lui, le moins contaminé par ces germes. Sa contamination moyenne par cette flore est de l'ordre de $-0,12 \pm 0,53$ log UFC/cm² (**diagramme 06**).

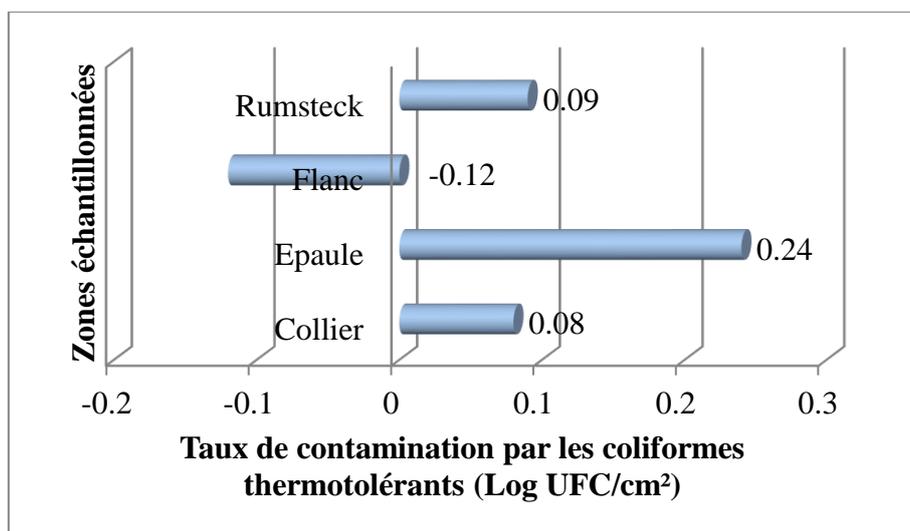


Diagramme 06: Evaluation des taux de contamination de différentes zones de prélèvement par les coliformes thermotolérants.

Résultats et discussion

II-1-3-4-Streptocoques fécaux:

Pour les Streptocoques fécaux, 18 échantillons, soit 45% des échantillons étudiés, sont contaminés par ces germs. Ils ont révélées des taux de contamination moyenne très faibles qui varient entre $-0,94 \pm 0,54$ log UFC/cm² et $-0,40 \pm 0,61$ log UFC/cm². Le rumsteck est la zone la plus contaminée par ces germes avec une valeur moyenne de $-0,4 \pm 0,61$ log UFC/cm², suivi par le collier avec un taux de contamination moyen de $-0,65 \pm 0,46$ log UFC/cm². Le flanc véhicule moins de germes que ce dernier avec une moyenne logarithmique de $-0,88 \pm 0,75$ log UFC/cm². Cependant, le taux de contamination le plus faible s'observe au niveau de l'épaule avec une moyenne logarithmique de l'ordre de $-0,94 \pm 0,54$ log UFC/cm² (**diagramme 07**).

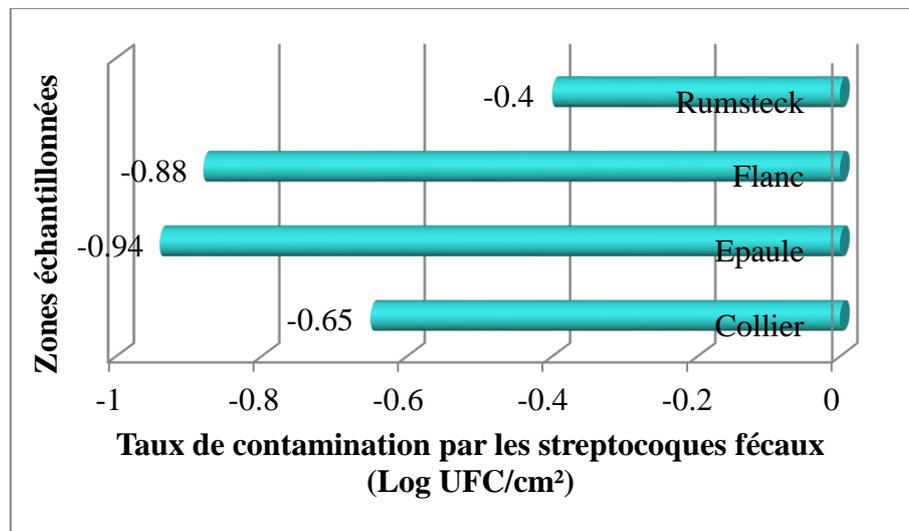


Diagramme 07: Evaluation des taux de contamination de différentes zones de prélèvement par les Streptocoques fécaux.

II-1-3-5-Staphylococcus aureus:

Sur les 10 carcasses étudiées, on a constaté que 38 échantillons, soit 95% des échantillons analysés, sont contaminés par *Staphylococcus aureus*. En effet, cette flore seconde la flore mésophile aérobie totale que ce soit au niveau de la contamination globale ou au niveau de chaque site. Le collier est la zone de la carcasse la plus contaminée par *Staphylococcus aureus* dont la moyenne de contamination est de l'ordre de $1,29 \pm 0,42$ log UFC/cm². Le flanc et l'épaule ont présenté des taux de contamination moyens de l'ordre de $1,07 \pm 0,53$ log UFC/cm² et $1,03 \pm 0,37$ log UFC/cm². Le rumsteck est le moins contaminé par cette flore. Son taux de contamination moyen est de l'ordre de $0,73 \pm 0,59$ log UFC/cm² (**diagramme 08**).

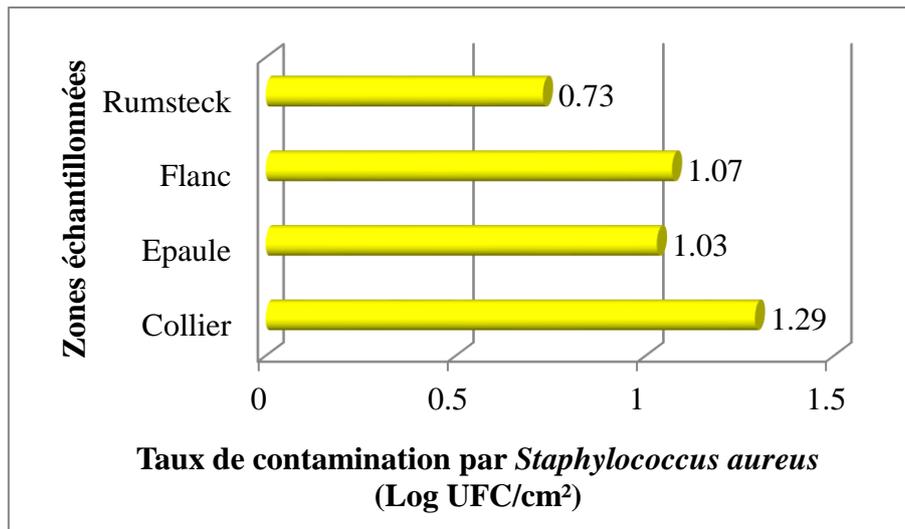


Diagramme 08: Evaluation des taux de contamination de différentes zones de prélèvement par *Staphylococcus aureus*.

II-1-3-6-Salmonella:

Aucun échantillon analysé n'en contient. Cependant, on a eu des colonies suspectes qui possèdent des caractéristiques similaires à celles de certaines entérobactéries comme: *E. coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia* et *Yersinia* (figure 19).

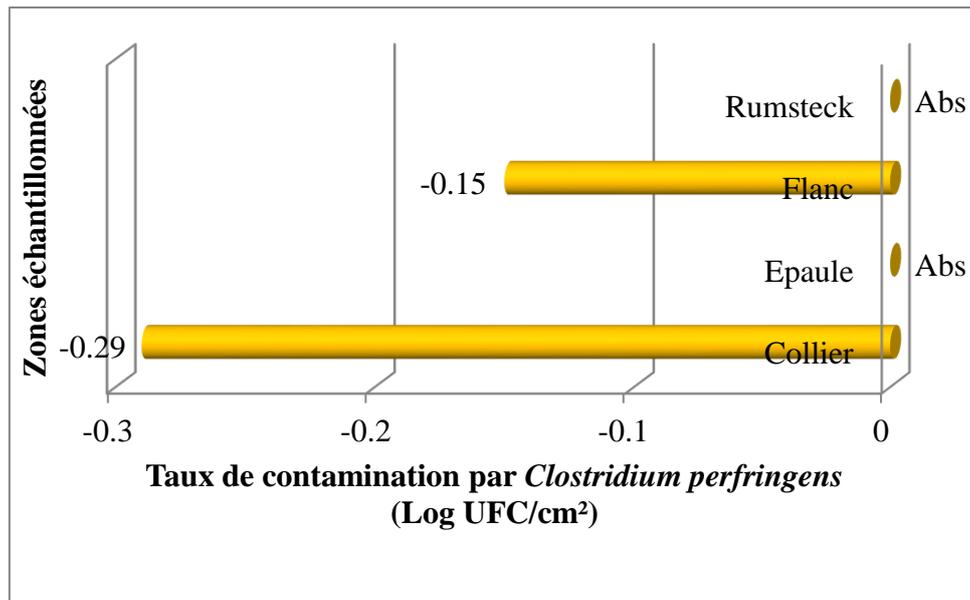


Figure 19: Colonies présentent un aspect caractéristique similaire à celui de certaines entérobactéries sur la gélose hektoen.

II-1-3-7-Clostridium perfringens:

Pour cette flore, 03 échantillons, soit 7,5% des échantillons analysés, sont contaminés par *Clostridium perfringens*. Ils ont présenté des taux de contamination moyenne très faibles. Le flanc a révélé un taux de contamination moyen de l'ordre de $-0,15 \pm 0,27$ log UFC/cm². Alors que, le collier a démontré une moyenne logarithmique de l'ordre de $-0,29 \pm 0,46$ log UFC/cm² (diagramme 09).

Résultats et discussion



Abs: absentes.

Diagramme 09: Evaluation des taux de contamination de différentes zones de prélèvements par *Clostridium perfringens*.

