

N° d'ordre :050/PFE/202

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du **diplôme de Docteur Vétérinaire**

THÈME

Diversité de la microflore de surface contaminant les carcasses de la filière viande rouge d'un abattoir situé à Alger

Présenté par :

Melle: BEN SEGHIR Aya Lina Sara

Melle: DOUKANI Nesrine

Soutenu publiquement, le : 08 juillet 2024 devant le jury :

M. GOUCEM Rachid	Maître Assistant A	(ENSV)	Président
Mme BOUHAMED Radia	Maître de Conférences A	(ENSV)	Promotrice
Mme BOUAYAD Leila	Professeur	(ENSV)	Examinatrice

Déclaration sur l'honneur

Je soussigné(e) BENSEGHIR Aya Lina Sarah, déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteurs ainsi qu'une fraude caractérisée.

En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature

A handwritten signature in black ink, consisting of a long horizontal stroke followed by a stylized, looped flourish.

Déclaration sur l'honneur

Je soussigné(e) DOUKANI Nesrine, déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteurs ainsi qu'une fraude caractérisée.

En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'D' followed by a series of loops and a long horizontal stroke extending to the right.

REMERCIEMENTS

Nous remercions en premier lieu **ALLAH** tout puissant pour nous avoir accordé la puissance et la volonté de terminer ce travail, qui nous a guidées dans la bonne voie de la science et de la connaissance.

Nous souhaitons exprimer notre plus sincère gratitude à notre chère promotrice promotrices **Mme BOUHAMED Radia** (Maître de Conférences A) pour l'exceptionnel encadrement qu'elle nous a offert tout au long de notre Projet de Fin d'Études. Votre expertise, vos conseils éclairés, votre bienveillance, votre disponibilité et votre soutien ont été des atouts inestimables pour la réussite de ce projet. Grâce à vous, nous avons pu approfondir nos connaissances et développer des compétences précieuses qui nous seront utiles tout au long de notre carrière Inshallah.

Nos vifs remerciements vont également à **Mr GOUCEM R** (Maître Assistant A) qui nous a fait l'honneur d'accepter de présider le jury de notre mémoire, ainsi qu'à **Mme BOUAYAD L** (Professeure) pour avoir accepté d'examiner ce travail et pour avoir consacré du temps et de l'attention pour notre travail.

DEDICACES

*Je dédie ce travail à vous, mes parents adorés **Abdel Rahman** et **Rabiaa**, pour votre soutien indéfectible, votre amour inconditionnel et vos encouragements constants. Votre confiance en moi m'a donné la force et la motivation nécessaire pour atteindre mes objectifs, je vous aime énormément.*

*A mon frère **Hichem** et mes sœurs **Rania** et **Djidji** qui m'apportent tant de joie et de bonheur au quotidien.*

*A mes chères cousines **Ahlem**, **Sara**, **Douaa**, **Ismahane** et **Meriem**.*

*A mes amis **Vilos**, **Rania**, **Doudja**, **Lydia**, **Abir**, **Imen**, **Maroua** je vous remercie pour tous nos moments de joie qu'on a partagés ensemble, je vous souhaite tout le succès pour l'avenir. Je vous aime.*

*A mon binôme et ma copine que j'aime, **Sara**, merci d'être toujours à mes côtés dans les bons et les mauvais moments pendant ces 5 ans. Je te souhaite que de la joie et de la réussite.*

Je tiens à dédier ma réussite à toutes celles et ceux qui m'ont soutenue, encouragée et souhaitée le meilleur pour moi.

Nesrine

Résumé

La présente étude vise à apporter une évaluation de la qualité hygiénique des carcasses bovines à l'abattoir d'El-Harrach. Pour ce faire, 10 demi-carcasses ont été prélevées dans deux (02) zones anatomiques qui sont le collier et le flanc, et ce après la fente de la carcasse en 2 demi-carcasses et avant l'inspection post-mortem, par la méthode du double écouvillonnage. Les taux de contamination varient en fonction du microorganisme dénombré et des zones de prélèvement. Les résultats des flores dénombrées révèlent que la flore prédominante est la flore aérobique mésophile totale ($1,86E+03$ UFC/cm²), suivie par les staphylocoques ($6,51E+02$ UFC/cm²), les entérobactéries ($6,69E+01$ UFC/cm²), les *Pseudomonas* sp. ($6,00E+01$ UFC/cm²) et les coliformes thermotolérants ($1,89E+01$ UFC/cm²). Les résultats des flores recherchées indiquent que 50,0% (09/18) des échantillons analysés sont contaminés par *Escherichia coli* alors qu'aucune *Salmonella* spp. n'est détectée (0%). L'étude des critères d'hygiène des procédés indique que la qualité bactériologique est acceptable pour la FAMT et les entérobactéries. Ainsi, l'instauration de mesures correctives adéquates est plus que nécessaire.

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

Abstract

This study aims to evaluate the hygienic quality of bovine carcasses at the El-Harrach slaughterhouse. To do this, 10 half-carcasses were sampled from two anatomical areas: the neck and the flank. Sampling was performed after the carcasses were split into two halves and before post-mortem inspection, using the double swabbing method. Contamination levels varied depending on the microorganism counted and the sampling areas. The results of the enumerated flora reveal that the predominant flora is total aerobic mesophilic flora ($1.86E+03$ CFU/cm²), followed by staphylococci ($6.51E+02$ CFU/cm²), enterobacteria ($6.69E+01$ CFU/cm²), *Pseudomonas* sp. ($6.00E+01$ CFU/cm²), and thermotolerant coliforms ($1.89E+01$ CFU/cm²). The results of the searched flora indicate that 50.0% (09/18) of the analyzed samples are contaminated by *Escherichia coli*, whereas no *Salmonella* spp. was detected (0%). The study of hygiene process criteria indicates that the bacteriological quality is acceptable for TAMF and enterobacteria. Thus, the implementation of adequate corrective measures is more than necessary.

Keywords: El-Harrach slaughterhouse, bovine carcass, process hygiene criteria

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقديم تقييم للجودة الصحية لذبائح الأبقار في مسلخ الحراش. وللقيام بذلك، تم أخذ 10 أنصاف ذبائح من منطقتين (02) تشريحيتين هما الياقة والخاصرة، بعد تقسيم الذبيحة إلى نصفين ذبيحة وقبل فحصها بعد الوفاة بطريقة المسحة المزدوجة. وتختلف معدلات التلوث تبعاً للكانتات الحية الدقيقة التي تم عدها ومناطق أخذ العينات. تكشف نتائج إحصاء النباتات أن النباتات السائدة هي إجمالي النباتات الهوائية المتوسطة ($1.86E+03$ CFU/cm²)، تليها المكورات العنقودية ($6.51E+02$ CFU/cm²)، والبكتيريا المعوية ($6.69E+01$ CFU/cm²)، والمتوسطة س. ($6.00E+01$ CFU/cm²) والبكتيريا القولونية المقاومة للحرارة ($1.89E+01$ CFU/cm²). تشير نتائج النباتات المطلوبة إلى أن 50.0% (09/18) من العينات التي تم تحليلها ملوثة ببكتيريا الإشريكية القولونية بينما لا يوجد بها السالمونيلا. لم يتم الكشف عنها (0%). تشير دراسة معايير النظافة العملية إلى أن الجودة البكتريولوجية مقبولة بالنسبة لـ FAMT والبكتيريا المعوية. ولذلك، فإن إنشاء تدابير تصحيحية مناسبة هو أكثر من ضروري.

الكلمات المفتاحية: مسلخ الحراش، ذبيحة الأبقار، معايير النظافة العملية

LISTE DES ABRÉVIATIONS

Aw : activity of water

CTT : Coliformes thermotolérants

HIDAOA : hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale

EHEC : Enterohaemorrhagic *Escherichia coli*

ETB : Entérobactérie

FAMT : Flore Aérobie Mésophile Totale

ISO : organisation internationale de normalisation

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

OMSA : organisation mondiale de la santé animale

PCA: Plate Count Agar

pH : potentiel hydrogène

PHB : Poly beta-HydroxyButyrate

Ps : *Pseudomonas*

St : *Staphylococcus*

STEC : Shiga toxine *Escherichia coli*

TSE : Tryptone Sel Eau

TSI: Triple Sugar Iron

UFC : Unité Formant Colonie

VRBG : Violet Red Bile Glucose

XLD: Xylose Lysine désoxycolate

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01. Valeurs nutritionnelle et calorique de la viande bovine (USDA, 2019).....	3
Tableau 02. Caractères biochimiques des bactéries	15
Tableau 03. Matériel de laboratoire utilisé	23
Tableau04. Données sur les carcasses prélevées.....	24
Tableau. 5. Critères microbiologiques indicateurs d'hygiène.....	28
Tableau. 6 Charges microbienne de l'ensemble des échantillons analysés.	29
Tableau. 7 Charges microbiennes des sites prélevés.....	30

LISTES DES FIGURES

Figure 1 Charges microbiennes de l'ensemble des échantillons analysés.....	29
Figure 2 Charges microbiennes générales par site de prélèvement (collier / flanc)	30
Figure 3: Charges microbiennes par groupe de microorganismes et par site de prélèvement (collier / flanc).....	31
Figure 4 Résultats des critères indicateurs d'hygiène des procédés.....	34

TABLE DES MATIERES

Introduction	12
Partie bibliographique.....	1
Chapitre I : Généralités sur la viande bovine	2
I. Viande	2
II. Principaux composants de la viande bovine	2
III. Valeur nutritionnelle de la viande bovine dans l'alimentation humaine.....	2
IV. Caractéristiques organoleptiques de la viande bovine	4
IV. 1. Tendreté.....	4
IV. 2. Couleur	4
IV. 3. Flaveur.....	4
IV. 3. Jutosité.....	5
Chapitre II : Interaction entre la viande et les microorganismes.....	6
I. Principales bactéries présentes sur la surface de la carcasse bovine	6
I. 1. Micro-organismes pathogènes.....	6
I. 2. Micro-organismes saprophytes.....	6
I. 3. Micro-organismes indicateurs d'hygiène	6
II. Caractères et habitat des bactéries.....	7
II. 1. Flore aérobie mésophile totale	7
II. 2. Coliformes totaux	8
II. 3. Coliformes thermotolérants.....	8
II. 4. <i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	9
II. 5. <i>Salmonella</i>	10
II. 6. <i>Staphylococcus aureus</i>	12
II. 7. <i>Pseudomonas</i>	13
III. Origines de contamination superficielle des carcasses bovines	15
III. 1. Contamination des carcasses bovines.....	15
III. 2. Contamination d'origine exogène	16
III. 3. Contamination d'origine endogène	17
IV. Conditions favorisant la multiplication bactérienne.....	18
V. Impacts de la contamination superficielle des carcasses bovines	19
V. 1. Conséquences hygiéniques	20
V. 1.2. Toxi-infections alimentaires	20
V. 2. Conséquences Technologiques	20
V. 3. Conséquences Economiques.....	21
Partie expérimentale	22
Chapitre I : Matériel et Méthodes.....	22
I. Matériel.....	22

I. 1. Présentation de l'abattoir.....	22
I.2. Matériel	23
II. Méthodes.....	24
II.1. Méthode d'échantillonnage.....	24
II.2. Méthode d'analyses microbiologiques	25
Chapitre II : Résultats et Discussions	29
I. Charges microbiennes.....	29
I.1. Charges microbiennes de l'ensemble des échantillons analysés	29
I.2. Charges microbiennes des sites de prélèvement analysés	30
II. Appréciation de la qualité microbiologique par les indicateurs d'hygiène des procédés	32
II.1. FAMT	32
II.2. Entérobactéries	33
II.3. Recherche de <i>Salmonella</i> sp.....	33
III. Charge microbienne des coliformes thermotolérants.....	34
IV. Recherche d' <i>E. coli</i>	34
V. Charge microbienne de <i>Staphylococcus</i> sp.	35
VI. Charge microbienne de <i>Pseudomonas</i> spp.....	35
Conclusion et recommandations.....	36
Références bibliographiques	37

Introduction

Introduction

La viande est un substrat favorable au développement des microorganismes, essentiellement des microorganismes protéolytiques qui entraînent des modifications néfastes sur l'odeur, la couleur, la texture et produisent des substances toxiques. Il s'agit donc d'un produit périssable, qui en raison du danger présenté par les altérations et la présence éventuelle de germes pathogènes doit être strictement surveillé (**GUIRAUD, 2012**). Les carcasses des animaux et les viandes découpées sont contaminées par les poils, les fèces des animaux ou les manipulations durant les opérations d'abattage et de traitement des viandes. Les facteurs de contamination de la viande par les germes pathogènes et les bactéries saprophytes sont surtout la mauvaise hygiène du personnel et des manipulations ainsi que les contaminations croisées (**HEREDIA et al., 2001**).

Selon **JOUE (1990)**, l'abattoir constitue l'un des points critiques majeurs de l'hygiène des viandes et l'abattage est considéré comme l'étape où les plus grandes opportunités de contamination se posent, sachant que 80 à 90% de la microflore des viandes parvenant aux consommateurs résultent de contaminations survenant à l'abattoir.

Afin d'évaluer la contamination et élaborer des stratégies de contrôle et de prévention efficaces, il est nécessaire de réaliser des études précises et de recenser ces bactéries dans les viandes rouges.

L'objectif de notre étude est de mener une recherche approfondie sur la recherche et le recensement de certains microorganismes qui contaminent les viandes bovines à l'abattoir, tels que les staphylocoques, les entérobactéries, *Pseudomonas* spp. et *Salmonella* spp.

Afin d'atteindre cet objectif, nous avons divisé notre travail en deux parties :

- La première partie est un résumé bibliographique qui inclut une brève description de l'abattoir et une perspective globale sur la viande. Nous examinons aussi les propriétés générales des diverses bactéries examinées.
- Dans la seconde partie, nous présentons une étude expérimentale dans laquelle nous décrivons l'étude en question.

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralités sur la viande bovine

I.Viande

Selon le Codex Alimentarius, la viande désigne les tissus musculaires, y compris les tissus adipeux adhérents tels que les graisses intramusculaires, intermusculaires et sous-cutanées provenant de carcasses d'animaux entières ou découpées destinées pour la distribution en gros ou au détail à l'état «frais». Les morceaux de viande proposés pour le consommateur peuvent inclure les os, les tissus conjonctifs et les tendons ainsi que les nerfs et les ganglions lymphatiques (CX/PR 19/51/12, 2019).

II.Principaux composants de la viande bovine

La viande bovine présente une teneur en protéines allant de 26 à 31 %, tandis que son contenu en lipides est en moyenne de 6 %. Cette teneur lipidique varie, avec certains morceaux étant considérés comme maigres (2-4 % de lipides) et d'autres plus gras (7-9 % de lipides). En tant que source nutritionnelle, la viande fournit du fer (2,2-2,7 mg/100 g pour les morceaux de viande, 5-7 mg/100 g pour les abats), principalement sous forme héminique, ainsi que du zinc (2,5-7,0 mg/100 g) et du sélénium (10-14 µg/100 g). Elle est également une importante source de vitamines B, notamment la vitamine B12. Concernant les acides gras, la viande est riche en acides gras saturés (41-52 %) et mono-insaturés (37,5-46,6 %). Elle contient en outre des proportions significatives d'acides gras polyinsaturés à chaîne longue (0,7 à 6,0 %). (BAUCHART *et al.*, 2008).

III.Valeur nutritionnelle de la viande bovine dans l'alimentation humaine

Comme pour les autres composants alimentaires, la modération de la consommation de la viande est conseillée. Cependant, il a été démontré que la viande est un élément important d'une alimentation équilibrée car (PEREIRA et VICENTE, 2012) :

- ▶ La viande rouge fournit des nutriments essentiels à la croissance et au développement humain.
- ▶ La teneur en matières grasses peut différer considérablement selon les coupes de viande et le régime alimentaire.

► La viande est une source unique de fer héminique et de vitamine B12 hautement biodisponible.

Par exemple, 100g de rôti de bœuf cuit fournit **(INRA-CIV, 2009)** :

- 45% des apports quotidiens de référence en protéines,
- 20% des apports quotidiens de référence en fer,
- 55% des apports quotidiens de référence en zinc,
- 50% des apports quotidiens de référence en vitamines B12.

La valeur nutritionnelle et calorique de la viande bovine est présentée dans le tableau 01.

Tableau 01. Valeurs nutritionnelle et calorique de la viande bovine (USDA, 2019)

Nutriments (g) et calories (Kcal)	Valeur pour 100 g de viande bovine
Calories	250 kcal
Lipides	15g
Acides gras saturés	6 g
Acides gras trans	1,1 g
Protéines	26 g
Glucides	0 g
Fibres alimentaires	0 g
Sucres	0 g
Sodium	72 mg
Potassium	318 mg
Cholestérol	90 mg
Fer	2,6 mg
Magnésium	21 mg
Vitamine B6	0,4 mg
Vitamine B12	2,6 µg
Vitamine C	0 mg
Vitamine D	7 IU
Calcium	18g

IV. Caractéristiques organoleptiques de la viande bovine

IV.1. Tendreté

Parmi les qualités organoleptiques de la viande la tendreté qui joue un rôle important dans l'acceptabilité de la viande par le consommateur (**ROSSER, 1984**). Elle est la facilité avec laquelle la viande est coupée et broyée au cours de la mastication (**VIRLING, 2003**).

Elle représente souvent un critère de qualité, mais elle peut énormément varier d'un morceau à un autre.

Cette variation dépend essentiellement :

- Du collagène du tissu conjonctif,
- Des protéines myofibrillaires des fibres musculaires.

Dans la viande crue mature, le collagène est l'agent principalement responsable de la dureté. Dans la viande cuite, ce constituant est progressivement solubilisé sous l'action de la chaleur, alors que la résistance des myofibrilles augmente rapidement (**GIRARD, 1986**).

IV.2. Couleur

La couleur de la viande constitue, avec la quantité de gras visible, la forme et la structure du morceau, le premier ensemble de caractères pris en compte par le consommateur pour évaluer la qualité de la viande (**GEAY et al., 2002**). Cependant l'un des facteurs les plus importants est la couleur, car c'est un indicateur de la fraîcheur du produit (**FONT-I-FURNOLS et GUERRERO, 2015**).

La myoglobine chromoprotéine sarcoplasmique qui assure le transport de l'O₂ mitochondrial dans la cellule musculaire *in vivo*, est responsable de la couleur de la viande.

Cette dernière est liée principalement à (**GIRARD, 1986**) :

- La qualité du pigment.
- L'état chimique du pigment qui est conditionné par l'état de fraîcheur de la coupe, la nature de l'atmosphère, la température de l'entreposage, les interactions avec les composés lipidiques.
- L'état physique des autres composants de la viande.

IV.3. Flaveur

C'est l'ensemble des perceptions olfactives et gustatives liées à la consommation d'un aliment. Elle est donnée par plus de 650 composés chimiques, les composés non volatiles du goût de la viande et les composés volatiles de l'odeur.

La flaveur conditionne l'acceptabilité de l'aliment. Elle résulte de la teneur et de la nature des lipides du muscle, et elle dépend également de la race et du sexe de l'animal **(HENRY, 1992)**.

IV.3. Jutosité

La jutosité ou succulence d'une viande est une qualité organoleptique perçue au cours de la mastication. Elle est en fonction du persillé ou du marbré, c'est-à-dire de la présence de graisse interstitielle, visible également sur les découpes des muscles. Une viande dépourvue de persillé est moins succulente **(HENRY, 1992)**.

Chapitre II : Interaction entre la viande et les microorganismes

I.Principales bactéries présentent sur la surface de la carcasse bovine

Les bactéries rencontrées sur les carcasses peuvent être classées en bactéries pathogènes, saprophytes et bactéries indicatrices d'hygiène (**FOURNAUD, 1982**).

I.1. Micro-organismes pathogènes

Parmi les micro-organismes pathogènes qui contaminent la viande et provoquent des toxico-infections alimentaires, les bactéries *Salmonella spp*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* entérohémorragiques, *Shigella*, *Clostridium botulinum* et *Clostridium perfringens* sont décrites (**FOURNAUD, 1982 et DENNAI et al., 2000**).

I.2.Micro-organismes saprophytes

Les microorganismes saprophytes constituent l'essentiel de la microflore de contamination des viandes et produits à base de viande (**FOURNAUD, 1982**).

Par ordre d'importance, les bactéries saprophytes isolées des carcasses sont représentées par *Pseudomonas*, *Acinetobacter* et *Micrococcus*; Les entérobactéries et *Flavobacterium*, *Bacillus*, *Mycobacterium*, *Lactobacillus*, *Alcaligenes*, *Sarcina*, *Streptococcus*, *Aeromonas*, *Corynebacterium*, *Arthrobacter* et *Clostridium* (**ROSSET, 1988**).

I.3. Micro-organismes indicateurs d'hygiène

En vue d'harmoniser le contrôle de la contamination superficielle des carcasses, la commission européenne par sa décision communautaire 2001/147/CE établit le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale et des entérobactéries pour le contrôle de l'hygiène générale dans les établissements produisant ou mettant sur le marché de la viande fraîche (**ANONYME, 2001**). Parmi les entérobactéries, une place à part est accordée à *Escherichia coli*, et plus généralement aux coliformes thermotolérants et aux entérocoques (ex : *Streptococcus* du groupe D) qu'ils sont communément considérés comme des microorganismes provenant du tube digestif (**FOURNAUD, 1982 et CATSARAS, 1991**). Cependant, *Escherichia coli* demeure le micro-organisme test le plus fiable à utiliser en hygiène publique (**FOURNAUD, 1982**). Son dénombrement est rendu obligatoire pour toutes

les entreprises commercialisant la viande aux Etats Unis (**F.S.I.S (1994) et GHAFIR et al., 2002**).

II.Caractères et habitat des bactéries

II.1. Flore aérobie mésophile totale

II.1.1. Caractères bactériologiques

La flore aérobie mésophile totale est l'ensemble des micro-organismes aptes à se multiplier à l'air aux températures moyennes. Sa température optimale de croissance est située entre 25 et 40°C. Ils peuvent être des micro-organismes pathogènes ou d'altération (**BOUGEOIS et LEVEAU, 1996**).

II.1.2. Sources de contamination

Les sources de contamination des denrées alimentaires par la flore aérobie mésophile totale sont très variées. Ces sources concernent l'environnement, l'animal (flore présente dans l'intestin, sur la peau, la toison et les muqueuses), la contamination croisée avec d'autres carcasses ou aliments et la contamination par le manipulateur.

Dans l'aliment cru ou manipulé après traitement, il est normal de trouver une faible quantité de ces micro-organismes. Il peut s'agir d'*entérobactéries*, de *Bacillus*, *staphylocoques*, *Pseudomonas*, bactéries lactiques ou d'autres agents éventuellement pathogènes. Leur présence au-delà des limites définies peut signifier un défaut d'hygiène des procédés de fabrication. Par contre, leur présence au-delà de 10^7 UFC/g désigne un état de putréfaction (**GHAFIR et DAUBE, 2007**).

II.1.3. Intérêt bactériologique

Pour **HOBBS et GILBERT** cités par **BOURGEOIS (1996)**, même s'il n'y a pas de corrélation directe entre le nombre de mésophiles et le nombre de pathogènes, il est constaté que le nombre de pathogènes ne se manifeste que pour une flore totale élevée (dans des aliments suspects d'être responsables de toxi-infection alimentaire, il est rare que le nombre de mésophiles soit inférieur à 10^5).

De même, la flore totale renseigne sur la qualité organoleptique et la durée prévisible de conservation. L'altération n'apparaît que pour une flore totale de l'ordre de 10^6 à 10^8 germes par gramme.

L'étude de la flore totale est donc un outil permettant de garantir une certaine sécurité hygiénique et un certain niveau organoleptique.

II.2. Coliformes totaux

II.2.1. Caractères bactériologiques

Les coliformes correspondent à des microorganismes en bâtonnets, à coloration de Gram négative, aéro-anaérobies facultatifs, non sporulés, oxydase négative, capables de fermenter le lactose avec production de gaz à 35-37°C (**RODIER *et al.*, 2005**).

II.2.2. Habitat

Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes vivant dans l'intestin des animaux homéothermes mais aussi dans l'environnement en général (**INSPQ, 2003**).

II.2.3. Intérêt bactériologique

Selon **AUBERT (1973)**, le dénombrement des coliformes totaux est un examen capital pour la vérification de l'efficacité d'un traitement désinfectant, et d'intérêt plus nuancé pour déceler une contamination d'origine fécale.

II.3. Coliformes thermotolérants

II.3.1. Caractères bactériologiques

Les coliformes thermotolérants sont des microorganismes en bâtonnets, ne formant pas de spores, Gram négatifs, oxydase négative, aérobie ou anaérobies facultatifs, capables de croître en présence de sels biliaires, ou autres agents de surface ayant des propriétés inhibitrices de croissance analogues et capables de fermenter le lactose avec production d'acide (ou d'aldéhyde) et de gaz en 48 heures à la température de 44 °C (**GOURMELON, 2002**).

II.3.2. Habitat

Les coliformes thermotolérants sont des bactéries d'origine fécale qu'on retrouve dans le tube digestif des humains et des animaux (**FEDERIGHI, 2005**).

II.3.3. Intérêt bactériologique

Les coliformes thermotolérants étaient considérés comme étant plus spécifiques aux matières fécales que les coliformes totaux et ont été utilisés aux fins de surveillance régulière (**santé Canada, 2012**).

Dans les filières de production carnée, la principale source de contamination des denrées alimentaires par *E. coli* est le tractus intestinal des animaux (**GHAFIR et DAUBE, 2007**). Ces germes peuvent devenir pathogènes pour le consommateur lorsqu'ils sont présents en grand nombre car cela signale une qualité hygiénique insuffisante ou de mauvaises pratiques sanitaires, ou encore une contamination fécale récente (**TALL, 2003**).

II.4. *Escherichia coli* (*E. coli*)

II.4.1. Caractères bactériologiques

Ce sont des bacilles à gram négatif, chimio-organotrophes, parfois capsulés, possédant une ciliature péritriche pour les espèces mobiles. Ces bacilles fermentent le glucose (avec ou sans production de gaz). Ils sont aéro-anaérobies facultatifs et possèdent à la fois un métabolisme respiratoire et fermentatif (**LOUKIADIS, 2007**).

II.4.2. Habitat

E. coli est une bactérie commune de la microflore commensale intestinale de l'homme et de la plupart des animaux à sang chaud (mammifères et oiseaux). Elle colonise de manière asymptomatique le tractus digestif de l'homme dans les premières heures qui suivent la naissance et constitue dès lors l'espèce bactérienne dominante de la flore anaérobie facultative du colon humain (**PANTEL, 2015**).

II.4.3. Signes cliniques

La plupart des *E. coli* sont inoffensifs et ont une fonction utile dans le corps en arrêtant la croissance des espèces bactériennes nuisibles et en synthétisant des vitamines nécessaires (vitamine K), qui aident à la coagulation sanguine. Cependant, elles peuvent être pathogènes opportunistes et causer des maladies gastro-intestinales chez des individus sains quand ils sont ingérés. Si une contamination récente issue de sources d'eau avec des vidanges ou des déchets animaux a lieu, *E.coli* sera présente (**ARIL et al., 1988 et CHALMERS, 2000**). Parmi les souches pathogènes, les *E. coli* entérohémorragiques sont responsables de troubles variés, allant d'une diarrhée bénigne à des formes plus graves comme des diarrhées hémorragiques pouvant évoluer vers des atteintes rénales sévères telles que le syndrome hémolytique et

urémique (SHU). Ces souches bactériennes colonisent le tube digestif du malade et libèrent dans l'intestin une toxine (shigatoxine aussi appelée vérotoxine). Celle-ci est ensuite véhiculée vers ses organes cibles par le sang, où elle sera responsable de lésions vasculaires aux niveaux intestinal, rénal et cérébral. (KOOH, 2022).