II-2-Discussion:

II-2-1-Appréciation globale:

Les résultats obtenus montrent qu'il existe une différence remarquable des charges de contamination des sept flores recherchées sur les quatre zones écouvillonnées. Toute fois, le collier et le flanc semblent montrer des charges microbiennes plus élevées par rapport aux deux autres zones. Cela peut être expliqué par le fait que le collier est exposé aux contaminations par les outils de la saignée, par le reflux œsophagien du contenu du tube digestif ou par les eaux de douchage qui glissent vers le collier. Concernant le flanc, outre la contamination par le cuir lors de la dépouille, la charge microbienne s'explique aussi par le fait que cette région, située près de la fente d'éviscération, est aussi exposée à des manipulations très importantes que le collier. Nos résultats concordent avec ceux d'**EL HADEF EL OKKI et al, (2004)**.

Les charges microbiennes enregistrées renseignent sur le taux de la contamination initiale des carcasses étudiées. Cette dernière dépend de plusieurs facteurs: l'état de santé et de fatigue de l'animal, (**GUIRAUD, 2012**), la propreté de l'animal, le respect de la diète hydrique, l'état hygiénique des lieux d'abattage et la propreté du matériel utilisé dans l'abattage (**DENNAÏ et al, 2001**) et la méthode de l'abattage (**SALIFOU et al, 2012**).

De plus, le taux de contamination des carcasses bovines semble varier selon la méthode de prélèvement. En effet, les travaux ayant utilisé la méthode de prélèvement destructive induisant généralement des valeurs plus élevées (**GHAFIR et DAUBE, 2007**). Des valeurs supérieures ont été enregistrées par **DENNAÏ et al en 2001**, à l'abattoir municipal de Kenitra au Maroc et par **OUMOKHTAR et al en 1998**, sur des échantillons de la viande provenant des abattoirs de Rabat.

II-2-2-Appréciation du niveau de contamination par les différentes flores:

II-2-2-1-FMAT:

La FMAT est une indicatrice de l'application des bonnes pratiques d'hygiène. Elle constitue la flore prédominante pour la contamination globale des carcasses bovines étudiées, ainsi que des quatre zones anatomiques échantillonnées.

Selon les critères d'interprétation (**AFSCA, 2018**), on a:

- 30% des échantillons sont de qualité microbiologique « *acceptable* ».
- 70% des échantillons sont de qualité microbiologique « *satisfaisante* ».

Ainsi, La moyenne générale de nos 40 échantillons, est de 1,96 log UFC/cm², qui est inférieure aux critères (**AFSCA, 2018**), qui prévoient 3 log UFC/cm².

Ce résultat est nettement inférieur à ceux observés par **EL HADEF EL OKKI et al (2004)** à Constantine, **HAMAD (2009)** à l'El oued et **BELCO LATIFOU et al (2017)** au Bénin, qui ont respectivement enregistré des moyennes globales de l'ordre de 5,34 log UFC/cm² ; 2,76 log UFC/cm² et 6 log UFC/cm².

Ces différences peuvent être expliquées par un taux d'abattage de bovins plus important dans ces villes, où les ouvriers sont rémunérés à la tâche par les propriétaires des animaux, entraînant ainsi un encombrement des lieux, une utilisation irrationnelle des locaux et l'entrecroisement des circuits sains avec les circuits souillés.

Les résultats obtenus renseignent sur le non respect des règles d'hygiène corporelle, vestimentaire et comportementale des ouvriers, surtout durant l'opération de la dépouille.

A cela s'ajoute la contamination par d'autres sources potentielles comme l'air, les outils de la saignée et l'eau (**CARTIER et MOEVI, 2007**).

II-2-2-2-Coliformes totaux:

Pratiquement tous les coliformes peuvent exister en abondance dans les matières fécales des hommes et des animaux. Ils renseignent sur l'état de fraîcheur des viandes. De plus, Ils peuvent être témoins d'une contamination fécale ou environnementale (**ILBOUDO et al, 2016**) provenant d'une mauvaise application des règles hygiéniques (**Labora, s. d.**).

A partir les critères d'interprétation (**AFSCA, 2018**), on a:

- 80% des échantillons sont de qualité microbiologique « *satisfaisante* ».
- 17,5% des échantillons sont de qualité microbiologique « *acceptable* ».
- Un seul échantillon (2,5%) est « *non satisfaisant* ».

En effet, la moyenne totale des 40 échantillons, est de 0,53 log UFC/cm². Elle est inférieure aux critères (**AFSCA, 2018**), qui prévoient 1 log UFC/cm². Elle est proche de celles obtenues par **LOUBAMBA en 2012** et **ILBOUDO et al en 2016** qui ont rapporté des taux de contamination de l'ordre de 0,82 log UFC/cm² et 0,39 log UFC/cm² respectivement. À l'inverse, **DENNAI et al (2001)**, ont enregistré une moyenne de 3,85 log UFC/cm². Les résultats obtenus ont montré que le rumsteck et le flanc sont les sites les plus contaminés par les coliformes totaux. En effet, les explications peuvent être multiples parce qu'ils sont très exposés à la contamination par les matières fécales. En outre, Le cuir du bovin (au cours de la dépouille), les mains et les vêtements des ouvriers peuvent aussi contribuer à cette contamination. Par conséquent, une contamination croisée, par l'animal lui même et les ouvriers, devient inévitable.

II-2-2-3-Coliformes thermotolérants:

Les coliformes thermotolérants présentent les mêmes propriétés caractéristiques que les coliformes totaux, après incubation à la température de 44°C. Leur présence est un bon indice de mauvaise condition hygiénique (**Labora, s.d.**).

Selon les critères d'interprétation (**AFSCA, 2018**), on a:

- Un seul échantillon (2,5%) est de qualité microbiologique « *non satisfaisante* ».
- 97,5% des échantillons sont de qualité microbiologique « *satisfaisante* ».

En effet, la moyenne générale de nos 40 échantillons, est de 0,09 log UFC/cm², qui est inférieure aux critères appliqués (**AFSCA, 2018**), qui prévoient 1 log UFC/cm². Même si cette moyenne semble être très faible, elle témoigne d'une contamination fécale survenue lors de l'éviscération ou du comportement non hygiénique des manipulateurs.

Des valeurs supérieures aux nôtres ont été obtenues par **BENAISSA et al** en **2014**, qui ont rapporté une moyenne de 2 log UFC/cm² chez les carcasses camelines à l'abattoir d'Ouargla. D'après nos résultats, on a constaté que le niveau de contamination du flanc par les coliformes thermotolérants est faible par rapport aux autres sites étudiés, cela peut être expliqué par les précautions prises par les ouvriers pour ne pas percer le rumen lors de l'éviscération. Cependant, le taux élevé de contamination de l'épaule (0,24 log UFC/cm²) nous montre que cette dernière peut être contaminée par les mains de la même personne qui a éviscéré la carcasse et la découpé en demi en appliquant ses mains souillées sur l'épaule. Résultat similaire a été enregistré par **LOUBAMBA** en **2012** qui a analysé 100 échantillons provenant de 25 carcasses bovines à Dakar.

II-2-2-4-Streptocoques fécaux:

Les streptocoques fécaux constituent aussi des témoins de contamination fécale. Leur dénombrement est complémentaire à celui des coliformes (**WABI, 2007**). La moyenne générale de contamination par les streptocoques fécaux, à savoir -0,62 log UFC/cm² confirme la présence d'une contamination fécale provenant de la peau de l'animal, du tube digestif ou du sol contaminé lors de l'éviscération (**DIEYE, 2011**). Les résultats obtenus (1,26 log UFC/cm²) par **HAMMOUDI et al** en **2013** sont supérieurs à ceux obtenus dans cette étude.

En 2013, **LARIF et al** ont utilisé le rapport coliformes fécaux/streptocoques fécaux (CF/SF) pour déterminer l'origine de la contamination fécale. En se basant sur leur étude, on peut prédire que la contamination fécale constatée dans la présente étude est d'origine animale parce que tous les rapports (CF/SF) enregistrés sont inférieurs à 0,7 (**annexe 05**).

Résultats et discussion

II-2-2-5-Staphylococcus aureus:

Les staphylocoques sont des bactéries ubiquitaires présentes sur la peau, les muqueuses et la sphère rhinopharyngée chez les animaux et en particulier chez l'homme. Leur présence dans l'environnement est vraisemblablement due à une contamination animale ou humaine (ANSES, 2011).

En outre, la contamination des carcasses par les staphylocoques peut être survenue d'un contact direct ou indirect, avec la peau des animaux abattus, les outils contaminés (PODPECAN *et al*, 2007; DJENIDI, 2016), le personnel qui pouvant être atteint de rhinopharyngites à staphylocoques, d'angines ou de lésions cutanées infectées aux mains (BENAISSA *et al*, 2014) ainsi que leur vêtements (PODPECAN *et al*, 2007).

En effet, La charge moyenne en staphylocoques n'a pas trop varié d'un endroit de prélèvement à l'autre. Elle est de l'ordre de 0,96 log UFC/cm². Une charge similaire a été observée par ILBOUDO *et al* (2016) au Burkina Faso. Elle est d'ailleurs nettement inférieure à celle obtenue par HAMMOUDI *et al* en 2013 qui ont rapporté une moyenne de l'ordre de 2,15 log UFC/cm², alors que SALIFOU *et al* (2013c), ont enregistré un taux de 3,01 log UFC/cm² sur 30 carcasses bovines issues des abattoirs de Cotonou- Porto-Novo. Le taux élevé de contamination du collier par les staphylocoques pourrait s'expliquer par le fait qu'il est le site le plus manipulé par le personnel au moment de la saignée et de la dépouille.

Tandis que, le rumsteck était le moins contaminé par les staphylocoques parce qu'il s'est situé loin du sol et par conséquent, il a été à l'abri de contacts prolongés avec les manipulateurs.

II-2-2-6-Salmonella:

Les salmonelles sont des entérobactéries pathogènes pour l'homme et l'animal (GUIRAUD, 2012). Leur recherche est donc importante car la viande qui arrive au consommateur ne doit pas en contenir (DENNAI *et al*, 2001).

En effet, l'absence des salmonelles dans toutes les carcasses peut être s'expliquée par le fait que les tubes digestifs des animaux étaient presque vides après leur mise en diète hydrique (BOUDRY *et al*, 2002).