II.4.4. Intérêt bactériologique

Parmi les bactéries anaérobies facultatives de l'intestin, *E. coli* est l'espèce la plus importante (10^8 *E. coli* par gramme de fèces contre 10^{11} à 10^{12} microorganismes de la flore totale par gramme) (JAMES et KAPER *et al.*, 2004).

E. coli en particulier est recherchée dans les aliments comme indicateur de contamination fécale. Sa présence témoigne de l'éventuelle contamination de l'aliment par des bactéries pathogènes d'origine entérique, notamment certaines souches pathogènes d'*E. coli* (COHEN et KARIB, 2006).

II.5. *Salmonella*

II.5.1. Caractères bactériologiques

Salmonella est un bacille Gram négatif non sporulant, proche d'*Escherichia coli* dont la mobilité propre est assurée par des flagelles péritriches (à l'exception de *S. Gallinarum* et *S. Pullorum* qui n'en possèdent pas) et qui est de type aéro-anaérobie. Ces bâtonnets de 2 à 3 μm de long sont des bactéries mésophiles, peu exigeantes d'un point de vue nutritionnel. Leur développement est optimal pour des températures proches de la température corporelle des animaux à sang chaud, 35 à 37°C, et un pH de 6,5 à 7,5. Leur multiplication reste assurée pour des températures de 6,7 à 41°C. Le large spectre de températures (-20 à 60°C) et de pH (4,1 à 9) auxquels elles sont capables de survivre, ainsi qu'à leur capacité à résister à une A_w (activité de l'eau) de 0,94 en font d'elles des bactéries extrêmement résistantes aux conditions environnementales même difficiles (congélation) et expliquent leur caractère ubiquiste (KORSAK, 2004).

II.5.2. Sources de contamination

Les salmonelloses humaines non typhiques sont des affections d'origine animale qui se transmettent principalement par l'ingestion d'aliments contaminés, généralement crus ou insuffisamment cuits. Elles peuvent également être contractées par contact avec des animaux ou des individus infectés. En revanche, *Salmonella* Typhi et Paratyphi se propagent par voie

fécale-orale, d'une personne à une autre, à travers la consommation d'eau ou d'aliments contaminés par les excréments de personnes infectées (**ANSES, 2021**).

II.5.3. Signes cliniques

Les infections causées par les différents sérotypes de *Salmonella* peuvent entraîner diverses manifestations telles que la fièvre entérique, la gastro-entérite, ou des complications comme la bactériémie ou la septicémie. La fièvre entérique est associée à *Salmonella* Typhi et Paratyphi, et la période d'incubation de cette infection peut varier de 8 à 28 jours. Les symptômes courants incluent la fièvre, la diarrhée, les douleurs abdominales et les maux de tête. Lorsque les infections résultent de la consommation d'aliments contaminés par des salmonelles non typhoïdiques, la maladie est généralement auto-limitée chez les individus sains.

Les symptômes apparaissent entre 8 et 72 heures après l'ingestion et sont moins sévères que ceux de la fièvre entérique. Généralement, la diarrhée et les douleurs abdominales disparaissent au bout de 5 jours. (**WEILL, 2008 et RABIE et al., 2012**).

Salmonella peut aussi persister d'une manière asymptomatique chez les humains. Ces derniers deviennent des porteurs sains pouvant excréter les salmonelles pendant des années (**BÄUMLER et al., 1998**).

II.5.4. Habitat

Le réservoir des salmonelles est très vaste. Elles sont présentes aussi bien chez les animaux à sang chaud, malades ou porteurs sains (oiseaux, mammifères dont l'homme et les rongeurs), que chez les animaux à sang froid (reptiles, poissons et insectes) (**HUMBERT, 1992**).

Les salmonelles possèdent deux caractéristiques majeures qui expliquent, probablement, leur très large dissémination (**BOUVET, 1995**) :

- la diversité des animaux susceptibles de les héberger.
- la capacité de survie des salmonelles dans leur environnement.

II.5.5. Intérêt bactériologique

Salmonella, agent causal de la salmonellose, est d'un grand intérêt en ce qui concerne la santé publique. La salmonellose est la deuxième maladie entérique la plus importante mondialement (**BMBL 5th Ed, 2009**). Chaque année dans le monde, il est estimé que *Salmonella* est responsable de 93,8 millions de cas de gastro-entérites dont 80,3 millions de cas d'origine alimentaire (**LÖFSTRÖM et al., 2016**).

II.6. *Staphylococcus aureus*

II.6.1. Caractères bactériologiques

Le genre *Staphylococcus*, de la famille des *Staphylococcaceae*, est un des genres bactériens le plus décrit et étudié, notamment l'espèce *Staphylococcus aureus* car elle représente environ 30% des infections communautaires et 30% des infections nosocomiales.

Les bactéries de cette espèce sont des cocci d'environ 1 µm de diamètre, aéroanaérobie facultatifs, asporulés, immobiles et habituellement disposés en amas ou en paires à l'examen microscopique (**WILLIAM, 2018**).

Staphylococcus aureus est un germe mésophile capable de se multiplier entre 4 °C et 46 °C, avec une température optimale de 37 °C, et un pH allant de 5 à 9 avec un optimum de 7,2 à 7,6 et une A_w de 0,86. Ce microorganisme est halophile et xérophile car il se développe même en présence de sel et de sucre et survit dans des aliments déshydratés. Sa croissance est possible jusqu'à une concentration de 18% en sel en aérobiose (**BAILLY et al., 2012**).

Aussi appelé dans le langage courant « Staphylocoque doré », *Staphylococcus aureus* est l'un des principaux agents pathogènes pour l'homme et représente un véritable enjeu de santé publique dans le monde entier (**BES et BRUN, 2002**). La pathogénie de *S. aureus* est liée à la synthèse de nombreux facteurs de virulence. On peut compter principalement trois classes de facteurs de virulence : les composants de la paroi notamment la capsule et la paroi cellulaire, les protéines de surface tel que la protéine A et les adhésines, les protéines sécrétées qui sont répartie d'une part en enzymes tel que La DNase thermostable, la catalase, les protéases, les lipases et estérases, Fibrinolysine ou staphylokinase, la hyaluronidase, la phosphatase et enfin la coagulase qui est un marqueur d'identification de *S. aureus* (test de la coagulase en tube). (**VERDIER et al., 2012**), et d'autre part en toxine notamment les exotoxines, les superantigènes et les toxines épidermolytiques ou exfoliatines. Ces facteurs sont soit directement codés par un chromosome présent ou codé par des éléments génétiques mobiles (transposons, plasmides ou bactériophages) (**ROBERT, 2013**).

II.6.2. Habitat

Staphylococcus aureus est un commensal de la peau et des muqueuses (nasal notamment) de l'homme et des animaux (**LE LOIR et GAUTIER, 2010**). Ce sont des bactéries résistantes aux conditions hostiles de l'environnement (chaleur, sécheresse, salinité) (**BERCHE, 2003**). Les *Staphylococcus* en particulier les espèces *S. aureus* et *S. epidermidis* font partie de la flore normale de nombreux individus. Ils sont retrouvés particulièrement dans les fosses nasales antérieures (*S. aureus* 30 à 40%, *S. epidermidis* 30 à 100%) et au niveau des zones chaudes et

humides de celle-ci (aisselle, périnée) et les mains (**WERTHEIM et al., 2005**). Le réservoir animal doit être pris en compte même si l'importance du portage de *S. aureus* chez les animaux domestique est moins bien connue que chez l'homme. *S. aureus* a été isolé chez les bovins et les ovins (fosses nasales, fèces) et chez les volailles (fosses nasales, peau). En général, les souches de *S. aureus* isolées d'animaux appartiennent aux biotypes spécifiques de l'hôte (biotype aviaire chez les volailles, bovin chez les vaches et ovin chez les chèvres et moutons) (**FEDERIGHI, 2005**).

II.6.3. Intérêt bactériologique

Les *S. aureus* à coagulase positive peuvent produire une entérotoxine protéique responsable de toxi-infections alimentaires et peuvent faire courir des risques au consommateur. Ils sont en fait recherchés et dénombrés comme test d'hygiène des procédés ou contamination par le personnel (**JOFFIN et al., 2010**).

II.7. *Pseudomonas*

II.7.1. Caractères bactériologiques

Le genre *Pseudomonas*, de la famille des *Pseudomonadaceae*, regroupe des bactéries mobiles aérobies, Gram négatif, de 2 à 4 µm de longueur, en forme de bâtonnets renflés, avec un flagelle polaire qui joue un rôle important dans la pathogénicité (**KAYSER et al., 2001** et **WILLCOX, 2007**). Elles sont caractérisées par l'aptitude à synthétiser en situation de carence en fer des sidérophores appelés Pyoverdines (**MEYER et ABDALLAH, 1978**). Ces derniers sont des pigments de couleur jaune-verte, solubles dans l'eau et fluorescents sous l'irradiation (**LEONG, 1986**). Elles sont peu exigeantes et se cultivent sur des milieux usuels non enrichis et sont capables d'utiliser de nombreux substrats hydrocarbonés comme sources de carbone et d'énergie. Elles présentent un type métabolique chimio-organotrophe oxydatif (**GAELLE, 2007**).

Il existe par ailleurs des souches psychotropes qui sont capables de se développer entre 0 et 20°C mais dont la température optimale de croissance se situe entre 20 et 35°C (**BORNERT, 2000**). Ces souches sont responsables de la détérioration des denrées alimentaires et des produits biologiques conservés au froid (espèces *P. fluorescens*, *P. putida*) (**ERCOLINI et al., 2007**).

II.7.2. Habitat

Ces bactéries ont des exigences nutritives très modestes. Elles survivent et se multiplient dans des environnements humides. Ce sont des bactéries ubiquitaires présentes dans l'eau, le sol, les végétaux et les tissus biologiques. Elles ont une capacité à s'installer dans des niches différentes (**FERNANDEZ et al., 2015**) et sont considérées comme une flore commensale chez l'homme et l'animal. Certaines espèces jouent un rôle pathogène comme *Pseudomonas syringae* chez les plantes et *Pseudomonas aeruginosa* chez l'homme et l'animal (**AVRIL et al., 2000**).

II.7.3. Signes cliniques

Pseudomonas spp. sont des agents pathogènes opportunistes qui envahissent souvent le tissu de leurs hôtes et causent une infection et une bactériémie chez les hôtes immunodéprimés (**LIU et al., 1963 et FELDMAN et al., 1998**). L'infection siège souvent dans les voies respiratoires inférieures et sa gravité peut aller d'une colonisation sans réponse immunologique à la bronchopneumonie nécrosante sévère (**BANERJEE et al., 2000**). L'éventail des infections à *Pseudomonas* spp. s'étend des infections externes légères (touchant l'oreille ou les follicules pileux) à des infections internes sévères (affectant les poumons, la circulation sanguine ou les valves cardiaques).

II.7.4. Intérêt bactériologique

Les *Pseudomonas* ont un grand intérêt en raison de leur rôle dans les maladies végétales et humaines et de leur potentiel croissant dans les applications biotechnologiques (**MENA et al., 2009**).

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

Les caractères biochimiques des bactéries présentés dans le tableau 02.

Tableau 02. Caractères biochimiques des bactéries

Bactérie	Fermentation du glucose	Oxydase	Indole	Citrate	Réduction du nitrate	Catalase	Urée
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	-	-	+	-	+	-
<i>Pseudomonas</i> spp	+	+	-	+	+	+	+
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	+	-	+	-	+	+	+
Coliformes totaux	+	-	+	-	+	+	+
Coliformes thermotolérants	+	-	+	-	+	+	+
<i>Salmonella</i> spp	+	-	-	+	+	+	-

Interprétation des résultats :

- **Fermentation du glucose** : (+) = fermentation positive, (-) = fermentation négative.
- **Oxydase** : (+) = positif, (-) = négatif.
- **Indole** : (+) = production d'indole positive, (-) = production d'indole négative.
- **Citrate** : (+) = utilisation du citrate, (-) = non utilisation du citrate.
- **Réduction du nitrate** : (+) = réduction du nitrate en nitrite, (-) = absence de réduction du nitrate.
- **Urée** : (+) = hydrolyse de l'urée, (-) = absence d'hydrolyse de l'urée.

III.Origines de contamination superficielle des carcasses bovines

III.1.Contamination des carcasses bovines

La contamination des carcasses peut survenir lors de la transformation d'animaux vivants en viande destinée à la consommation humaine. En effet, comme le rapportent plusieurs études, la viande et les morceaux de viande peuvent être contaminés à différentes étapes de l'abattage par un large éventail de micro-organismes tels que ceux appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae* (*Salmonella*, *Escherichia*, etc.) et d'autres agents pathogènes (*Campylobacter*, *Listeria*, etc.) ou des bactéries d'altération (*Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Psychrobacter*, etc.).

La contamination des carcasses lors de l'abattage est un processus inévitable, puisque la viande, initialement stérile, peut entrer en contact direct avec la peau et le contenu du tube digestif des animaux abattus ; ainsi la contamination microbienne croisée des carcasses est fortement influencée par la structure du système d'abattage, la rapidité de l'abattage, les activités des opérateurs et le degré initial de propreté des animaux, ainsi que le respect des condition d'hygiène par le personnel (ANNALISA, 2016).

III.2. Contamination d'origine exogène

III.2.1. Contamination à partir du personnel

La peau, les appareils respiratoire et digestif de l'homme sont des réservoirs de microorganismes variés. A titre d'exemple, les régions de la bouche, du nez et de la gorge contiennent des Staphylocoques.