De plus, la charge très faible, en coliformes thermotolérants laisse prédire la possibilité de l'absence des salmonelles (OUMOKHTAR *et al*, 1998).

D'après les critères d'interprétation (AFSCA, 2018), tous les échantillons analysés sont de qualité microbiologique « satisfaisante ».

Résultats et discussion

Nos résultats sont identiques à ceux obtenus par **EL HADEF EL OKKI et al (2004)**, **WABI (2007)** et **ILBOUDO et al (2016)**. Contrairement à **SALIFOU et al (2013c)** qui ont signalé la présence des salmonelles avec des fréquences de 6,67%.

II-2-2-7-*Clostridium perfringens*:

Les *Clostridium* sulfite-réducteurs sont aussi considérées comme indicatrices d'une contamination fécale, quand elles sont associées, aux coliformes et aux streptocoques fécaux. Parmi celles-ci, *Clostridium perfringens* occupe une place très importante parce qu'elle est très souvent à l'origine de toxi-infections alimentaires (**CUQ, 2007a**), qui est à l'origine d'un défaut d'hygiène survenu lors du processus d'abattage (**MORENO et al, 2005; HWANG et HUANG, 2010**), qui se produit à la suite d'un contact direct ou indirect du contenu de l'intestin avec la carcasse.

La moyenne générale de contamination est de l'ordre de -0,11 log UFC/cm². Elle est nettement inférieure à celle enregistrée par **SALIFOU et al en 2013** (1,08 log UFC/cm²) et **ILBOUDO et al en 2016** (3,93 log UFC/g).

Conclusion

CONCLUSION

Les résultats des analyses microbiologiques réalisées montrent que la qualité hygiénique de deux (02) carcasses bovines est acceptable, alors que celle des autres (08) est satisfaisante. Le collier est le site anatomique le plus contaminé durant le processus d'abattage. Les valeurs moyennes de contamination que nous avons enregistré nous permettent de conclure que les carcasses échantillonnées présentent un degré de contamination relativement bas, ce qui laisse prédire que les conditions de travail à l'abattoir de Naama sont acceptables, avec du personnel qui respecte moyennement certaines règles d'hygiène, mais qui peuvent néanmoins être améliorées.

D'autres mesures facilement applicables peuvent aussi être prises pour améliorer la qualité sanitaire de la viande et par conséquent protéger la santé du consommateur. Ces mesures se traduisent essentiellement par:

- Une bonne formation en hygiène corporelle, vestimentaire et comportementale du personnel et son contrôle sanitaire annuel.
- Une bonne maîtrise de l'hygiène d'abattage telle que :
 - Séparation rigoureuse des secteurs propres et des secteurs souillés.
 - La marche en avant est impérative des carcasses sur la chaîne d'abattage, sans retour en arrière.
 - Eviter tout contact direct ou indirect des carcasses avec le cuir ou le sol.
 - Eviter l'éviscération trop tardive, après la mort de l'animal, car la paroi du tube digestif n'assure plus son rôle de barrière et devient perméable aux bactéries qu'il héberge et qui passent alors sur la carcasse.
 - Prendre les précautions nécessaires pour ne pas perforer les viscères.
- Le nettoyage et la désinfection des locaux et du matériel par des solutions antimicrobiennes à la fin de la journée reste une des mesures préventives les plus importantes.

En plus de ces recommandations, on suggère en termes de perspectives que:

- D'autres travaux complètent notre étude, pour évaluer la contamination de l'environnement de l'abattage, se résumant en l'abattoir, le personnel et les outils utilisés. Cela permettra de mieux cerner les problèmes à la base et d'améliorer de façon efficace la qualité de la viande.

Conclusion

- La réglementation algérienne doit être révisée parce qu'elle ne mentionne, ni la méthode de prélèvement, ni les zones à prélever, ni les critères microbiologiques relatifs au prélèvement en surface (méthode non destructive).
- La méthode HACCP doit être mise en place dans les abattoirs algériens afin d'assurer l'innocuité des viandes et prévenir par conséquent les toxi-infections alimentaires collective

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- 1- **Abattage.** (S. d.). Dans *Wikipédia*. Repéré le 12/02/2018 à : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Abattage>
- 2- **Abattage bovins.** (S. d.). Dans *l'encyclopédie universelle*. Repéré le 20/02/2018 à : <http://www.encyclopedie-universelle.net/abattoir-habillage.html#ancre747927>
- 3- **ACIA.** (2016). *Transformation de la viande, contrôles et procédures*. Repéré à : <http://www.inspection.gc.ca/aliments/produits-de-viande-et-de-volaille/manuel-des-methodes/chapitre-17/annexe-d/fra/1369768468665/1369768518427>
- 4- **AFSSA.** (2003). Risques sanitaires au regard de l'ESB liés aux rejets dans l'environnement des effluents et boues issus d'abattoirs et d'équarrissage. Repéré à : <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/054000086.pdf>
- 5- **AFSCA.** (2014). Circulaire relative aux critères microbiologiques applicables aux carcasses d'ongulés domestiques. Repéré à : http://www.agripres.be/_STUDIOEMMA_UPLOADS/downloads/2014-05-15_Circ_criteres-microbio-carcasses-ongules_FR_1_Copy.pdf
- 6- **AFSCA.** (2018). Circulaire relative aux critères microbiologiques applicables aux carcasses d'ongulés domestiques. Repéré à : http://www.afsca.be/productionanimale/produitsanimaux/circulaires/_documents/2018-06-27_circ-ob_clean_FR_criteresmicrobiologiquesongules_v2-4.pdf
- 7- **ANSES.** (2010). *Clostridium perfringens*. Repéré à : <https://www.anses.fr/fr/system/files/MIC2010sa0235Fi.pdf>
- 8- **ANSES.** (2011). *Staphylococcus aureus et entérotoxines staphylococciques*. Repéré à : <https://www.anses.fr/fr/system/files/MIC2011sa0117Fi.pdf>
- 9- **AIT ABDLOUAHAB, N.** (2007). *Microbiologie alimentaire*. Alger, Algérie : office des publications universitaires, 36-40.
- 10- **Ameli.** (2017). Toxoplasmose: définition, symptômes et complications possibles. Repéré à : <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/toxoplasmose/definitionsymptomescomplications-possibles>
- 11- **AMROUCHE,** (2016). L'altération des aliments. Repéré à : <http://genie-alimentaire.com/spip.php?article190>
- 12- **ANAGO, G. J.** (2009). Ecologie. Repéré à : <http://gracequalitek.blogspot.com>
- 13- **ARSENAULT, R.** (2012). *CHAPITRE 17- Procédures ante mortem et post mortem, dispositions, surveillance et contrôles – Animaux à viande rouge, autruches, nandous et émeus*. Canada : Agence canadienne d'inspection des aliments, 9-43. Repéré à :

- http://www.inspection.gc.ca/DAM/DAMfoodaliments/STAGING/texttexte/meat_man_directives2012-15_1333463334303_fra.pdf
- 14- AUKHOJEE, Y. (2017). La viande apporte plus de bienfaits que de méfaits. Repéré à : <https://www.sundaytimesmauritius.com/la-viande-apporte-plus-de-bienfaits-que-de-mefaits/>
- 15- BAILLY, J. D ; BRUGERE, H ; CHARDON, H. (2012). *Micro-organismes et parasites des viandes: les connaître pour les maîtriser, de l'éleveur au consommateur*. Paris, France : Centre d'information des viandes, 5-11. Repéré à : <http://www.civ-viande.org/2012/11/03/micro-organimes-et-parasites-des-viandes-les-connaître-pour-les-maitriser-de-leleveur-au-consommateur/>
- 16- BELCO LATIFOU, A ; DRAMANE, G ; DJEGBE ; ADEGBOLA, A ; OUASSOU IMOROU, S ; AHYI, V. (2017). Étude de la contamination de surface des carcasses de bovins dans la zone d'abattage de Kandi, nord du Bénin. *J. Appl. Biosci*, 114, 11388-11392. Repéré à : <https://www.ajol.info/index.php/jab/article/viewFile/161558/151115>
- 17- BABELHAJD, B et BENAÏSSA, A. (2015). Saisie de la viande et les abats de dromadaire dans les établissements d'abattage de la wilaya d'Ouargla. *Journal of Advanced research in science and technology*, 2(1), 147-152. Repéré à : http://www.jarst.info/index.php/JARST/article/viewFile/34/pdf_13
- 18- BENAÏSSA, A. (2011). *Etude de la qualité microbiologique des viandes cameline et ovine conservées selon différents modes*. (Thèse de magister, Université de KASDI Merbah Ouargla, Algérie), p. 05. Repéré à : https://bu.univ-ouargla.dz/Benaïssa_Atika.pdf?idthese=352
- 19- BENAÏSSA, A ; OULD EL HADJ KHELIL, A ; ADAMOU, A ; BABELHADJ, B ; HAMMOUDI, M ; RIAD, A. (2014). Qualité de la viande de dromadaire dans les abattoirs d'Ouargla en Algérie. II. Contamination bactérienne superficielle des carcasses. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 67(4), 229-233. Repéré à : https://www.researchgate.net/publication/316721195_Qualite_de_la_viande_de_dromadaire_dans_les_abattoirs_de_Ouargla_en_Algerie_II_Contamination_bacterienne_superficielle_des_carcasses
- 20- BENAÏSSA, A. (2016). *Evolution des qualités physicochimique, biochimique et microbiologique de la viande cameline au cours de son attendrissage et sa conservation selon différents modes*. (Thèse de doctorat, Université Kasdi Merbah