Les personnes souffrant de maladies graves (tuberculose, brucellose, salmonellose, *etc.*) sont très susceptibles de contaminer la viande et doivent être écartées de la zone de production (**BLOOD., 1969**). Cela comprend toutes les personnes présentes sur le site. N'importe quel opérateur peut être porteur intestinal, cutané ou bucco-pharyngé de germes pathogènes. Par ailleurs, l'abattage est un processus où l'intervention humaine est très importante. **SCIONNEAU (1993)** ainsi que **ROZIER *et al.*, (1985)** considèrent que l'homme est le principal agent responsable des contaminations soit directement ou indirectement par les manipulations défectueuses des vecteurs qui peuvent être :

- Vecteur actif: (Source de contamination) par le fait que l'abattoir soit une source abondante et renouvelée de divers micro-organismes (**ROZIER *et al.*, 1985**). De plus, les flores commensales et pathogènes de l'homme sont proches de celles des animaux (**GUIRAUD, 1998**).
- Vecteur passif: les carcasses sont polluées de manière passive à travers les mains sales du personnel et par leurs vêtements souillés (**ELGROUD, 1999**). Sur la chaîne d'abattage, les postes où le risque de contamination est élevé, sont ceux où le personnel peut être amené à être simultanément en contact avec la carcasse et les matières contaminants (habillage, éviscération) (**SCIONNEAU, 1993 et CARTIER, 2007**).

III.2.2. Infrastructures et équipements

Si les surfaces des locaux (sols, murs, plafonds), les équipements (treuils de soulèvement, crochets, arrache cuir) ainsi que le matériel (couteaux, haches, bacs, seaux, *etc.*) sont mal conçus, ils peuvent représenter un risque potentiel de contamination. De même, des outils et des surfaces de travail insuffisamment nettoyés sont une source avérée de contamination (**CARTIER, 2007**). Le matériel (machines, outils) est le plus souvent responsable d'apports

secondaires, dus à une conception imparfaite, une structure poreuse des matières utilisées qui augmentent le risque de foyers de micro-organismes, ou un mauvais entretien.

III.2.3. Milieux

a) L'eau et le sol

L'eau et le sol peuvent servir de véhicule pour la transmission de maladies alimentaires. L'eau utilisée comme agent nettoyant dans le traitement des carcasses peut également jouer un rôle important dans la contamination de celles-ci si elle est souillée (**ROZIER et al., 1985**). Dans le même contexte, **ANDJONGO (2006)** a rapporté que l'eau peut constituer une source de multiplication de germes, surtout dans les endroits humides, non nettoyés régulièrement. Il a été démontré que l'eau peut être le principal réservoir de *E. coli* 0157 dans l'environnement de l'abattage (**LEJEUNE et al., 2001**). En outre, le sol peut servir de véhicule pour des agents pathogènes comme le *Clostridium botulinum* et *Listeria monocytogenes* et d'autres agents tels que les algues microscopiques et les champignons.

b) L'air

L'air pollué (germes d'altérations, germes responsables de maladies, poussières, condensation) peut servir de vecteur et permettre le dépôt de souillures et de germes sur les carcasses. En effet, l'étude de **RAHKIO et KORKEALA (1997)**, a montré qu'il existait une corrélation importante ($r = 0,86$) entre le niveau de contamination de l'air par les bactéries et la contamination superficielle des carcasses.

III.3. Contamination d'origine endogène

La plus grande source de contamination superficielle des carcasses est l'animal vivant porteur de germes saprophytes ou pathogènes sur ses téguments ou dans son tube digestif (**FOURNAUD et JOUVE, 1990**).

III.3.1. Flore du tube digestif

La plupart des germes de contaminations d'origine endogène sont d'origine intestinale. Ce sont des bactéries anaérobies (*Clostridium*, Bactériodes), aéro-anaérobie (*Entérobactéries*: *E.*

coli, *Salmonella*, *Shigella*, *Proteus*, etc.) ou des microorganismes aérophiles (*Entérocoques*). Ces germes contaminent le muscle lors de l'éviscération et de la découpe de la carcasse (**LEYRAL et VIERLING 2007**). Le tube digestif des animaux est aussi un réservoir de moisissures telles que : *Aspergillus sp*, *Penicillium sp* et de levures telles que : *Rhodoturulla*, *Candida* et *Saccharomyces* (**ABOUKHEIR et KILBERTUS, 1974**).

III.3.2. Flore du cuire

La peau des animaux est une barrière efficace qui ne laisse pas passer les germes, mais lors de l'abattage, elle devient l'une des sources principales de contamination des carcasses. **Sierra et al., (1995) et MCEVOY et al., (2000)** rappellent que la flore banale de la peau contient des *Staphylocoques*, des *Microcoques*, des *Pseudomonas*, et quelques des micro-organismes originaires du sol. Cependant le cuir est un vecteur de la contamination pour la carcasse elle-même, par contact ou par l'intermédiaire du matériel de travail pour les autres carcasses et pour l'air ambiant. La contamination des cuirs provient en grande partie des fèces (**NEWTON et al., 1977**).

III.3.3. Flore des voies respiratoires

Parmi les sources de contamination superficielle, les voies respiratoires (cavité naso-laryngée) renferment essentiellement des *Staphylocoques* (**BENAISSA, 2011**).

IV. Conditions favorisant la multiplication bactérienne

L'évolution des microorganismes dépend d'un certain nombre de paramètres dont les plus importants en technologie de la viande sont : les nutriments, la température, l'activité de l'eau (A_w), le pH et la tension d'oxygène (**FOURNAUD, 1982**).

IV.1. Les nutriments

La viande, de par sa composition chimique, notamment sa richesse en eau et en protéines, représente toujours un milieu privilégié pour la contamination microbienne (**FOURNAUD, 1982**).

IV.2. La température

En règle générale, les germes se multiplient d'autant plus lentement que la température est basse (**ROSSET et al., 1984**). La majorité des micro-organismes prolifère à des températures

moyennes supérieures ou égales à +20°C (**MESCLE, 1988**) alors que la température de la carcasse est voisine de +38 à +40°C en fin d'abattage (**JOUE, 1990**).

IV.3. Activité de l'eau (A_w)

En général, plus l' A_w est élevée, plus la croissance de la microflore est intense. La plupart des bactéries ont un optimum autour de 0,990 à 0,995.

L' A_w de la viande est comprise entre 0,98 à 0,99, donc assez favorable à la multiplication de la plupart des espèces microbiennes. L' A_w minimale pour le développement des bactéries, levures et moisissures est respectivement de 0,910 ; 0,870 et 0,700 (**MESCLE, 1988**).

IV.4. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH du muscle est voisin de la neutralité. Après la mort de l'animal, il descend plus ou moins rapidement pour atteindre lors de l'apparition de la rigidité cadavérique une valeur de 5,5 à 5,7. Le pH final de la viande est fortement lié au taux de glycogène. Ce dernier dépend largement de l'état de repos, de santé et de stress de l'animal avant l'abattage (**MESCLE, 1988 et ROSSET, 1988**).

On observe tout de même une forte réduction de la croissance microbienne, pour tout abaissement de ce paramètre (**MESCLE, 1988**).

IV.5. Tension en oxygène

Après la mort de l'animal, les réserves en O_2 n'étant plus renouvelées par le sang, on assiste à l'installation des conditions réductrices dans la profondeur de la viande favorable à la prolifération des germes anaérobies. Contrairement aux profondeurs, la surface de la carcasse conserve un potentiel redox positif favorable à la multiplication des germes aérobies (**ROSSET et al., 1982**).

V. Impacts de la contamination superficielle des carcasses bovines

En fonction des germes implantés, dont l'identité dépend des caractéristiques physico-chimiques du produit, la contamination peut avoir des conséquences plus ou moins graves, allant de la simple altération du produit, lui faisant perdre ses qualités organoleptiques, et sa valeur commerciale, à des intoxications ou toxi-infections graves (**MESCLE, 1988**).

V.1. Conséquences hygiéniques

V.1.1. Putréfaction superficielle

La putréfaction superficielle se traduit par l'apparition d'une couche visqueuse (viande poisseuse) accompagnée d'une odeur nauséabonde. Elle est l'œuvre des agents microbiens aérobies hydrophiles du genre *Pseudomonas* et *Achromobacter*, et l'humidité ambiante joue un grand rôle dans ce type d'altération (**DUMONT, 1982**).

V.1.2. Toxi-infections alimentaires

Les viandes et les produits carnés, éléments essentiels de l'apport nutritionnel, constituent par leur composition, un excellent support biologique pour la croissance, la multiplication et l'expression métabolique des micro-organismes contamination (**LUIGI et al., 1990**). De ce fait la viande est souvent impliquée dans l'apparition des toxi-infections alimentaires, en particulier chez certaines populations à risque. Aux Etats Unis, la viande et les produits carnés sont responsables de 14,4% à 25% des toxi-infections alimentaires. En Europe, ce pourcentage est de 45,1 % (**BEAN et al., 1990 et BRYAN, 1988**).

V.2. Conséquences Technologiques

L'activité métabolique des bactéries s'accompagne de la disparition de certains types de constituants chimiques (composants du muscle), essentiellement les composés solubles de faibles masses moléculaires. Corrélativement apparaissent diverses substances solubles. L'ensemble de ces phénomènes est de nature à modifier les caractéristiques organoleptiques de la viande (aspect, couleur, odeur) et certains indices physico-chimiques d'intérêt, technologique comme le pH et par la suite le pouvoir de rétention de l'eau. Par conséquent, la contamination superficielle des carcasses est en étroite relation avec la qualité des produits finis en troisième transformation (**DUMONT, 1982 et ROSSET et al., 1984**).

En effet, dans la filière, du haché industriel, **CARTIER (1993)** qui a étudié la relation entre la contamination superficielle des carcasses et celle des produits finis, a obtenu un coefficient de corrélation compris entre 0,61 et 0,8. Il a ainsi déduit qu'au-delà d'un certain seuil, fixé à $5,4 \cdot 10^6$; $3,7 \cdot 10^6$ et $1,8 \cdot 10^3$ bactéries /cm² respectivement pour la flore totale, *Pseudomonas* et les entérobactéries, les carcasses sont jugées inaptées à la fabrication des produits fractionnés (viande hachée fraîche ou viande hachée surgelée).

V.3. Conséquences Economiques

Les modifications apportées peuvent influencer défavorablement les possibilités de commercialisation des produits, dans la mesure où les changements enregistrés altèrent la qualité naturelle du produit. Dans certains cas, il est possible de remédier partiellement à ces défauts. En procédant avant la mise en vente à des opérations de parage destinées à éliminer des pièces de viande, les parties généralement superficielles présentant des défauts d'aspect.

Par contre, lorsque par suite d'une mauvaise conservation et/ou d'une charge microbienne initiale très élevée, les défauts deviennent très prononcés, la viande est considérée comme putréfiée par le consommateur et ne peut être commercialisée (**DUMONT, 1982**).

Partie expérimentale

OBJECTIFS

Cette étude a pour but d'identifier et d'évaluer la diversité des microorganismes contaminants de façon superficielle les carcasses bovines de l'abattoir d'El Harrach, ce qui permettra non seulement d'évaluer la qualité microbiologique, mais également les critères d'hygiène des procédés.

Pour ce faire, les moyennes des charges microbiennes ou les prévalences de ces microorganismes sont déterminées :

- Flore aérobie mésophile totale,
- Coliformes totaux et thermo-tolérants,
- *Staphylococcus* spp.
- *Pseudomonas* spp.
- *E. coli*
- *Salmonella* spp.

Chapitre I : Matériel et Méthodes

I. Matériel

I.1. Présentation de l'abattoir

L'abattoir d'EL HARRACH est une entité privée construite en 1919. Il est situé actuellement au centre d'agglomération urbaine dans la banlieue d'Alger sur l'avenue des libérés entre la rive droite de Oued El-Harrach et la route nationale N °5.

Cet établissement comprend :

1. Des locaux de stabulation divisés en 5 enclos afin de séparer les animaux selon les espèces.
2. 02 salles d'abattage dont la plus grande est réservées pour l'abattage des bovins, ovins et caprins, et la plus petite pour l'abattage des équidés. La salle d'abattage est munie d'un portail de 3 mètres de large qui est utilisé pour l'accès des bovins à la salle d'abattage ainsi que la sortie des carcasses. Il existe une autre petite porte latérale qui est utilisée parfois pour l'entrée des taureaux agressifs.
3. Une salle de vidange des réservoirs gastriques.
4. Une chambre froide avec une capacité de 50 carcasses.
5. Des sanitaires et des vestiaires.

6. Un secteur administratif comprenant deux locaux dont un est réservé pour le service vétérinaire et l'autre dédié au directeur de l'abattoir.

I.2. Matériel

I.2.1. Matériel de prélèvement

Le matériel de prélèvement comprend les éléments suivants :

- Glacière.
- Ecouillons stériles.
- Paires de gants stériles jetables en polyéthylène.
- Tubes à essais stériles renfermant les écouillons et les solutions de transport.
- Cadre guide stérilisé ou désinfecté de 100 cm².
- Alcool et coton.

I.2.2. Matériel de laboratoire

Le matériel de laboratoire est résumé dans le tableau suivant (tableau 03).

Tableau 03. Matériel de laboratoire utilisé

Equipment	Milieux de culture et réactifs
- Alcool éthylique ou isopropylique 70% et 95%. -Gants stériles jetables de grandeur appropriée. -Ustensiles appropriés stériles ou désinfectés (couteaux, cuillères, ciseaux, pinces, etc.). - Seringues et micropipettes de 1000 µl. - Embouts pour micropipette stériles de 1 ml. - Flacons, tubes à essais stériles avec des portoirs. - Homogénéisateur : Stomacher. - Sacs Stomacher stériles avec baguettes. - Pipettes Pasteur. - Anses de platines. - Boîtes de Pétri. - Autoclaves, étuves (réglé à 30°C, 37°C et 44°C). - Réfrigérateur. - Vortex. - Compteur de colonies.	-Diluant : TSE (Tryptone, Sel, Eau). -Gélose PCA (Plate Count Agar) pour le dénombrement standard. -Gélose VRBG (Violet Red Bile Glucose). -Gélose XLD (Xylose-Lysine-Désoxycholate). -Gélose Hektoen. -Gélose Cétrimide. -Gélose Chapman. -Bouillon Urée-Indole. -Gélose TSI. -Gélose Baird Parker -Bouillon Mueller Kauffmann -Bouillon Rappaport Vasiliadis

II. Méthodes

Le présent travail a été accompli durant le mois de Décembre 2023.

II.1. Méthode d'échantillonnage

II.1.1. Prélèvement des carcasses bovines

10 demi-carcasses sont prélevées de manière aléatoire dans la salle d'abattage sur 2 sites d'échantillonnage, représentés par le collier et le flanc, sont prélevés par demi-carcasse d'animaux puis soumis à des analyses microbiologiques (tableau 04).

Tableau04. Données sur les carcasses prélevées

Espèce Animale	Sexe	Age	Nombres de demi-carcasses prélevées	Sites d'échantillonnage	Nombre total d'échantillons récoltés
Bovin	Mâle	2 ans	10	Collier et flanc	20

II.1.2. Modalité d'échantillonnage

La méthode d'échantillonnage adoptée consiste à prélever 2 échantillons (collier et flanc) sur chaque moitié de carcasse d'au moins 100 cm² chacun. Ces échantillons doivent être prélevés après l'abattage mais avant le ressuage des carcasses (**NORME ISO 17604, 2003**).

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

- ✓ Un écouvillon est plongé dans un diluant stérile à base de TSE (Tryptone Sel Eau).
- ✓ Un gabarit stérile permettant de réaliser un prélèvement de 10 cm sur 10 cm pour les bovins est apposé sur le site d'échantillonnage.
- ✓ L'écouvillon est appliqué avec force à l'intérieur du gabarit de manière d'une part à ce que l'ensemble de la surface du site soit couverte et d'autre part à ce que l'ensemble de la surface de l'écouvillon soit utilisée.
- ✓ La surface testée doit être frottée verticalement et horizontalement en appuyant fermement sur la surface.

- ✓ L'écouvillon est ensuite introduit dans le tube stérile contenant de diluant peptone sel 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 sac stérile n'ait jamais été en contact avec les mains du manipulateur).
- ✓ Un second écouvillon sec est appliqué de la même manière à l'intérieur du gabarit, sur le site d'échantillonnage, il est frotté à un angle de 90° sur la direction du premier frottement (afin d'absorber le plus de solution possible).
- ✓ Ce deuxième écouvillon est également introduit, de la même manière, dans le même tube stérile contenant le diluant peptone-sel.

II.1.3. Conservation et transport des échantillons

Les échantillons sont transportés immédiatement dans une glacière vers le laboratoire d'HIDAOA de l'ENSV d'Alger, avec une limite de temps ne dépassant pas les deux heures.

II.2. Méthode d'analyses microbiologiques

II.2.1. Préparation des échantillons

1. Homogénéisation

Les écouvillons, à la fois secs et humides, de chaque échantillon accompagnés de leur contenu, soit 10 ml de diluant, sont rajoutés dans un sac Stomacher stérile contenant 15 ml de diluant peptone sel, ce qui totalise 25 ml. L'ensemble est homogénéisé par la suite à l'aide d'un homogénéisateur de type Stomacher pendant une durée d'une minute, conformément à la **NORME ISO 18593 (2004)**.

2. Dilution

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

- Lors de la préparation des dilutions, 1 ml sont transférés de la suspension mère dans 9 ml de diluant pour obtenir une dilution de 10⁻¹.
- Cette procédure est répétée avec les autres dilutions en utilisant une nouvelle pipette stérile pour chaque dilution décimale.

II.2.2. Dénombrement des colonies

1. Ensemencement en profondeur des FAMT à 30°C, coliformes totaux et thermo-tolérants, et en surface pour *Staphylococcus* sp. et *Pseudomonas* sp

Afin de procéder au dénombrement de chaque groupe de micro-organismes, il est nécessaire de suivre les étapes décrites ci-dessous.

- Pour la FAMT à 30°C, les coliformes totaux et thermo-tolérants :
 - Utiliser une micropipette de 1000 µl pour transférer 1 ml de chaque dilution décimale dans des boîtes de Pétri préparées et numérotées à cet effet.
 - Verser environ 15 ml de gélose PCA (FAMT) ou VRBG (coliformes) fondue et refroidie dans chaque boîte de Pétri.
 - Effectuer huit mouvements de va-et-vient pour bien mélanger, puis laisser le mélange se solidifier sur une surface horizontale et fraîche.
 - Une fois les milieux solidifiés, retourner les boîtes et les incuber en aérobiose pendant 24 à 72 heures à 30°C pour la flore aérobie mésophile totale, à 37°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes thermo tolérants.
- Pour les *Staphylococcus* spp. et *Pseudomonas* spp. :
 - Utiliser une micropipette de 100 µl pour transférer 0,1 ml de chaque dilution décimale dans des boîtes de Pétri déjà identifiées, contenant 15 ml de gélose BAIRD PARKER ou Cétrimide déjà préparée.
 - Ensuite, étaler l'inoculum sur toute la surface de la gélose à l'aide d'un râteau.
 - Incuber les boîtes en aérobiose à 37°C pendant 24 à 48 heures.

2. Lecture

- Seules les colonies de deux boîtes de dilution en série ont été comptées, allant de 15 à 300 colonies par boîte pour le FAMT et de 15 à 150 colonies par boîte pour les coliformes totaux et les coliformes thermotolérants.
- Sur gélose PCA, les colonies comptées apparaissent blanches, lenticulaires et en forme d'aiguilles, se développant profondément.
- Sur gélose VRBG, les colonies dénombrées étaient lenticulaires, violettes et en croissance abondante.
- Sur gélose Baird Park, les colonies comptées apparaissent en noir.

- Sur gélose Cétrimide, les colonies comptées apparaissent rondes, vertes ou blanches.

II.2.3. Recherche et identification biochimiques

1. Recherche de *Salmonella* spp

Pour mettre en évidence la *Salmonella*, nous avons appliqué la version modifiée de la **Norme ISO 6579 (2002)** relative à la recherche de *Salmonella* spp.

La méthode bactériologique comporte :

- **Un pré-enrichissement**

Le flacon contenant la suspension bactérienne dans 40 millilitres de solution TSE est incubée à 37°C pendant 18 à 24h en aérobie.

- **Un enrichissement**

L'enrichissement est effectué sur un seul bouillon sélectif appelé bouillon *Rappaport Vassiliadis* (bouillon RV) dont l'indicateur de pH est de couleur verte. Selon la **Norme ISO 6579 (2002)**, à partir du milieu de pré-enrichissement, 0,1 ml de culture est respectivement transféré pour enrichissement dans 10 ml de bouillon *Rappaport Vassiliadis* modifié au peptone de soja/chlorure de magnésium/vert malachite (bouillon RVS) et incubé à 42 °C pendant 24 heures. D'autre part, 0,1 ml de culture est transféré dans 10 ml de bouillon *Muller kauffman* (bouillon MKTTn) et incubé à 37°C pendant 24 heures.

- **Isolement sélectif**

- Après incubation, une goutte de suspension bactérienne est prélevée à partir de chaque bouillon (bouillon RV), puisensemencée par épuisement à l'aide d'une anse de platine sur la surface de la gélose sélective **XLD** et **Hektoen**. Les milieux sélectifs ensemencés sont ensuite incubés à 37°C pendant 18 à 24 heures en aérobie (**NORME ISO 6579, (2017)**).
- Après 18-24h d'incubation, les boîtes sont examinées afin de rechercher la présence de colonies typiques *Salmonella*.
- Les colonies typiques de *Salmonella* spp. sur milieu Hektoen sont vertes ou bleu vert avec ou sans centre noir (**NORME ISO 6579 (2002)**), tandis qu'elles sont rouge avec ou sans centre noir sur milieu XLD.
- Les colonies caractéristiques sont prélevées et réensemencées sur une gélose nutritive en vue d'obtenir des cultures pures l'incubation est réalisée à 37°C pendant 24 h afin de réaliser les tests biochimiques adéquats pour confirmer et identifier les salmonelles.

- **Identification**

Cette étape test, réalisée par le test de l'urée indole, est effectuée lorsqu'il y a présence des colonies opaques du centre suspecte sur les milieux d'isolement. Ainsi on prélève quelques colonies dans 0,3ml de milieu urée indole et l'incubé à 37°C pendant 24h (IMEN, 2021).

Les tests biochimiques peuvent donner les résultats suivants :

- Test de l'uréase est positif (+) : Coloration rose de milieu urée indole = pas de *Salmonella*.
- Test de l'uréase est négatif (-) : s'il y'a pas changement de la couleur = présence de *Salmonella*.
- Test de l'indole est positif (+) : formation d'un anneau rouge.
- Test de l'indole négatif (-) : absence d'un anneau rouge.

II.2.4. Critères microbiologiques d'hygiène de procédés

Comme la réglementation en Algérie ne prévoit pas de critères spécifiques pour évaluer la qualité microbiologique des carcasses de bovins échantillonnées par la méthode d'écouvillonnage (méthode non destructive), nous avons été contraints de nous référer aux normes internationales afin d'orienter notre évaluation (Tableau 05).

Tableau. 5. Critères microbiologiques indicateurs d'hygiène.

Microorganismes	Limites microbiologiques Log Ufc/cm ²	
	M	M
Flore aérobie mésophile totale	1,00E+03	3,2E+04
Entérobactéries	1,00E+01	1,00E+02
<i>Salmonella</i> spp.	Non détecté dans la partie examinée de la carcasse	

m : critère microbiologique, M : seuil d'acceptabilité

Interprétation des résultats des analyses

- La qualité est satisfaisante lorsque le résultat est $\leq m$,
- La qualité est acceptable lorsque résultat se situe entre m et M,
- La qualité est non satisfaisante lorsque le résultat est $> M$.

Chapitre II : Résultats et Discussions

I. Charges microbiennes

I.1. Charges microbiennes de l'ensemble des échantillons analysés

Les niveaux de contamination microbienne diffèrent d'un groupe de microorganisme à un autre en fonction du site de prélèvement étudié. La moyenne de la contamination des carcasses par la flore aérobie mésophile totale (FAMT) enregistrée est de l'ordre de $1,86E+03$ UFC/cm², ce qui représente la flore prédominante. Cette dernière est suivie par les staphylocoques ($6,51E+02$), les entérobactéries ($6,69E+01$), les *Pseudomonas* spp. ($6,00E+01$) et les coliformes thermotolérants ($1,89E+01$) (Tableau 6, Figure 2).

Tableau. 6 Charges microbienne de l'ensemble des échantillons analysés.

Microorganismes	FAMT	ST	ETB	CTT	PS
UFC/cm ²	1,86E+03	6,51E+02	6,69E+01	1,89E+01	6,00E+01

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

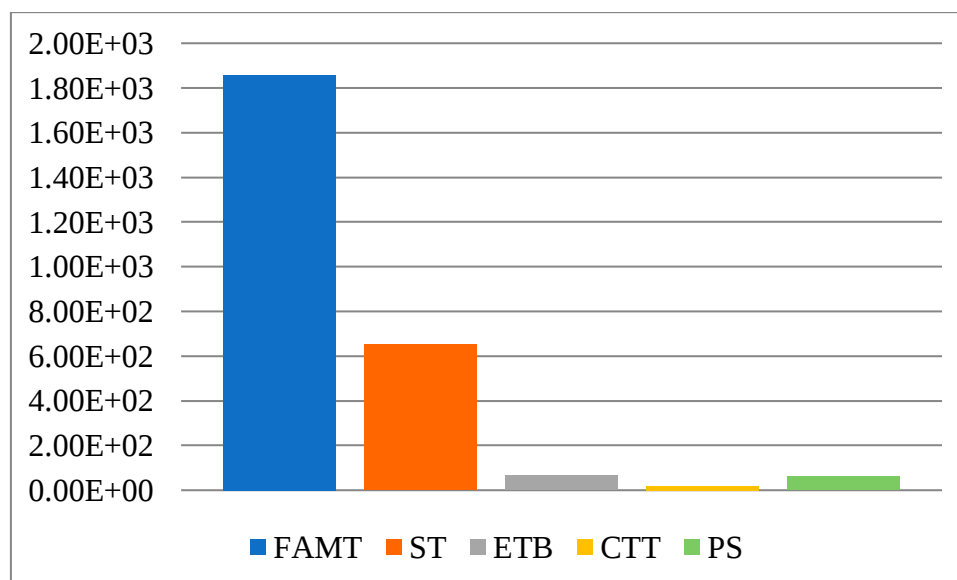


Figure 1 Charges microbiennes de l'ensemble des échantillons analysés

I.2. Charges microbiennes des sites de prélèvement analysés

Les résultats obtenus révèlent que (Tableau 7 et Figures 2 et 3) :

- Les résultats de cette étude révèlent des niveaux de contamination microbienne des carcasses clairement différents. La moyenne de la contamination du flanc ($6,26\text{E}+02$ UFC/cm²) est supérieure à la moyenne de contamination du collier ($4,35\text{E}+02$ UFC/cm²) (Tableau 6 ; Figures 2 et 3).
- Pour la totalité des groupes de micro-organismes étudiés (FAMT, staphylocoques, entérobactéries, coliformes thermotolérants et *Pseudomonas* spp.), les charges microbiennes des échantillons prélevés des flancs sont supérieures à celles des échantillons prélevés des colliers.