Références bibliographiques

- Ouargla, Algérie), 47-63. Repéré à : https://bu.univ-ouargla.dz/Theses%20DOCTORAT/BENAISSA_Atika_Doctorat.pdf
- 21- BENSID, A. (2018). *Hygiène et inspection des viandes rouges*. Djelfa, Algérie : Djelfa info, 81-83. Repéré à : https://books.google.dz/books?id=keNfDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- 22- BERGERON, A; NAUD, C. (2011). L'humidité relative et la température. Repéré à : <http://www.ccq.gouv.qc.ca/index.php?id=171>
- 23- Bigard. (S. d.). Bienfaits de la viande. Repéré à : <http://www.bigard.fr/fr/bienfaits-de-la-viande.html>
- 24- BLAIS, C. (s. d.). Structure et tendreté de la viande. Repéré à : <http://www.editions-homme.com/gibier/PDF/tendrete.pdf>
- 25- BONNY, S; LEGRAND, I; GARDNER, G; PETHICK, D; POLKINGHORNE, D; HOCQUETTE, J. F. (2017). Variabilité de la biologie musculaire et qualité sensorielle de la viande bovine. *Viandes et produits carnés*. 1-6. Repéré à : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01522979/document>
- 26- BONO, G.A ; SALIFOU, C.F.A ; AHOUNOU, S.G ; PARAISSO, F.H ; BACHABI, K ; DAHOUDA, M...YOUSSAO, I.A.K. (2017). Stress ante-mortem et qualité de la carcasse et celle de la viande des animaux de production. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 34(3), 5518-5534. Repéré à : http://m.elewa.org/Journals/wp-content/uploads/2017/12/3.Bonou_-1.pdf
- 27- BORNERT, G. (2000). Importance des bactéries psychotrophes en hygiène des denrées alimentaires. *Revue Méd. Vét*, 151 (11), 1003-1010. Repéré à : https://www.revmedvet.com/2000/RMV151_1003_1010.pdf
- 28- BOUCQUIAU, A. (2014). Viandes et santé, une question d'équilibre ? Repéré à : http://www.gembloux.ulg.ac.be/zt/Manifestation/PDF/Carrefour%202014/3_Boucquiau_Anne.pdf
- 29- BOUDRY, C; KORSACK, N; JACOB, B; ETIENNE, G; THÉWIS, A; DAUBE, G. (2002). Ecologie de Salmonella dans le tube digestif du porc à l'abattage et étude de la contamination des carcasses. *Ann. Méd. Vét*, 146, 353-360. Repéré à : <http://www.gembloux.ulg.ac.be/zt/EcologiedeSalmonella02.pdf>

- 30- BOURGUET, C. (2010).** *Stress pendant la période d'abattage chez les bovins : rôles de la réactivité émotionnelle et des facteurs environnementaux.* (Thèse de doctorat, Université de Blaise Pascal et Université d'Auvergne, France). Repéré à : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00718786/document>
- 31- BOURLIOUX, P. (2014).** Les toxico-infections alimentaires. Repéré à : <http://institutdanone.org/objectif-nutrition/toxico-infections-alimentaires/dossier-les-toxico-infection-alimentaires/>
- 32- BURTIN, H ; CHERUEL, A ; COLLU, E ; DUDOGNON, E ; MOUREAU, C ; SCHMITT, C...PLESSIS, M. (2014).** *Sécurité sanitaire des aliments.* France : ENSAIA, université de Lorraine, 6-7. Repéré à : http://ensaia.univ-lorraine.fr/telechargements/securite_sanitaire_des_aliments.pdf
- 33- CABRE, A; GONTHIER, A; DAVOUST, B. (2005).** Inspection sanitaire des animaux de boucherie : 1- petits ruminants. *Médecine tropicale*, 65, 27-31. Repéré à : https://www.researchgate.net/publication/265271418_INSPECTION_SANITAIRE_DES_ANIMAUX_DE_BOUCHERIE_1-PETITS_RUMINANTS
- 34- 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
- 35- CARTIER, P. (2011).** Avis de l'ANSES du 10/12/2010 relatif aux contaminations microbiologiques des viandes à l'abattoir, p. 38. Repéré à : <http://slideplayer.fr/slide/1181576/>
- 36- Cellule info viandes. (2016).** Les effets positifs de la viande. Repéré à : <http://www.celluleinfoviandes.be/enjeux/nutrition-et-sante/>
- 37- CIV. (2004).** Les qualités organoleptiques de la viande. Base scientifique pour une bonne utilisation culinaire. Repéré à : <https://issuu.com/nicolasjuen/docs/13011614140130b90097a6084ed382f1930c5bcd4040>
- 38- CIV. (2008).** Résidus et contaminants chimiques des viandes, les connaître et les maîtriser. Repéré à : <http://www.civ-viande.org/wp-content/uploads/2013/01/residus-et-contaminants-chimiques-des-viandes1.pdf>
- 39- CLINQUART, A ; LEROY, B; DOTREPPE, O ; HORNICK, J.L ; DUFRASNE, I ; ISTASSE, L. (2000, Mai).** *Les facteurs de production qui influencent la qualité de la viande des bovins Blanc Bleu belge.* L'élevage du Blanc

Références bibliographiques

- Bleu belge – Journée CESAM, Liège, Belgique, 2-10. Repéré à : <https://www.researchgate.net/publication/255666991> *Les facteurs de production qui influencent la qualité de la viande des bovins Blanc Bleu belge*
- 40- COIBION, L. (2008). *Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine : adaptation à la demande du consommateur*. (Thèse de médecine vétérinaire, Université Paul-Sabatier de Toulouse, France). Repéré à : http://oatao.univ-toulouse.fr/2075/1/debouch_2075.pdf
- 41- CORPET, D. (s. d.). Ecologie microbienne. *Envt. HIDAOA*, 1-18. Repéré à : <https://fr.scribd.com/document/64934897/Ecologie-Microbienne-Des-Aliments>
- 42- CUQ, J. L. (2007a). *Microbiologie alimentaire : contrôle microbiologique des aliments*. Montpellier, France : Polytech'Montpellier réseau Eiffel, 26-49.
- 43- CUQ, J. L. (2007b). *Microbiologie alimentaire : les relations microorganismes/aliments/consommateurs, les maladies microbiennes liées à la consommation d'aliments, les agents antimicrobiens*. Montpellier, France : Polytech'Montpellier réseau Eiffel, 4-26.
- 44- DAUB, J. (2003). L'abattage rituel. Repéré à : https://oaba.fr/pdf/Reflexion_sur_abattage_rituel.pdf
- 45- DELARRAS, C. (2014). *Pratique en microbiologie de laboratoire*. Paris, France : Lavoisier, 111-436.
- 46- DEPUYDT, T. (2014). Que se passe-t-il après l'abattage des bêtes? Le rassissement de la viande. Repéré à : <https://www.cotealos.com/blog/notre-metier-d-artisan-boucher-affineur/que-se-passe-t-il-apres-l-abattage-des-betes-le-rassissement-de-la-viande.html>
- 47- DESCHAMPS, J. B. (2012). *Identification de facteurs de risque de saisie en abattoir et des informations à transmettre de l'abattoir à l'élevage en vue d'améliorer la gestion de l'état sanitaire des élevages et de leurs production* (Thèse de médecine vétérinaire, université de Claude Bernard de Lyon 1, France), 27-31. Repéré à : http://www2.vetagro-sup.fr/bib/fondoc/th_sout/dl.php?file=2012lyon028.pdf
- 48- DGAL/SDSSA/2014-860. (2014). *Critères microbiologiques applicables aux autocontrôles sur les carcasses d'animaux de boucherie*. Paris, France : ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, 7-11. Repéré à : <https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/instruction-2014-860>
- 49- DIEYE, A. (2011). *Contribution à l'étude de l'hygiène de la préparation des bovins aux abattoirs de Dakar*. (Thèse médecine vétérinaire, université cheik Anta Diop de

Références bibliographiques

- Dakar, Sénégal), p.9. Repéré à : <http://www.beep.ird.fr/collect/eismv/index/assoc/TD11-13.dir/TD11-13.pdf>
- 50- DJENINI, R. (2016).** Etude de la contamination superficielle des carcasses ovines à l'aide d'examens bactériologiques au niveau de l'abattoir de Bordj Bou Arreridj. *Revue Agriculture*, 12, 47–56. Repéré à : https://www.researchgate.net/publication/312611086_Etude_de_la_contamination_sur_superficielle_des_carcasses_ovines_a_l'aide_d'examens_bacteriologiques_au_niveau_de_l'abattoir_de_Bordj_Bou_Arreridj
- 51- DUCHENE, C ; G. GANDEMER, G. (2016, Mai).** *Qualité nutritionnelles des viandes : synthèse de travaux récents sur le bœuf, le veau, l'agneau et la viande chevaline.* Journées nationales des groupements techniques vétérinaires. Nantes, France, 1-6. Repéré à : http://www.civ-viande.org/wp-content/uploads/2016/06/Qualités-nutritionnelles_-C.-DUCHENE.pdf
- 52- Education Rungis. (S. d.).** Connaissance, origine et saisonnalité des produits. Les viandes, gibiers, volailles et abats. Repéré à : <https://jaicost.fr/jaicost/assets/connaissance-origine-et-saisonnalite-des-produits-viandes-gibiers-volailles-abats.pdf>
- 53- EL HADEF EL OKKI, S ; EL GROUD, R ; KENANA, H ; BOUSEBOUA, H. (2004).** Appréciation de l'hygiène globale de l'abattoir de Constantine par l'évaluation de la contamination superficielle des carcasses bovines et ovines. *Sciences & Technologie*, 21, 91-94. Repéré à : <http://revue.umc.edu.dz/index.php/c/article/view/1359>
- 54- ELLIES, M. P. (2014).** *Les filières animales françaises : caractéristiques, enjeux, perspectives.* Bordeaux, France : Edition Lavoisier, p.106.
- 55- FAO/OMS. (2004).** Manipulations avant l'abattage, méthodes d'étourdissement et d'abattage. Repéré à : https://www.oaba.fr/pdf/Methodes_etourdissement.pdf
- 56- FAO. (2005).** Code d'usages en matière d'hygiène pour la viande. CAC/RCP 58-2005, p. 25-44. Repéré à : http://www.fao.org/input/download/standards/10196/CXP_058f.pdf
- 57- FAO. (2015).** *production et santé animale : Composition de la viande.* Repéré à : http://www.fao.org/ag/againfo/themes/fr/meat/backgr_composition.html
- 58- Food info. (2017).** Quelle est la différence entre une infection et une intoxication alimentaire. Repéré à : <http://www.food-info.net/fr/qa/qa-saf13.htm>

- 59- FOURNIER, V. (s. d.). La conservation des aliments. Repéré à : https://nanopdf.com/download/la-conservation-des-aliments-4_pdf
- 60- France agri Mer. (2010). Pesée/classement/marquage. Guide technique et réglementaire. Repéré à : http://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/3134/17043/file/Guide_du_classificateur_VD.pdf
- 61- France agri Mer. (2016). *Pesée/classement/marquage. Guide technique et réglementaire.* Repéré à : [http://www.franceagrimer.fr/Stockage-Actualites/Archives/2016/PCM-Pesee-Classement-Marquage-Mise-a-jour-du-guide-edition-octobre-2016/\(filier\)/2/\(nodeActu\)/228](http://www.franceagrimer.fr/Stockage-Actualites/Archives/2016/PCM-Pesee-Classement-Marquage-Mise-a-jour-du-guide-edition-octobre-2016/(filier)/2/(nodeActu)/228)
- 62- FREDOT, E. (2005). *Connaissance des aliments.* Paris, France : Editions médicales internationales, 84-88.
- 63- GAGAOUA, M ; MONTEILS, V ; COUVREUR, S. (2018). Mise en relation des pratiques d'élevage avec les propriétés des carcasses et de la viande. *Viandes et produits carnés*, 1-6. Repéré à : <https://www.viandesetproduitscarnes.com/index.php/fr/901-mise-en-relation-des-pratiques-d-elevage-avec-les-proprietes-des-carcasses-et-de-la-viande>
- 64- GHAFIR, Y ; DAUBE, G. (2007). Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. *Ann. Méd. Vét.*, 151, 79-100. Repéré à : http://www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2007_151_2_03.pdf
- 65- GPEM/DA. (2003). Spécification technique n° B1-13-03 du 9 Décembre 2003 applicable aux viandes de gros bovins en muscles ou pièces. Repéré à : https://www.economie.gouv.fr/files/directions_services/daj/marches_publics/oeap/gem/viande014/VIAND014.pdf
- 66- Guide-003. (2017). Chapitre supplémentaire pour le guide G-003 : Maturation longue à sec ou « dry-aging ». Repéré à : http://www.favvafsa.fgov.be/autocontrolefr/guides/distribution/g003/_documents/2017-10-12_G003aanvullhfdst_dryaged_FRdd06_09_2017_bis_erratum.pdf
- 67- GOUDIABY, M. L. (2005). *Contribution à l'étude de la contamination superficielle des carcasses ovines aux abattoirs.* (Mémoire d'études approfondies, université cheik Anta Diop de Dakar, Sénégal), 3-6. Repéré à : <http://www.beep.ird.fr/collect/eismv/index/assoc/MEM05-11.dir/MEM05-11.pdf>
- 68- GRUFFAT, D ; PICARD, B ; BAUCHART, D ; MICOL, D. (2015). La viande bovine : les principales qualités recherchées. *INRA Pro. Anim*, 28 (2), 99-104. Repéré

Références bibliographiques

- à:https://www6.inra.fr/productionsanimales/content/download/7052/94228/version/1/f/ile/Prod_Anim_2015_28_2_02.pdf
- 69- GUERIN, D. (2016). La sarcosporidiose bovine, peu connue mais très répandue. Repéré à : <http://sante-animale.reussir.fr/actualites/la-sarcosporidiose-bovine-peu-connue-mais-tres-repandue:XYU69BF6.html>
- 70- GUILLEMIN, N ; CASSAR-MALEK, I ; HOCQUETTE, J.F ; JURIE, C ; MICOL, D ; A. LISTRAT, A...PICARD, B. (2009). La maîtrise de la tendreté de la viande bovine: identification de marqueurs biologiques. *INRA Prod. Anim*, 22 (4), 331-344. Repéré à : https://www.researchgate.net/publication/285023829_La_maitrise_de_la_tendrete_de_la_v viande_bovine_Identification_de_marqueurs_biologiques
- 71- GUIRAUD, J. P. (2012). *Microbiologie alimentaire*. Paris, France : Dunod, 14-146.
- 72- HAMAD, B. (2009). *Contribution à l'étude de la contamination superficielle bactérienne et fongique des carcasses camelines au niveau de l'abattoir d'El-oued*. (Thèse de magister, Université Mantouri de Constantine, Algérie), p. 43. Repéré à : <https://bu.umc.edu.dz/theses/veterinaire/HAM5298.pdf>
- 73- HAMMOUDI, A ; BOUSMAHA, F ; BOUZID, R ; AGGAD, H ; SAEGERMAN, C. (2013). Evaluation de la contamination bactérienne superficielle des carcasses bovines dans un abattoir algérien. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 19(2), 2901-2907. Repéré à : <http://www.m.elewa.org/JAPS/2013/19.2/2.pdf>
- 74- HEUTSCH, J. M; EGAN, J. (2008). Fibres de la viande : présentation sur les processus physiques et chimiques dans la maturation et la cuisson. Repéré à : <http://slideplayer.fr/slide/1140705/>
- 75- HOUBAD, K. (2015). *Potentialité technologique des bactéries lactiques isolées du lait cru de chamelle*. (Thèse de magister, Université Ahmed Benbella Oran 1, Algerie), p.36. Repéré à : <http://theses.univ-oran1.dz/document/TH4512.pdf>
- 76- HORDE, P. (2018). Intoxication alimentaire. Repéré à : <https://sante-medecine.journaldesfemmes.fr/faq/8614-intoxication-alimentaire-symptomes-et-traitement>
- 77- HWANG, A ; HUANG, L. (2010). *Ready to eat foods : Microbial concerns and control measures*. United states : CRC Press, 29-31. Repéré à : https://books.google.dz/books?id=OQPLBQAAQBAJ&pg=PA31&lpg=PA31&dq=cl ostridium+perfringens+dans+carcasses&source=bl&ots=u_bBYjMeQK&sig=omtYI9jcvGX6cfuBEVtv7n7vWV0&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKEwjAq-

[7Pia7cAhXE_qQKHRdhAI44ChDoAQhJMAY#v=onepage&q=clostridium%20perfringens%20dans%20carcasses&f=false](https://www.researchgate.net/publication/307464297_QUALITE_BACTERIOLOGIQUE_DES_CARCASSES_DE_VIANDES_PORCINES_ET_BOVINES_PRODUITES_A_L'ABATTOIR_DE_OUAGADOUGOU_BURKINA_FASO)

- 78- ILBOUDO, A.J ; SAVADOGO, A ; SAMANDOULOUGOU, S ; ABRE, M ; SEYDI, Mg ; TRAORE, A. S. (2016).** Qualité bactériologique des carcasses de viandes porcines et bovines produites a l'abattoir d'Ouagadougou, Burkina faso. *Rev Microbiol Ind San et Environn*, 10 (1), 33-55. Repéré à : https://www.researchgate.net/publication/307464297_QUALITE_BACTERIOLOGIQUE_DES_CARCASSES_DE_VIANDES_PORCINES_ET_BOVINES_PRODUITES_A_L'ABATTOIR_DE_OUAGADOUGOU_BURKINA_FASO
- 79- ISO 17604. (2003).** Prélèvement d'échantillon sur carcasses en vue de leur analyse microbiologique. (Indice de classement : V08-202).
- 80- ISO 4833-1 (2013).** Méthode horizontale pour le dénombrement des microorganismes, technique de comptage des colonies à 30°C. (Indice de classement : V08-011-1).
- 81- ISO 4832. (2006).** Méthode horizontale pour le dénombrement des coliformes, méthode par comptage des colonies. (Indice de classement : V08-015).
- 82- ISO 6887-2. (2004).** Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique. (Indice de classement : V08-010-2).
- 83- ISO 6579. (2002).** Méthode horizontale pour la recherche des Salmonella spp. (Indice de classement : V08-013).
- 84- ISO 6888-1. (1999).** Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus* et autres espèces), partie1 : technique utilisant le milieu gélosé de Baird parker. (Indice de classement : V08-014-1).
- 85- KEBEDE, G. (1986).** *Contribution à l'étude de la contamination superficielle des carcasses des bovins aux abattoirs de Dakar* (Thèse de médecine vétérinaire, Université de Dakar, Sénégal), p. 07. Repéré à : <http://www.beep.ird.fr/collect/eismv/index/assoc/TD86-17.dir/TD86-17.pdf>
- 86- KORSAK, N. (2006).** *Processus d'abattage*. (Thèse de médecine vétérinaire, Université de Liège, Belgique), 05-40. Repéré à : https://oaba.fr/pdf/Processus_abattage.pdf
- 87- Labone, (2017).** Hektoen enteric agar. Repéré à : <http://www.labone.vn/hektoen-enteric-agar-419>

- 88- Labora. (s.d.).** Chapitre2: Les flores d'altération de la qualité marchande des aliments. Repéré à : <http://studylibfr.com/doc/1080368/les-flores-d-alt%C3%A9rations-de-la-qualit%C3%A9-marchande-et-sanit...>
- 89- LARIF, M; SOULAYMANI, A; HNACH, M; EL MIDAOU, A. (2013).** Contamination spatio-temporelle d'origine hydrique de l'oued Boufekrane dans la région de Meknès-Tafilalt (Maroc). *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 7(1), 172-184. Repéré à : <https://www.ajol.info/index.php/ijbcs/article/download/90444/79862>
- 90- Le figaro santé. (s. d.).** La viande: composition. Repéré à : <http://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-aliments/viande/composition>
- 91- LEONARD, V. (2014).** *Facteurs de risque de la sarcosporidiose bovine: étude de cas en Midi-Pyrénées.* (Thèse de médecine vétérinaire, Université Paul-Sabatier de Toulouse, France), 39-40. Repéré à : http://oatao.univ-toulouse.fr/13884/1/Leonard_13884.pdf
- 92- LIBRET, B ; PICARD, B. (2015).** Les principales composantes de la qualité des carcasses et des viandes dans les différentes espèces animales. *INRA productions Animales*, 28 (2), 93-98. Repéré à : <https://www6.inra.fr/productions-animales/layout/set/print/2015-Volume-28/Numero-2-pp.-89-216/Les-principales-composantes-de-la-qualite-des-carcasses>
- 93- LOUBAMBA, L. (2012).** *Contribution à l'étude du ressuage des carcasses bovines aux abattoirs de Dakar : aspects technologiques et hygiéniques* (Thèse de médecine vétérinaire, Université de Cheikh anta diop de Dakar, Sénégal), p. 13. Repéré à : <http://www.beep.ird.fr/collect/eismv/index/assoc/TD12-2.dir/TD12-2.pdf>
- 94- Magniez. (2014).** Méthode de dénombrement des micro-organismes en milieu liquide (Méthode dite du nombre le plus probable). Repéré à : <http://www.technobio.fr/2014/11/methode-de-denombrement-des-micro-organismes-en-milieu-liquide-methode-dite-du-nombre-le-plus-probable.html>
- 95- MEYER, C. (2018).** *Dictionnaire des Sciences Animales en ligne.* Montpellier, France : Cirad. Repéré à : <http://dico-sciences-animales.cirad.fr/liste-mots.php?fiche=28967&def=viande>
- 96- MOËVI, I. (2006).** *Le point sur la couleur de la viande bovine.* Paris, France : Interbev. Repéré à : https://www.agrireseau.net/bovinsboucherie/documents/couleur_viande_bovine1.pdf
- 97- MOLETTE, C ; REMINGNON, H ; BABILE, R. (2003, Mars).** *Effet de la vitesse de chute du pH sur la qualité de la viande de.* Cinquièmes Journées de la Recherche