Tableau. 7 Charges microbiennes des sites prélevés

Microorganismes (UFC/cm ²)	FAMT	ST	ETB	CTT	PS	Moyenne
Flanc	2,16E+03	7,24E+02	1,14E+02	3,75E+01	9,63E+01	6,26E+02
Collier	1,55E+03	5,78E+02	2,03E+01	2,50E-01	2,38E+01	4,35E+02
Moyenne	1,86E+03	6,51E+02	6,69E+01	1,89E+01	6,00E+01	4,42E+02

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

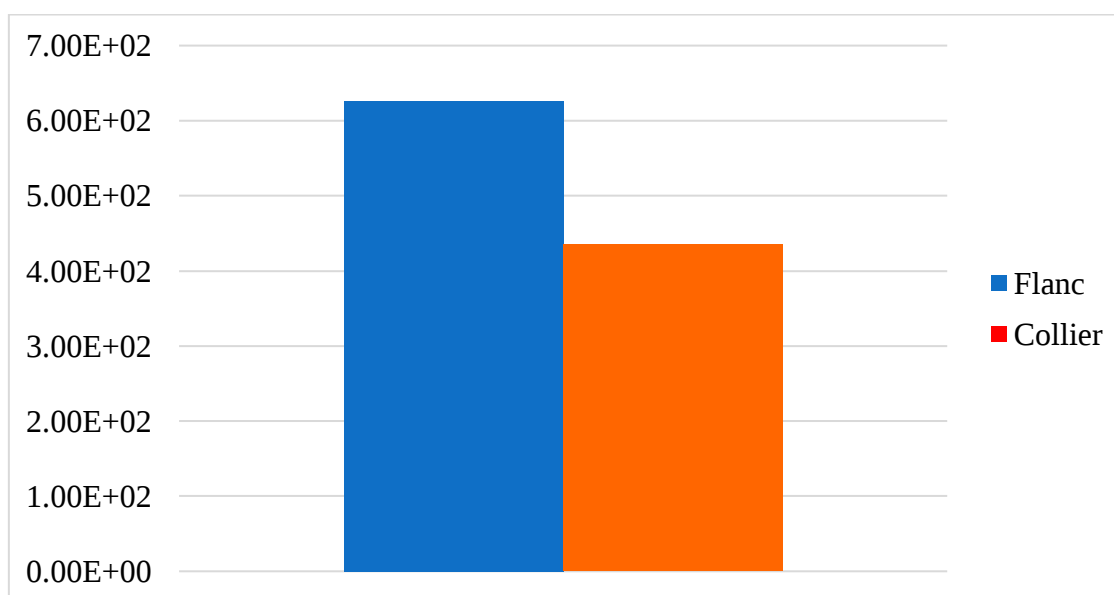


Figure 2 Charges microbiennes générales par site de prélèvement (collier / flanc)

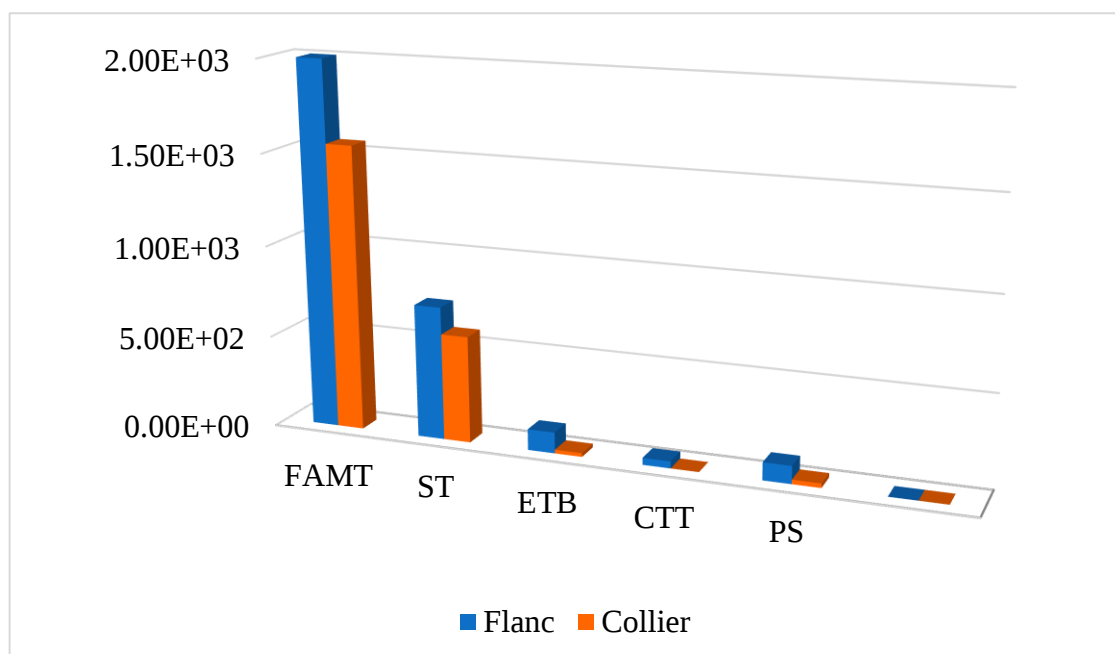


Figure 3: Charges microbiennes par groupe de microorganismes et par site de prélèvement (collier / flanc)

Cette présente étude révèle que le flanc présente des charges microbiennes plus élevées par rapport au collier. Ces données concordent avec les résultats rapportés par El Hadeff *et al.* (2005).

Le flanc aurait été exposé à d'importantes manipulations et sources de contamination contrairement au collier. En effet, outre la contamination par le cuir lors de la dépouille, les résultats obtenus peuvent être dus non seulement au fait que ce site de prélèvement se situe près de la fente d'éviscération, mais aussi à son contact avec le sol, aux manipulations effectuées lors des étapes d'abattage et à l'emploi d'outils contaminés.

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

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

II.1. FAMT

La FAMT constitue la flore prédominante de la contamination globale des carcasses bovines étudiées des deux zones anatomiques échantillonnées. La contamination du flanc est en outre supérieure à celle du collier.

Ce groupe représente un critère indicateur d'hygiène des procédés qui comprend des bactéries pathogènes pour l'homme ainsi que des microorganismes d'altération (MAPAQ, 2019).

La moyenne générale des 20 échantillons analysés est de $1,86E+03$ UFC/cm², ce qui est en-dessous du seuil d'acceptabilité mais au-dessus du critère microbiologique indiqué pour la FAMT ($1,00E+03$ UFC/cm²) (CE N°2073, 2005). Ainsi, le résultat est dit «acceptable» mais « non satisfaisant » (figure 4).

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

Parmi les facteurs observés, on peut citer :

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

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

Par ailleurs, la charge microbienne de la FAMT enregistrée dans cette étude ($1,86E+03$ UFC/cm²) est inférieure à celles qui ont été notées à Constantine ($5,34 \log$ UFC/cm²) en 2005 (El Hadeff *et al.*, 2005) et à Alger ($4,48 \log$ UFC/cm²) en 2009 (Nouichi et Hamdi, 2009).

II.2. Entérobactéries

La moyenne totale des 20 échantillons analysés est de 6,69E+01 UFC/cm², ce qui est en-dessous du seuil d'acceptabilité mais au-dessus du critère microbiologique indiqué pour les entérobactéries (1,00E+01 UFC/cm²) (CE N°2073, 2005). Ainsi, le résultat est dit « acceptable » mais « non satisfaisant » (figure 4).

Les résultats obtenus indiquent par ailleurs que le flanc est le site le plus contaminé par les entérobactéries. Ceci pourrait être engendré par la contamination de ce site anatomique par les matières fécales qui ont été déversées lors de l'éviscération des carcasses. En outre, le cuir des bovins lors de la dépouille, les mains et les vêtements des ouvriers peuvent également contribuer à cette contamination.

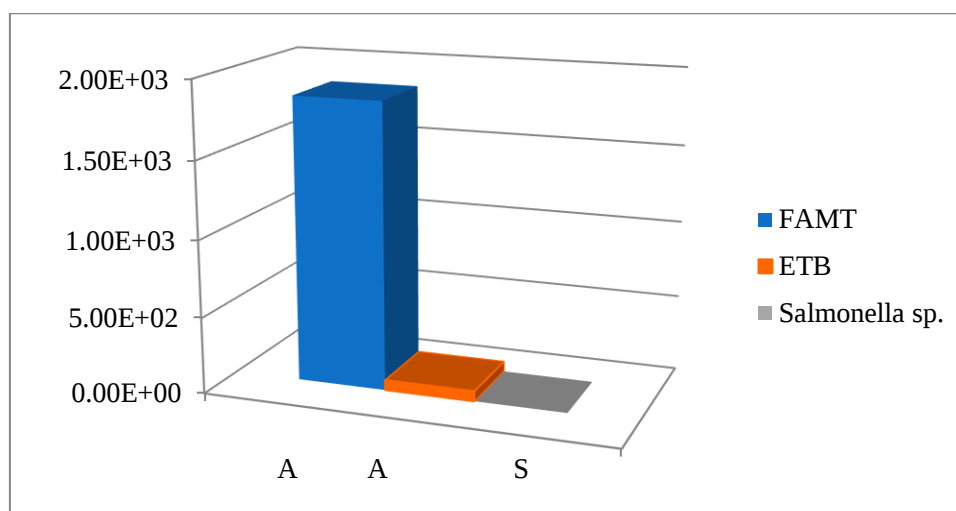
L'augmentation de la charge en entérobactéries peut aussi être associée à :

- L'emploi du même matériel pour les opérations d'abattage-habillage de toutes les carcasses sans aucun nettoyage ou stérilisation au préalable ;
- L'absence de nettoyage et de stérilisation des couteaux ;
- La présence de carcasses qui sont en contact avec le sol.

II.3. Recherche de *Salmonella* sp.

Tous les échantillons analysés sont négatifs pour *Salmonella* spp. (0% ; n=0/40) (Figures 05 et 06), ce qui indique que les résultats de tous les échantillons analysés (100%) sont « satisfaisants » pour le critère *Salmonella* sp (figure 4).

Selon le règlement (CE) N° 2073 (2005), les salmonelles font partie des critères d'hygiène des procédés des carcasses bovines. Ainsi, la procédure d'abattage ainsi que le mauvais nettoyage et désinfection de l'équipement et du matériel effectués dans cet abattoir n'auraient pas participé à la contamination des carcasses par *Salmonella* sp.



A : Acceptable ; S : Satisfaisant

Figure 4 Résultats des critères indicateurs d'hygiène des procédés

III. Charge microbienne des coliformes thermotolérants

Le groupe des coliformes thermotolérants présente les mêmes caractéristiques que les coliformes totaux, et ce, après incubation à 44°C. Même ce groupe ne figure pas parmi les indicateurs d'hygiène des procédés (ANSES, 2008a), à l'instar du groupe des coliformes totaux, il est également constitué de bactéries que l'on trouve dans l'intestin mais aussi dans l'environnement (Anonyme, 2020).

Comme la charge microbienne moyenne des coliformes thermotolérants est de l'ordre de $1,89E+01$ UFC/cm², différentes sources de contamination d'origine fécale ou environnementale avant le ressuyage des carcasses auraient contribué à l'augmentation de la charge microbienne non seulement des coliformes totaux, mais aussi des coliformes thermotolérants.

IV. Recherche d'*E. coli*

Parmi les coliformes totaux, il existe un sous-groupe de bactéries nommé coliformes thermotolérants, qui inclut l'espèce *Escherichia coli* (MAPAQ, 2019).

Cette espèce bactérienne est détectée dans 50,0% (09/18) des échantillons analysés. Sa présence indique une contamination fécale des carcasses prélevées car *E. coli* est le meilleur indicateur d'une contamination d'origine fécale, puisqu'elle est présente dans le tube digestif des animaux et de l'homme et qu'elle est le seul membre du groupe des coliformes à être exclusivement d'origine fécale. Néanmoins, son absence n'est pas une assurance absolue de l'absence de microorganismes entériques pathogènes tels que *Salmonella* et *Norovirus* (MAPAQ, 2019).

V. Charge microbienne de *Staphylococcus* sp.

En termes de fréquence, la charge de *Staphylococcus* sp. ($6,51E+02$ UFC/cm²) prend la seconde position parmi toutes les charges microbiennes enregistrées.

Ces microorganismes peuvent avoir une origine endogène car ils font partie des germes commensaux de la flore cutanée des animaux. Ils peuvent également avoir une origine exogène apportée par le principal site de contamination des mains qui est le bout des ongles chez l'homme. Ce dernier peut contaminer les carcasses au moment du dépeçage, de l'ablation de la mamelle et surtout à chaque fois qu'il y a un contact direct entre l'homme et la carcasse (Salifou *et al.*, 2013).

VI. Charge microbienne de *Pseudomonas* spp.

Avec une moyenne $6,00E+01$ UFC/cm², *Pseudomonas* spp. représente la bactérie la moins isolée après les coliformes thermotolérants ($1,89E+01$ UFC/cm²).

Pseudomonas spp. est considéré comme étant une bactérie ubiquiste pouvant vivre dans des niches écologiques très diverses avec une multiplication parmi les plus rapides sur les viandes. Il fait également partie des bactéries qu'on retrouve dans la chaîne d'abattage. Toutefois, ce sont les chambres froides qui constituent une source permanente de contamination des viandes (ANSES, 2008b ; Salifou *et al.*, 2013) ; d'où la faible charge enregistrée.

Conclusion et recommandations

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

Les échantillons testés sont contaminés par tous les microorganismes recherchés et dénombrés (FAMT, *Staphylococcus* sp., entérobactéries, coliformes thermotolérants, *E. coli* et *Pseudomonas* sp.), à l'exception de *Salmonella* sp. ($n=0/40$; 0%). Il convient de noter que la flore dominante est la flore aérobie mésophile totale ($1,86E+03$ UFC/cm²). Par ailleurs, le site anatomique le plus contaminé par ces microorganismes lors du processus d'abattage est le flanc ($6,26E+02$ UFC/cm²) contrairement au collier ($4,35E+02$ UFC/cm²).