Références bibliographiques

- Avicole, Cedex, France. Repéré à : http://www.journees-de-la-recherche-avicole.org/JRA/Contenu/Archives/5_JRA/qualite/56-molette.pdf
- 98- **MONIN, G. (1991)**. Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. *INRA. Pro. Anim.*, 4(02), 151-160. Repéré à : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00895934/document>
- 99- **MORENO, A. M ; FERREIRA, T.S .P ; ALMEIDA, R. A ; ZUCON, L. T. S ; PAIXÃO, R ; GOBBI, D. S ; GOMES, C. R ; FERREIRA, A. J. P. (2005)**. Isolation of *Clostridium perfringens* from swine carcasses and feces. *Safe pork*. 251-253. Repéré à : <https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.dz/&httpsredir=1&article=1590&context=safepork>
- 100- **NANA, G. S. (2000)**. *Les points à risque de la contamination microbiologique de la viande de poulet de chair dans la région de Dakar*. (Thèse de médecine vétérinaire, Université cheikh anta diop de Dakar, Sénégal), p. 32. Repéré à : <http://www.beep.ird.fr/collect/eismv/index/assoc/TD00-8.dir/TD00-8.pdf>
- 101- **NF 08-060. (2009)**. Dénombrement des coliformes thermotolérants par comptage des colonies obtenues à 44°C. (Indice de classement : V08-060).
- 102- **NF V 08-061. (2009)**. Dénombrement en anaérobiose des bactéries sulfite-réductrices par comptage des colonies à 46 °C, (Indice de classement : V08-061).
- 103- **Notre planète info. (2014)**. La réalité de l'abattage rituel Halal et Casher : souffrance animale, risque pour la santé et business. Repéré à : https://www.notre-planete.info/actualites/2508-abattage_Halal_Casher_souffrance_animale
- 104- **OMEDIT, B. J. (2015)**. Prise en charge des bactériémies. Repéré à : http://www.omedit-centre.fr/portail/gallery_files/site/136/2953/4197/4829/4830/4840.pdf
- 105- **OOREKA. (2018)**. Viande rouge. Repéré à : <https://alimentation.ooreka.fr/astuce/voir/620901/viande-rouge>
- 106- **OUESLATI, W ; ETTRIQUI, A ; ZRELLI, S. (2018)**. Hiérarchisation des origines du phénomène du verdissement précoce des viandes des ovins sacrifiés à l'occasion de l'Aïd El Idha en Tunisie. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 51(10), 2286-8314. Repéré à : <http://www.jnsciences.org/agri-biotech/76-volume-51/468-origins-hierarchy-of-early-greening-sheep-meat-sacrificed-on-the-occasion-of-eid-el-idha-in-tunisia.html>

- 107- 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. Repéré à : https://www.researchgate.net/publication/277195100_Appreciation_de_la_qualite_bacteriologique_de_la_viande_et_des_abats_de_taurillons_fraichement_abattu_dans_les_abattoirs_de_Rabat
- 108- PELTRE, P. L. (2015). Valorisation de la carcasse bovine, facteurs de réussite et points de vigilances. Repéré à : http://www.eplagro55.fr/fileadmin/user_upload/pdf/Innovations/Annexes_plaquettesCarcasse_carte_et_commerce.pdf
- 109- planetoscope. (S. d.). Consommation mondiale de viande. Repéré à : <https://www.planetoscope.com/elevage-viande/1235-consommation-mondiale-de-viande.html>
- 110- PODPECAN, B ; PENGOV, A ; VADNJAL, S. (2007). The source of contamination of ground meat for production of meat products with bacteria *Staphylococcus aureus*. *Slov vet Res*, 44 (1/2), 25-30. Repéré à : [http://www2.vf.uni-lj.si/ZB/SlovVetRes_44_\(1-2\)_pp25-30.pdf](http://www2.vf.uni-lj.si/ZB/SlovVetRes_44_(1-2)_pp25-30.pdf)
- 111- POURCHER, A.M. (1991). *Contribution a l'étude de l'origine (humaine ou animale) de la contamination fécale des eaux de surface*. (Thèse de doctorat, université de Lille Flandres Artois, France), p. 27. Repéré à : <https://ori-nuxeo.univ-lille1.fr/nuxeo/site/esupversions/dca6cfa8-fec2-4d7d-9a68-3179889cb358>
- 112- PRESCOTT, J. M ; WILLEY, J. M ; SHERWOOD, L. M, WOOLVERTON, C. (2013). *Microbiologie* (4^{ème} édition ; traduit par COYETTE, J et MERGEAY, M). Bruxelles : De Boeck, p. 1015.
- 113- PUJOL DUPUY, C. (2014). *Analyse et modélisation des données d'inspection en abattoir dans l'objectif de contribuer à la surveillance épidémiologique de la population bovine*. (Thèse de doctorat, Université Claude Bernard de Lyon, France). Repéré à : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01128155/document>
- 114- Radio algérienne. (2016). La filière des viandes rouges au centre d'une journée d'études technique à Djelfa. Repéré à : <http://radioalgerie.dz/news/fr/content/73803.html>
- 115- RAYNAUD, S; TRIBOT LASPIERE, P. (2004). LE POINT SUR Savoir gérer les anomalies de la viande au stade de la distribution. Paris, France :

- INTERBEV. Repéré à :
https://www.agrireseau.net/bovinsboucherie/documents/anomalies_2004.pdf
- 116- RENAND, G ; LARZUL, C ; LE BIHAN-DUVAL, E ; LE ROY, P. (2003). L'amélioration génétique de la qualité de la viande dans les différentes espèces : situation actuelle et perspectives à court et moyen terme. *INRA Prod. Anim*, 16 (3), 159-173. Repéré à :
https://www.researchgate.net/publication/287844226_Genetic_improvement_of_meat_quality_in_the_different_livestock_species_Present_situation_and_prospects
- 117- ROSSET, R. (1995). Denrées périssables, froid et qualité des aliments. *Bull. Acad. Vét*, 68, 23-34. Repéré à :
http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/63991/AVF_1995_3Sup_23.pdf?sequence=1
- 118- ROSSET, P ; BEAUFORT, A ; CORNU, M ; POUMEYROL, G. (2002). La chaîne du froid en agroalimentaire. *Cahier de Nutrition et de Diététique*, 37 (2), 124-130. Repéré à :
https://halanses.archivesouvertes.fr/file/index/docid/378384/filename/A_Chaine_du_froid_en_agroalimentaire_Decembre_2001.pdf
- 119- ROSSVOLL, E ; HAUGE, S. J ; SKJERVE, E ; JOHANNESSEN, G ; OKLAND, M ; ROTTERUD, O. J... ALVSEIKE, O. (2017). Experimental Evaluation of Performance of Sampling Techniques for Microbiological Quantification on Carcass Surfaces. *Food Protection Trends*, 37(6), 419–429. Repéré à : <http://www.foodprotection.org/files/food-protection-trends/nov-dec-17-rossvoll.pdf>
- 120- SADAKA, C. (2011). *Composition chimique et intérêt nutritionnel de la viande de bœuf à partir de l'analyse des données INRA 2007 pour le centre d'informations des viandes* (Mémoire d'ingénieur CNAM, Conservatoire nationale des arts et métiers de Paris, France), p.9. Repéré à : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01076976/document>
- 121- SALIFOU, C.F.A; YOUSAO, A.K.I; SALIFOU, S; KPODEKON, T. M; TOUGAN, P.U; AHOUNOU, G.S... CLINQUART, A. (2012). Evaluation du procédé d'abattage des bovins aux abattoirs de Cotonou-Porto-Novo au sud du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 6(6), 6049-6061. Repéré à :
<https://www.ajol.info/index.php/ijbcs/article/view/88460/78073>
- 122- SALIFOU, C.F.A; DAHOUDA, M; BOKO K.C; KASSA, S.K; HOUAGA, I; FAROUGOU, S...YOUSAO, A.K.I. (2013a). Evaluation de la qualité