Les résultats des critères d'hygiène des procédés révèlent que la qualité hygiénique des carcasses bovines est satisfaisante pour *Salmonella* spp. ($n=0/40$; 0%) et acceptable pour la FAMT ($1,86E+03$ UFC/cm²) ainsi que les entérobactéries ($6,69E+01$ UFC/cm²). Ceci serait associé à la présence de plusieurs sources de contamination des carcasses à l'abattoir. Parmi lesquelles nous citons : le non-respect des règles d'hygiène, notamment le comportement du personnel durant l'opération d'habillage des carcasses, la contamination par d'autres sources potentielles (air, eau, équipement et matériel) ainsi qu'un mauvais nettoyage et désinfection de l'équipement et du matériel utilisés.

Ces résultats peuvent néanmoins être améliorés, et ce en instaurant des mesures correctives adéquates. En effet, des mesures correctives facilement applicables peuvent être instaurées pour améliorer la qualité sanitaire de la viande et par conséquent protéger la santé du consommateur.

Ces mesures se traduisent essentiellement par :

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

Références bibliographiques

- **ABOUKHEIR S., KILBERTUS G., 1974.** Fréquence des levures dans les denrées alimentaires à base de viande. Ann. Nutr. Aliment. Vol 28. p-539-547.
- **AFSSA (2003).** Bilan des connaissances relatives aux Escherichia coli producteurs de Shiga-toxines (STEC). Agence française de sécurité sanitaire des aliments, maisons-Alfort.
- **ALQUATI, C., DE GIOIA, L., SANTAROSSA, G., ALBERGHINA, L., FANTUCCI, P., LOTTI, M. 2002.** The cold-active lipase of *Pseudomonas fragi*. Heterologous expression, biochemical characterization and molecular modeling. Eur. J. Biochem., 269: 3321-3328
- **ANDJONGO E.G., 2006.** Étude de la contamination des surfaces dans les industries de transformation des produits de la pêche au Sénégal : cas de la pirogue bleue. Mémoire de diplôme de docteur vétérinaire. Université Cheik Anta Diop de Dakar, p 111.
- **ANDJONGO, E., 2006.** Etude de la contamination des surfaces dans les Industries de transformation des produits de la Pêche au Sénégal: cas de la pirogue bleue. Mémoire de Magister en médecine vétérinaire. Faculté de Médecine, Université de Dakar.
- **ANNALISA P., ANDREA O., MARINA P., FRANCESCA C., VITTORIO V., FRANCESCA P., MARTINA F., ELEONORA M., ALBERTO P., FRANCO T., 2016.** Trends in the microbial contamination of bovine, ovine and swine carcasses in three small-scale abattoirs in central Italy: A four-year monitoring, Meat Science, Volume 111. Pages 53-59,
- **ANONYME, (2020).** Laboratoire départemental d'analyses : Analyses bactériologiques alimentaires. Lozère. France. 5 pages.
- **ANONYME., 2001.** Décision communautaire 2001/147/CE du 08-06-2001. JOCE du 21-06, ppL. 165/48-53.
- **ANSES, (2008).** AVIS de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif aux critères microbiologiques exigibles pour le lait cru de bovin livré en l'état et destiné à la consommation humaine. 10 pages.
- **ANSES., (2021).** l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement : Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : *Salmonella spp.*
- **AUBERT M., 1973.** Equilibre biologique et pouvoir auto-épurateur de la mer. In . *La mer Méditerranée, Paris : CIHEAM, 19* : 117-123. ill., tabl. (Options Méditerranéennes)
- **AVRIL J.L., DABERNAT H., DENIS F. et al., 2000.** Bactériologie Clinique. Ellipses. 3ème Edition. Vol 602. 511p.
- **BAILLY J.D., BRUGERE H., CHARDON H., 2012.** Micro-organismes et parasites des viandes: les connaître pour les maîtriser, de l'éleveur au consommateur. Centre d'information des viandes :Paris, France. Vol 51. p5-11.
- **BANERJEE D., STABLEFORTH D., 2000.** The treatment of respiratory pseudomonas infection in cystic fibrosis : what drug and which way? Drugs, 60(5), 1053-1064.
- **BARON, S., 1996.** Medical Microbiology 4th edn (Galveston: University of Texas Medical Branch).
- **BAUCHART.D., CHANTELOT.F., GANDEMER.G., 2008.** Qualités nutritionnelles de la viande et des abats chez le bovin: données récentes sur les principaux constituants d'intérêt nutritionnel. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, . Vol 43. p 29-39.

- **BÄUMLER A., TSOLIS R., FICHT T., ADAMS L., 1998.** Evolution of host adaptation in *Salmonella enterica*. *Infect.Immun.*, 66(10) : 4579-4587.
- **BEAN N.H., GRIFFIN P.M., GOULDING J.J., IVERY C.B., 1990.** Food borne disease outbreaks. 5 years summary. 1983 - 1987.1. *Food Prot.*, 53 (8), 711 – 72.
- **BENAISSA, A., 2011.** Etude de la qualité microbiologique des viandes cameline et ovine conservées selon différents modes. Mém. Magister Microbiol. Appl., Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, 43-54
- **BENAISSA, A., 2011.** Etude de la qualité microbiologique des viandes cameline et ovine conservées selon différents modes. Mém. Magister Microbiol. Appl., Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, 43-54.
- **BERCHE P., 2003.** Bactériologie systématique. France: Faculté de Médecine Necker-Enfants Maladies.
- **BES M, BRUN Y., 2002.** *Staphylococcus : actualités taxonomiques et identification.* Revue Française des Laboratoires, mai 2002, N° 343.
- **BEUTIN L, BULTER M, WEBER A ET AL. (2000).** Investigation of human infections with verocytotoxin-producing strains of *Escherichia coli* (VTEC) belonging to serogroup O118 with evidence for zoonotic transmission. *Epidemiol infect*, 125(1): 47-54.
- **Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (BMBL) 5th Ed. 2009.** (U.S. Department of Health and Human Services).
- **BLOOD., 1969.** Food hygiene. *Food Processing In.* GOUDIABY (25), p37-40.
- **BORNERT G., 2000.** *Importance des bactéries psychotropes en hygiène des denrées alimentaires.* *Revue Méd. Vét.* 151 (11) : 1003-10.
- **BOUDOUKA, A., GHAT, K., 2017.** Étude de la contamination bactérienne des viandes réfrigérées par les *Pseudomonas* de la flore psychrotrophe. Mémoire de diplôme Master, Université des Frères Mentouri, Constantine.
- **BOURGEOIS C.M., et LEVEAU J., 1991.** Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Paris: Lavoisier TEC et DOC, 484 p. Le contrôle microbiologique., vol.3, 247- 259
- **BOUVET P., MOLL M., MOLL N., 1995.** *Salmonelles et Salmonelloses en France.* Dans: Sécurité alimentaire du consommateur (Collection STAA).Editions Lavoisier. pp :1-20.
- **BRYAN F.L., 1988.** Risks of Practices, Procedures and Processes that Lead to Outbreaks of Foodborne Diseases. *J Food Prot* 1988 Aug;51(8):663-673. doi: 10.4315/0362-028X-51.8.663.
- **CARIP, C., SALAVERT, M.-H., TANDEAU, A., 2015.** Microbiologie, hygiène et droit alimentaire, Lavoisier-Tec & Doc.
- **CARTIER P., 2004.** Points de repères en matière de qualité microbiologique viandes bovines. *Interbev.* Institut de l'élevage, p 175.
- **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 .
- **CARTIER, P., 2004.** Points de repères en matière de qualité microbiologique viandes bovines. *Viandes et produits carnés*, 175-179.
- **CARTIER, P., 2007.** Le point sur La qualité des carcasses et des viandes de gros bovins, *Compte rendu final n° 17 05 32 022*, Service Qualité des Viandes, Département Techniques d'Elevage et Qualité, p 12, 58,59.
- **CARTIER, P., MOEVI, I., 2007.** Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. *Compte rendu final*, 05.

- **CATHERINE JURIE., ANNE LISTRAT., 2010.** Muscle et viande de ruminant (structure et fonction des constituants du muscle squelettique). Inra prod. P 61-67.
- **CATSARAS M.V., 1991.** Méthodes, d'évaluation des microflores à incidence sanitaire : les indices de contamination fécale. Technique d'analyse et de : contrôle dans les industries agroalimentaires. Le contrôle microbiologique., Tec. & Doc, APRIA, vol.3, 247-259.
- **CE. IRSA CENTRE INTERMINISTERIEL DE RECHERCHE ET DE DOCUMENTATION SUR LA SECURITE ALIMENTAIRE, 2010.** Blue Mozzarella [en ligne] [consulté le 06/11/2020] Disponible sur internet : <https://www.ceirsa.org/leggitutto.php?idrif=259>.
- **CHALMERS R., AIRD H., BOLTON F.J., 2000.** Waterborne Escherichia coli O157. Journal of applied Microbiology, 88, 124-132.
- **CIV (CENTRE D'INFORMATION DES VIANDES). 1996.** Valeurs nutritionnelles des viandes, analyses réalisées par la société scientifique d'hygiène alimentaire, CIV , 64 rue Taitbout, 75009 Paris.
- **CIV-INRA. (2009)** .Valeurs nutritionnelles des viandes crues. L'essentiel des viandes.
- **COHEN N., KARIB H., 2006.** Risque hygiénique lié à la présence des Escherichia coli dans les viandes et les produits carnés : Un réel problème de santé publique? Les Technologies de Laboratoire No. 1 .Vol. 1
- **COHEN N., KARIB H., 2006.** Risque hygiénique lié à la présence des Escherichia coli dans les viandes et les produits carnés : Un réel problème de santé publique? Les Technologies de Laboratoire No. 1 .Vol. 1.
- **DELARRAS, C. 2008.** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire. Paris : Ed TEC & DOC, Lavoisier, 476 p.
- **DENNAI N., KARRATI B., EL YACHIOUI M., 2000.** Bovins à l'abattoir : Une microbiologie fluctuante. VPC, 21 (6) : 191-196.
- **DENNAÏ N., KHARRATTIB B., EL YACHIOUIM A., (2001).** Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Annales de Médecine Vétérinaire*.145 : p270-274.
- **DUMONT B.L., 1982.** Conséquences technologiques des flores microbiennes contaminant la viande fraîche. Hygiène et technologie de la viande fraîche. Ed. C.N.R.S, 155 - 160.
- **DUMONT ET VALIN., 1982.** Bases biochimiques de l'hétérogénéité du tissu musculaire et des viandes. Ed INRA. Paris . p77.
- **EDEN, R., 2014.** ENTEROBACTERIACEAE, COLIFORMS AND E. COLI| Classical and Modern Methods for Detection and Enumeration.
- **EL GROUD R., 2007.** Appréciation de l'hygiène globale de l'abattoir de Constantine par l'évaluation de la contamination superficielle des carcasses bovines et ovines. P : 81. In Belaid, 2007.
- **EL HADEF E.O., ELGROUD R., KENANA H., QUESSY S., (2005).** Evaluation de la contamination superficielle des carcasses bovines et ovines provenant de l'abattoir municipal de Constantine en Algérie. *Canadian Veterinary Journal*. 46 (7): p638-640.
- **ELRAMMOUZ., 2008.** Etude des changements biochimiques post mortem dans le muscle des volailles. Contribution au déterminisme de l'amplitude de la diminution du pH. P3 ,4.
- **ERCOLINI D., RUSSO F., BLAIOTTA G., PEPE O., MAURIELLO G., VILLANI F., 2007.** Simultaneous detection of *Pseudomonas fragi*, *P.lundensis* and *P.putida* from meat by use of a multiplex PCR assay targeting the carA gene. Appl Environ Microbiol, 73(7) : 2354-9.

- **EUZÉBY J.P. 2007** : Dictionnaire de bactériologie vétérinaire. [en ligne] Adresse URL : <http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/>, consulté le 15/08/2007.
- **EV RAT-GEORGEL C., 2005.** Etude préalable sur la construction d'une table de composition nutritionnelle des produits carnés (viandes et abats de ruminants), ofival-interbev-CIV-institut de l'élevage, 154p.
- **FAVIER J.C., IRELAND-RIPER J., TOQUE C., FEINBERG M. 1995.** Répertoire général des aliments. Tables de composition, INRA éditions, pages : 879.
- **FEDERIGHI M., 2005.** Bactériologie Alimentaire, compendium d'hygiène des aliments. 2ème Ed. Economica, pp.25-30.
- **FEDERIGHI M., 2005.** Bactériologie alimentaire. Compendium d'hygiène des aliments. 2ème Edition Economica. P 1-292.
- **FELDMAN M., BRYAN R., RAJAN S., SCHEFFLERL., BRUNNERT S., TANG H., PRINCE A., 1998.** Role of flagella in pathogenesis of *Pseudomonas aeruginosa* pulmonary infection. *Infection and Immunity*, 66(1), 43-51.
- **FERNANDEZ M., PORCEL M., DE LA TORRE J., MOLINA-HENARES M.A., DADDAOUA A., LLAMAS M.A., ROCA A., CARRIEL V., GARZON I., RAMOS J.L., ALAMINOS M., DUQUE E., 2015 .** Analysis of the pathogenic potential of nosocomial *Pseudomonas putida* strains. *Front Microbiol*, 6 : 871.
- **FGUIRI I., AYEB N., ARROUM S., DBARA M., HAMMADI M., KHORCHANI T., 2021.** Effet de la méthode de décongélation sur la qualité microbiologique de la viande de chameau décongelée par rapport à la viande fraîche dans les régions arides tunisiennes. *La revue scientifique Viandes & Produits Carnés* ,2021 . P3.
- **FONT-I-FURNOLS M., GUERRERO L., (2015).** Déterminisme de la consommation de la consommation de viande. *Viandes et Produits Carnés*, VPC-31-3-5.
- **FOOD SAFETY AND INSPECTION SERVICE (F.S.I.S), 1994.** Nationwide beef microbiological baseline data collection program: .steers and heifers October 1992 - September 1993. V.S. Department of Agriculture, FSIS, Sciences and technology, Microbiology Division, Washington, D.C.
- **FOSSE J., MAGRAS C., 2004.** Dangers biologiques et consommation des viandes. Paris: Lavoisier 220 p.
- **FOURNAUD J., 1982.** Types de germes rencontrés aux différents stades de la filière. *Hygiène et technologie de la viande fraîche*. Ed CNRS, 109 – 132.
- **FOURNAUD, J., 1982.** Type de germes rencontrés aux différents stades de la filière: In *hygiène et technologie de la viande fraîche*. Edition du CNRS, 109-119.
- **GAELE R., 2007 .** Contribution à l'étude de facteurs de virulence d'une souche hospitalière de *Pseudomonas fluorescens* : activité hémolytique et variation phénotypique. P 2. Biochimie [q-bio.BM]. Université de Rouen, 2007. Français. ffNNT : ff. fftel-00369543f.
- **GEAY Y., BAUCHART D., HOCQUETTE J.F., CULIOLI J., (2002).** Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes des ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux. *Inra Productions Animales*, 15, 37-52.
- **GEAY Y., BAUCHART D., HOCQUETTE J-F., CULIOLI J. 2002.** Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes de ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux. *INRA Prod. Anim.*, 15 :37-52.
- **GHA FIR Y., DAUBE G., 2007.** Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. *Annales de Médecine Vétérinaire*. Liège, pp. 79-100.