- technologique et organoleptique de la viande de bovins de races Borgo, Lagunaire et Zébu Peulh, élevés sur des pâturages naturels. *J. Appl. Biosci*, 63, 4736–4753. Repéré à : <http://www.m.elewa.org/JABS/2013/63/6.pdf>
- 123- SALIFOU, C.F.A; YOUSAO, A.K.I ; AHOUNOU, G.S.1 ; TOUGAN, P.U ; FAROUGOU, S ...CLINQUART, A. (2013b). Critères d'appréciation et facteurs de variation des caractéristiques de la carcasse et de qualité de la viande bovine. *Ann Méd Vet*, 157, 27-42. Repéré à : http://www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2013_157_1_03.pdf
- 124- SALIFOU, C.F.A ; BOKO, K.C; ATTAKPA, Y.E ; AGOSSA, R ; OGBANKOTAN, I ; FAROUGOU, S...YOUSAO, A.K.I. (2013c). Evaluation de la qualité bactériologique de viande fraîche de bovins abattus aux abattoirs de Cotonou Porto-Novo au cours de la chaîne de distribution. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 17 (2), 2567-2579. Repéré à : <http://www.m.elewa.org/JAPS/2013/17.2/5.pdf>
- 125- SALIFOU, C.F.A ; BOKO, K.C; TOUGAN, P.U; AHOUNOU, G.S ; TOUGAN, P.U; AHOUNOU, G.S... YOUSAO, A.K.I. (2013d). Diversité de la microflore initiale de la viande et sécurité sanitaire des consommateurs. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 7(3), 1351-1369. Repéré à : <https://www.ajol.info/index.php/ijbcs/article/view/95850/85189>
- 126- SCHWEIHOFER, J. (2014). *La couleur de la viande dépend de la myoglobine* (traduit par NOEL, M). Michigan, USA : extension de l'université d'état du Michigan. Repéré à : <http://boeufquebecspeq.com/la-couleur-de-la-viande-depend-de-la-myoglobine-partie-1/>
- 127- SHIFERAW, A; EJETA, G; ASFAW, Y. (2009). Bacterial causes of septicaemia and antibiogram profile in cattle from Debre Zeit, Ethiopia A. *Revue Méd. Vét*, 160 (4) 204-208. Repéré à : https://www.revmedvet.com/2009/RMV160_204_208.pdf
- 128- SCHLUNDT, J ; TOYOFUKU, H. (2008). Manuel contrôle des maladies transmissibles : intoxications alimentaires. Repéré à : <http://www.globe-network.org/sites/default/files/foodborne-diseases.pdf>
- 129- SMAC. (S. d.). Les étapes d'abattage. Repéré à : https://www.smac-corse.fr/Les-etapes-d-abattage_a100.html#
- 130- SOUSA, A. (2017). Intoxications alimentaires : causes et symptômes. Repéré à :

- http://www.doctissimo.fr/html/nutrition/mag_2004/mag0514/nu_7745_intoxications_alimentaires_aliments.htm
- 131- **ST-GEORGES, S ; COUTURE, M ; DION, S ; LOUBIER, T. (2016).** *Manuel des méthodes d'inspection des abattoirs.* Québec, Canada : Ensemble on fait avancer le Québec, 21-41. Repéré à : https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/Manueldesmethodes_inspectionabattoirs.pdf
- 132- **Suisse viande. (2011).** Viande Information. Repéré à : <https://www.viandesuisse.ch/connaissance-de-la-viande/boeuf.html>
- 133- **TERLOUW E.M.C; I. CASSAR-MALEK, I; PICARD, B; BOURGUET, C; DEISS, V; ARNOULD, C...LEBRET, B. (2015).** Stress en élevage et à l'abattage : impacts sur les qualités des viandes. *INRA Prod. Anim*, 28 (2), 169-182. Repéré à : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01211033/document>
- 134- **TREMBLAY, C. L. (2012).** *Etude de la résistance aux antibiotiques des entérocoques d'origine animale du Québec.* (Thèse de philosophie doctor, Université de Montréal, Canada). P .3 Repéré à : https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/9152/Tremblay_Cindy-Love_2012_these.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- 135- **VALIN, C. (1988).** Différenciation du tissu musculaire. Conséquences technologiques pour la filière viande. *Reprod. Nutr. Dévelop*, 28 (3B), 845-856. Repéré à : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00898884/document>
- 136- **VALLOTTON, F.M. (2004).** *Evaluation de l'hygiène sur une chaîne d'abattage bovin à l'aide d'examen bactériologique de surface.* (Thèse de médecine vétérinaire, Université Paul-Sabatier de Toulouse, France), p. 19. Repéré à : http://oatao.univ-toulouse.fr/1296/1/celdran_1296.pdf
- 137- **Vigilance hallal. (2014).** Les risques sanitaires. Repéré à : <https://vigilancehallal.com/risques-sanitaires/>
- 138- **WABI, K.J. (2007).** *Etude de la qualité commerciale et microbiologique des carcasses congelées de lapin de chair au Bénin.* (Thèse médecine vétérinaire, cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal), p.38. Repéré à : <http://www.beep.ird.fr/collect/eismv/index/assoc/TD07-10.dir/TD07-10.pdf>
- 139- **WADE, I. (1992).** *Contribution à l'Etude de la Qualité bactériologique de la Viande bovine locale au niveau des points de vente de détail et de Consommation de Dakar.* (Thèse de médecine vétérinaire, université cheik Anta Diop de Dakar,

Références bibliographiques

Sénégal), p. 7. Repéré à : <http://www.beep.ird.fr/collect/eismv/index/assoc/TD92-17.dir/TD92-17.pdf>

- 140- WAXIN, F. (s. d.). viandes : morceaux choisis. Repéré à : <https://www.dietetique-nutrition-sante.fr/programme-nutritionnel/tous-%C3%A0-table/les-viandes/>
- 141- ZULIANI, V ; GARRY, P. (2004). Les germes pathogènes dans l'industrie agroalimentaire. *Salles propres*, 31, 12-16. Repéré à : <https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/2004zulianibul5.pdf>

Annexes

ANNEXE 01

Composition de milieux de culture et diluant (g/l):

1-Gélose Plate Count Agar (PCA) :

-Peptone de caséine	5,00
-Extrait de levure	2,50
- Glucose	1,00
-Agar.....	15,00

2-Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL):

-Peptone.....	07,00
-Chlorure de sodium.....	05,00
-Extrait de levure	03,00
-Rouge neuter	00,03
-Sels biliaires N° 3.....	01,50
-Cristal violet.....	0,002
-Lactose	10,00
-Agar.....	15,00

3-Gélose Baird Parker (BP):

-Peptone de caséine	10,0
-Extrait de viande	5,00
-Extrait de levure	1,00
-Glycine	12,0
-Sodium pyruvate	10,0
-Lithium chlorure	5,00
-Agar.....	20,0

Préparation du milieu complet en boîtes de Petri :

- Faire fondre le milieu de base (s'il est préparé à l'avance).
- Refroidir et maintenir entre 44 et 47 °C.
- Ajouter stérilement 5 ml d'émulsion stérile de jaune d'œuf au tellurite de potassium (50 ml Solution de jaune d'œuf +10 ml de tellurite de potassium à 10 g/l)
- Agiter parfaitement, de façon à bien homogénéiser l'ensemble.

4-Bouillon cœur-cervelle:

-Extrait de cœur	05,00
-Extrait de cervelle	12,50
- Peptone.....	10,00

Annexes

- Dextrose	02,00
- Chlorure de sodium.....	05,00
- Phosphate disodique.....	02,50

5-Eau peptonée tamponnée:

-Peptone de caséine	10,00
-Chlorure de sodium.....	05,00
-Phosphate de sodium, dibasique hydrogène..	9,00
-Phosphate monopotassique	01,50

6-Bouillon Rappaport-Vassiliadis Soja:

-Peptone de soja	04,54
-Chlorure de magnésium anhydre	13,58
-Chlorure de sodium.....	08,00
-Phosphate monopotassique	00,60
-Phosphate dipotassique	00,40
-Oxalate de vert de malachite.....	0,036

7-Gélose Hektoen:

-Peptone de viande	12,00
-Lactose	12,00
-Saccharose.....	12,00
-Sels biliaires	09,00
-Chlorure de sodium.....	05,00
-Thiosulfate de sodium.....	05,00
-Extrait de levure	03,00
-Salicine.....	02,00
-Citrate de fer ammoniacal.....	01,50
-Fuchsine acide.....	00,10
-Bleu de bromothymol	10,064
-Agar agar.....	14,00

8-Bouillon de Rothe (Milieu simple concentration):

-Peptonemixte.....	15,00
-Chlorure de sodium.....	07,50
-Glucose	07,50
-Extrait de bœuf.....	04,50
-Azide de sodium	00,20

Annexes

9-Bouillon de Litesky:

-Peptone mixte.....	20,00
-Chlorure de sodium.....	05,00
-Dextrose	05,00
-Phosphate monopotassique	02,70
-Phosphate dipotassique	02,70
-Azide de sodium	00,40
-Ethyl violet.....	0,0008

10-Gélose Tryptone-Sulfite-Cyclosérine (TSC):

-Caséine de peptone	15,00
-Peptone de soja	05,00
-Extrait de levure	05,00
-Disulfite de sodium anhydride	01,00
-Citrate de fer ammoniacal	01,00
-Agar agar.....	15,00

11-Bouillon Tryptone-sel (TSE):

-Tryptone (peptone de caséine).....	01,00
-Chlorure de sodium.....	08,50

ANNEXE 02

Table de Mac GRADY:

Nombre de résultats positifs			NPP	Catégorie lorsque le nombre d'essais de mesures est de 1 pour le lot considéré	Limites de confiance			
					>95%	>95%	>99%	>99%
0	0	0	<0,30		0,00	0,94	0,00	1,40
0	0	0	0,30	3	0,01	0,95	0,00	1,40
0	1	0	0,30	2	0,01	1,00	0,00	1,60
0	1	1	0,61	0	0,12	1,70	0,05	2,50
0	2	0	0,62	3	0,12	1,70	0,05	2,50
0	3	0	0,94	0	0,35	3,50	0,18	4,60
1	0	0	0,36	1	0,02	1,70	0,01	2,50
1	0	1	0,72	2	0,12	1,70	0,05	2,50
1	0	2	1,1	0	0,4	3,5	0,2	4,6
1	1	0	0,74	1	0,13	2,00	0,06	2,70
1	1	1	1,1	3	0,4	3,5	0,2	4,6
1	2	0	1,1	2	0,4	3,6	0,2	4,6
1	2	1	1,5	3	0,5	3,8	0,2	5,2
1	3	0	1,6	3	0,5	3,8	0,2	5,2
2	0	0	0,92	1	0,15	3,50	0,07	4,60
2	0	1	1,4	2	0,4	3,5	0,2	4,6
2	0	2	2	0	0,5	3,8	0,2	5,2
2	1	0	1,5	1	0,4	3,8	0,2	5,2
2	1	1	2,0	2	0,5	3,8	0,2	5,2
2	1	2	2,7	0	0,9	9,4	0,5	14,2
2	2	0	2,1	1	0,5	4,0	0,2	5,6
2	2	1	2,8	3	0,9	9,4	0,5	14,2
2	2	2	3,5	0	0,9	9,4	0,5	14,2
2	3	0	2,9	3	0,9	9,4	0,5	14,2
2	3	1	3,6	0	0,9	9,4	0,5	14,2
3	0	0	2,3	1	0,5	9,4	0,3	14,2
3	0	1	3,8	1	0,9	10,4	0,5	15,7
3	0	2	6,4	3	1,6	18,1	1,0	25,0
3	1	0	4,3	1	0,9	18,1	0,5	25,0
3	1	1	7,5	1	1,7	19,9	1,1	27,0
3	1	2	12	3	3	36	2	44
3	1	3	16	0	3	38	2	52
3	2	0	9,3	1	1,8	36,0	1,2	43,0
3	2	1	15	1	3	38	2	52
3	2	2	21	2	3	40	2	56
3	2	3	29	3	9	99	5	152
3	3	0	24	1	44	99	3	152
3	3	1	46	1	9	198	5	283
3	3	2	110	1	20	400	10	570
3	3	3	>110					

ANNEXE 03

D-cyclosérine 200 mg:

-Reprendre le lyophilisat en y ajoutant aseptiquement 5 ml d'eau distillée stérile.

-Agiter le flacon plusieurs fois de façon à assurer une complète dissolution, tout en évitant la formation de mousse.

ANNEXE 04

Tableau 06: Résultats des analyses microbiologiques des échantillons des carcasses de bovins.

Flores	Zones de prélèvement				Moyenne (log UFC/cm ²)	
	Collier (log UFC/cm ²)	Epaule (log UFC/cm ²)	Flanc (log UFC/cm ²)	Rumsteck (log UFC/cm ²)		
Carcasse 01	FMAT	2	0,92	0,59	0,61	1,03
	CT	0,4	0,57	0,55	-	0,38
	CF	-0,08	0,35	-0,52	-	-0,06
	STREP F	-	-	-	-	-
	STAPHY	1,94	1,43	0,86	-	1,05
	SALMO	Absentes	Absentes	Absentes	Absentes	-
	CLOSTR	-	-	-	-	-
Carcasse 02	FMAT	2,13	2,93	0,8	0,7	1,64
	CT	0,75	1,12	0,58	0,53	0,74
	CF	0,38	0,42	-1,12	-1,12	-0,36
	STREP F	-	-	-1,74	-	-0,43
	STAPHY	1,9	1,44	1,03	0,48	1,21
	SALMO	Absentes	Absentes	Absentes	Absentes	-
	CLOSTR	-	-	-	-	-
Carcasse 03	FMAT	0,75	0,77	3,07	0,68	1,32
	CT	-0,08	-	-0,45	-	-0,13
	CF	-	-	-1,12	-	-0,28
	STREP F	-	-	-2,04	-	-0,51
	STAPHY	0,3	0,56	1,84	0,84	0,88
	SALMO	Absentes	Absentes	Absentes	Absentes	-
	CLOSTR	-	-	-	-	-
Carcasse 04	FMAT	3,02	0,86	3,13	2,94	2,49
	CT	0,36	0,32	1,13	3,12	1,23
	CF	0,23	0,15	0,72	2,12	0,80
	STREP F	-1,52	-1,69	-2,04	-2,04	-1,82
	STAPHY	0,86	0,92	1,98	1,7	1,36
	SALMO	Absentes	Absentes	Absentes	Absentes	-
	CLOSTR	-1,3	0	-1,5	0	-0,7
Carcasse 05	FMAT	3,05	0,63	3,02	0,65	1,84
	CT	-0,06	0,12	0,42	0,4	0,22
	CF	-0,45	-0,22	-0,43	0,69	-0,10
	STREP F	-2,04	-2,04	-	-	-1,02
	STAPHY	0,98	0,4	0,1	-0,12	0,34
	SALMO	Absentes	Absentes	Absentes	Absentes	-
	CLOSTR	-	-	-	-	-
Carcasse 06	FMAT	3,09	3,13	3,09	3,06	3,09
	CT	0,86	1,2	1,04	0,32	0,85
	CF	-0,02	1,046	-0,06	-1,12	-0,03
	STREP F	-1	-	-	-2	-0,75
	STAPHY	1,54	1,3	0,39	0,51	0,93
	SALMO	Absentes	Absentes	Absentes	Absentes	-
	CLOSTR	-1,6	-	-	-	-0,4
C	FMAT	0,91	0,7	3,02	0,49	1,28

Annexes

	CT	-0,07	-	0,23	-	0,04
	CF	-	-	-	-	-
	STREP F	-	-	-	-	-
	STAPHY	1,58	1,43	0,93	0,53	1,12
	SALMO	Absentes	Absentes	Absentes	Absentes	-
	CLOSTR	-	-	-	-	-
Carcasse 08	FMAT	2,96	0,74	3,01	0,77	1,87
	CT	0,43	0,2	0,43	0,06	0,28
	CF	0,08	-0,11	0,04	-0,43	-0,10
	STREP F	-1,3	-2	-	-	-0,82
	STAPHY	1,17	0,83	0,43	-	0,61
	SALMO	Absentes	Absentes	Absentes	Absentes	-
Carcasse 09	FMAT	3,12	0,93	3,18	0,83	2,01
	CT	0,97	0,44	0,98	1,13	0,88
	CF	0,28	0,26	0,94	0,68	0,54
	STREP F	-0,74	-1,69	-1,96	-	-1,1
	STAPHY	1,01	0,54	2,14	1,81	1,37
	SALMO	Absentes	Absentes	Absentes	Absentes	-
Carcasse 10	FMAT	3	3,13	3,1	3	3,06
	CT	0,67	1,12	1,13	0,5	0,85
	CF	0,35	0,52	0,3	0,06	0,31
	STREP F	0,06	-2	-1,3	-	-0,81
	STAPHY	1,62	1,43	1,03	1,6	1,42
	SALMO	Absentes	Absentes	Absentes	Absentes	-
	CLOSTR	-	-	-	-	-

(**FMAT** : flore mésophile aérobie totale, **CT** : coliformes totaux, **CF** : Coliformes fécaux (thermotolérants), **STREP F** : Streptocoques fécaux, **STAPHY** : *Staphylococcus aureus*, **SALMO** : *Salmonella*, **CLOSTR** : *Clostridium perfringens*).

ANNEXE 05

Tableau 07: Origine de la contamination fécale selon le rapport coliformes fécaux/streptocoques fécaux.

Zones de prélèvement	Taux de contamination (log UFC/cm ²)	CF	SF	Rapport CF/SF
	Collier	0,08	-0,65	-0,12
	Epaule	0,24	-0,94	-0,25
	Flanc	-0,12	-0,88	0,14
	Rumsteck	0,09	-0,4	-0,22

CF: coliformes fécaux, **SF:** streptocoques fécaux.

Résumé

Résumé:

La présente étude vise à apporter une évaluation de la qualité hygiénique des carcasses bovines (10) au niveau de l'abattoir de Naama. Des prélèvements ont été effectués, à la fin de la fente de la carcasse en demi et avant l'inspection *post mortem*, par la méthode du double écouvillonnage. Quatre (04) zones anatomiques ont été testées: collier, épaule, flanc et rumsteck. Les taux de contamination varient en fonction du germe dénombré et des zones de prélèvement. La flore prédominante est la flore aérobie mésophile totale (1,96 log UFC/cm²), suivie par *Staphylococcus aureus* (0,96 log UFC/cm²), les coliformes totaux (0,53 log UFC/cm²), les coliformes thermotolérants (0,09 log UFC/cm²), les streptocoques fécaux (-0,62 log UFC/cm²) et *Clostridium perfringens* (-0,11 log UFC/cm²). Cependant, aucune *Salmonelle* n'a été détectée dans nos échantillons de bovins. Le taux de contamination globale des échantillons étudiés est donc acceptable.

Mots-clés: abattoir, bovins, carcasses, hygiène, contamination, qualité hygiénique.

Summary:

The present study aims to provide an assessment of the hygienic quality of bovine carcasses (10) at the slaughterhouse in Naama. Samples were taken at the end of the half-carcass slit and before the post mortem inspection, using the double-swab method. Four (04) anatomical areas were tested: collar, shoulder, flank and rump. Contamination rates vary depending on the germ counted and the sampling areas. The predominant flora is aerobic total mesophilic flora (1,96 log CFU/cm²), followed by *Staphylococcus aureus* (0,96 log CFU/cm²), total coliforms (0,53 log CFU/cm²), thermotolerant coliforms (0,09 log CFU/cm²), faecal streptococci (-0,62 log CFU/cm²) and *Clostridium perfringens* (-0,11 log CFU/cm²). However, no *Salmonella* was detected in our cattle samples. The overall contamination rate of the samples studied is therefore acceptable.

Keywords: slaughterhouse, cattle, carcasses, hygiene, contamination, hygienic quality.

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الجودة الصحية لذبائح الأبقار (10) المحضرة في مذبح النعام. حيث تم اقتطاع العينات بعد نهاية شق الذبيحة إلى نصفين وقبل المراقبة البيطرية، وذلك باستخدام طريقة المسح المزدوجة. تم اختبار أربعة (04) مناطق تشريحية: الرقبة والكتف والخاصرة والردف. تختلف معدلات التلوث باختلاف نوع الجرثومة و مناطق الاقتطاع. المجموعة السائدة هي الميزوفيل الهوائية (1.96 لغ وت م/سم²)، تليها العنقوديات الذهبية (0.96 لغ وت م/سم²) ، بكتيريا القولون (0.53 لغ وت م/سم²)، بكتيريا القولون البرازية (0.09 لغ وت م/سم²)، العقديات البرازية (-0.62 لغ وت م/سم²)، و كلوستريديوم بيرفرينجنس (-0.11 لغ وت م/سم²). بينما لم يتم الكشف عن أية سالمونيلا في العينات المدروسة. وبالتالي، فإن معدل التلوث الإجمالي للعينات مقبول.

الكلمات المفتاحية: المذبح ، الأبقار ، الذبائح ، النظافة ، التلوث، الجودة الصحية.