- **GHAFIR, Y., DAUBE, G., 2007.** Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. Annales de Médecine Vétérinaire. Liège, pp. 79-100
- **GIRARD J, 1986 .** Les lipides animaux dans la filière viande. Volume 2 : Leur rôle dans le déterminisme des qualités des carcasses, des viandes, des tissus adipeux et des produits carnes. V 172. (FRA)
- **GOMES, NC; KOSHELEVA, IA; ABRAHAM, WR; SMALLA, K, 2005.** Effects of the inoculant strain *Pseudomonas putida* KT2442 (pNF142) and of naphthalene contamination on the soil bacterial community". FEMS Microbiology Ecology. 54 (1) : 21–33. Disponible sur internet: doi:10.1016/j.femsec.2005.02.005. PMID 16329969.
- **-GOUDIABY., 2005.** Contribution à l'étude de la contamination superficielle des carcasses ovines. Aux abattoirs. Mémoire de diplôme d'études approfondies de Productions animales. p 5
- **GOURMELON M., DERRIEN A., CRENN 1., LOAEC S., 2002.** Dénombrement des coliformes thermotolérants ou des *Escherichia coli* dans des sédiments côtiers vaseux . vol :72. P :4
- **-GUEROUI, Y., 2018.** Aspect Microbiologique de la Sécurité et de la Qualité. Guiraud, J.-P., 1998. Microbiologie alimentaire, Dunod
- **GUESDON J.C., 2008.** Production bovine : chiffres clés 2008 en lait et viande. Office de l'élevage, Tendence, 183, 11p.
- **GUIRAUD J. P., 1998.** Microbiologie alimentaire technologie et ingénierie - série agroalimentaire. Du noud. Paris P: 144-145 : 652.
- **GUIRAUD J., GALZY P., 1980 .** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Paris [FRA] : Editions de l'usine nouvelle, 1980 . 240Pp.
- **GUIRAUD, J.-P., 1998.** Microbiologie alimentaire, Dunod. Gupta, R., Dudeja, P., 2017. Ready to eat meals. Food Safety in the 21st Century, Elsevier, pp. 541-545.
- **GYLES CL (2007).** Shiga toxin-producing *Escherichia coli*: an overview. J Anim Sci, 85 (13 Suppl): E45-62.
- **HACHICH EM., DI BARI M., CHRIST AG., LAMPARELLI C., RAMOS S., SATO MZ., (2012).** Comparaison of thermotolerant coliforms and *Escherichia coli* densities in freshwater bodies. *Brazilian Journal of Microbiology*. 675-681.
- **HALL, J. E., & GUYTON, A. C. (2020).** Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. Elsevier
- **HENRY M., 1992.** L'alimentation et la nutrition humaine : les viandes de boucherie.ESF .Paris . pp738-750.p1533.pp739-741 , pp747-748
- **HEREDIA N., GARCIA S., ROJAS G., SALAZAR L., 2001.** Microbiological Condition of Ground Meat Retailed in Monterrey, Mexico. Food Prot., 64 (8): 1249-1251
- **HUI, Y. H., & NOLLET, L. M. L. (EDS.). (2012).** Handbook of Meat and Meat Processing (2nd ed.). CRC Press.
- **HUMBERT F., 1992.** Salmonelles et filière avicole: aspects épidémiologiques et incidence sur la santé publique. Point vétérinaire ; 24(145) : 201-206.
- **ICSMF (1996).** Microorganisms in foods. Blackie academic and professional press, Londres, New York.
- **IMEN F., NAZIHA A., SAMIRA A., MOHAMED D., MOHAMED H., TOUHAMI K., 2021.** Viandes & Produits Carnés. Décongélation de la viande cameline et qualité microbiologique. P 3.
- **INSPQ, (2003).** Institut national de santé publique du Québec .Centre d'expertise et de référence en santé publique. Centre d'expertise et de référence en santé publique. P 1.

- [en ligne] [consulté le 19/04/2024] Disponible sur internet : <https://www.inspq.qc.ca/eau-potable/coliformes-totaux> .
- **J.F. MESCLE, J. ZUCCA ., 1990.** Microbiologie alimentaire : aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments ; origine et comportement des microorganismes des aliments, 2^e édition ; page. 04
 - **JAMES B., KAPER., JAMES P., NATARO., HARRY L.T., MOBLEY., 2004.** *Pathogenic Escherichia coli* . Nat RevMicrobiol. Pages 123-140 .
 - **JOFFIN C., JOFFIN J.N .,2010.**Microbiologie alimentaire.6^{ème} édition , 1 vol. 344 p. biologie technique, CNDPCRD, bordeaux, p247,257,261 . 14.
 - **JOUE J.L., 1990.** Microbiologie alimentaire et filière viande , *Viandes et Produits Carnés*, 11, 1990, P 207-213.
 - **KAYSER F.H ., BIENZ K.A ., ECKERT J., ZINGERNAGEL R.M ., (EDS.). 2001.** Medical Microbiology (10th ed.). Stuttgart, Germany : Georg Thieme Verlag.
 - **KOOH P., 2022.** Aliments contaminés par la bactérie E. coli : quels effets sur la santé et comment prévenir les infections ? The Conversation France, 2022. {anses-03821936} . [en ligne] [consulté le 06/03/2024] Disponible sur internet :<https://www.anses.fr/fr/content/aliments-contamin%C3%A9s-par-la-bact%C3%A9rie-e%C2%A0coli%C2%A0-quels-effets-sur-la-sant%C3%A9-et-comment-pr%C3%A9venir>
 - **KORSAK N., CLINQUART A., DAUBE G.. 2004.** *Salmonella spp. dans les denrées alimentaires d'origine animale : un réel problème de santé publique ?* Les annales de médecine vétérinaire 148(4): 174-193
 - **LABADIE J.C., DOUSSET X., HEBRAUD M., 1996.** Les Pseudomonas et autres bactéries Gram - d'altération. In : **BOURGEOIS C.M., MESCLE J.F., ZUCCA J.** (Eds.), Microbiologie alimentaire. Tome 1 : aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Technique et Documentation: Paris, p 209-220.
 - **LABADIE J.C., DOUSSET X., HEBRAUD M., 1996.** Les Pseudomonas et autres bactéries Gram - d'altération. In : Bourgeois C.M., Mescle J.F., Zucca J. (Eds.), Microbiologie alimentaire. Tome 1 : aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Technique et Documentation: Paris, p 209-220.
 - **LATOUR, X., CORBERAND, T., LAGUERRE, G., ALLARD, F. AND LEMANCEAU, P., 1996.** The composition of fluorescent Pseudomonad populations associated with roots is influenced by plant and soil type. Appl. Environ.Microbiol. 62 : 2449-2456.
 - **LAWRIE, R.A., LEDWARD, D.A. (2006).** Lawrie's meat science (7th ed). Woodhead publishing
 - **LE LOIR Y., GAUTIE M., 2009.** Identification de l'Espèce au Sein du Genre. In: Staphylococcus aureus. Paris: Tec et Doc, pp.8- 207.
 - **LE MINOR L, POPOFF MY, BOCKEMUHL J (1990).** Supplement 1989 (n. 33) to the Kauffmann-White scheme. Res Microbiol; 141(9): 1173: 1177.
 - **LEJEUNE J.T., BESSER T.E., HANCOCK D.D. 2001.** Cattle Water Troughs as Reservoirs of *Escherichia coli* O157 . Environ. Microbiol. 67: 3053-3057.
 - **LEONG J., 1986.** Siderophore : *their biochemistry and possible role in the biocontrol of plant pathogens*. Ann.Rev.Phytopathol 24: 187-208 .
 - **LEYRAL G., VIERLING E., 2007.** Microbiologie et toxicologie des aliments, Hygiène et sécurité alimentaire : chapitre IV : infections alimentaires d'origine microbienne. Agents infectieux responsable de toxi-infections alimentaires. Doin éditeurs, centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, 4^{ème} édition. Page : 54, 55, 81, 82, 101, 107, 108.
 - **LIU P.V., MERCER, C. B., 1963.** Growth, Toxigenicity and Virulence of *Pseudomonas Aeruginosa*. *The Journal of Hygiene*, 61, 485-491.

- **LÖFSTRÖM C., HANSEN T., MAURISCHAT S., MALORNY B., 2016.** *Salmonella*: Salmonellosis. In : Encyclopedia of Food and Health . pp. 701-705. ISBN 978-0-12-384953-3.
- **LOUKIADIS, E., 2007.** Facteurs de virulence et dissémination dans l'environnement via les effluents d'abattoirs d'animaux de boucherie d'*Escherichia coli* entérohémorragiques (EHEC). Thèse de doctorat d'université de Toulouse III, 225p.
- **LUIGI R., KERVELLA J.Y., 1990.** Les viandes et produits carnés : leur rôle dans les toxi-infections alimentaires. In: Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France tome 143 n°3, 1990. pp. 57-70;doi : 10.4267/2042/64376.
- **MAPAQ, (2019).** MAPAQ, 2019. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytique en microbiologie alimentaire. 58 pages.
- **MARQUÉS, SILVIA; RAMOS, JUAN L. 1993.** Transcriptional control of the *Pseudomonas putida* TOL plasmid catabolic pathways". Molecular Microbiology. 9 (5) : 923–9. Disponible sur internet : doi :10.1111/j.1365-2958.1993. tb01222.x. PMID 7934920.
- **-MAVRODI, O.V., MCSPADDEN GARDENER, B.B., MAVRODI, D.V., BONSALL, R.F., WELLER, D.M. AND THOMASHOW, L.S., 2001.** Genetic diversity of phlD from 2,4-diacetylphloroglucinol-producing fluorescent *Pseudomonas* species. Phytopathol. 91 : 35–43.
- **MCEVOY J.M., DOHERTY A.M., FINNERTY M., SHERIDAN J.J., MCGUIRE L., BLAIR, I.S., et al., 2000.** The relationship between hide cleanliness and bacterial numbers on beef carcasses at a commercial abattoir, *Lettres en microbiologie appliquée* , volume 30, numéro 5, 1er mai 2000, pages 390 à 395.
- **MENA K.D., GERBA C.P., 2009.** Risk Assessment of *Pseudomonas aeruginosa* in Water, Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, V:201, p 71-115.
- **-MENDONCA, A., THOMAS-POPO, E., GORDON, A., 2020.** Microbiological considerations in food safety and quality systems implementation. Food Safety and Quality Systems in Developing Countries, Elsevier, pp. 185-260.
- **MESCLE J.F., ZUCCA J., 1988.** Comportement des microorganismes en milieu alimentaire. Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Technique et Documentation-Lavoisier ,vol. 1.p :419, 9 - 48.
- **MEYER J.M., ABDALLAH M.A., 1978.** The fluorescent pigment of *Pseudomonas fluorescens*: biosynthesis, purification and physicochemical properties. J. Gen. Microbiol. 107: 319-328.
- **-MILSOM, W. K., & BONE, Q. (2008).** Muscles and movements: A brief overview of muscle physiology. In Vertebrate Red Blood Cells: Adaptations of Function to Respiratory Requirements (pp. 277-279). Springer.
- **NEWTON K., HARRISON J., SMITH K., 1977.** Coliforms from hides and meat . Environ. Microbiologie 33 (1). P199-200.
- **NORME ISO 17604, (2003)** Microbiologie des aliments — Prélèvement d'échantillons sur des carcasses en vue de leur analyse microbiologique.
- **NORME ISO 18593, (2004).** Microbiology of food and animal feeding stuffs – horizontal methods for sampling techniques from surfaces using contact plates and swabs. 1^{er} tirage.8 pages.
- **NORME ISO 6579, (2002).** Microbiologie des aliments — Méthode horizontale pour la recherche des *Salmonella* spp.
- **NORME ISO 6579-1, (2017).** Microbiologie de la chaîne alimentaire — Méthode horizontale pour la recherche, le dénombrement et le sérotypage des *Salmonella*.

- **NORME ISO 7218, (2007).** Microbiologie des aliments — Exigences générales et recommandations.
- **NORME NF V08-050, (1999).** Microbiologie des aliments - Dénombrement des coliformes par comptage des colonies obtenues à 30 degrés Celsius - Méthode de routine.
- **NORME NF V08-051, (1992).** Microbiologie des aliments - Dénombrement des microorganismes par comptage des colonies obtenues à 30 degrés Celsius - Méthode de routine.
- **NORME NF-ENISO 6887-1, 1999.** Microbiologie des aliments - Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique - Partie 1 : règles générales pour la préparation de la suspension mère et des dilutions décimales.
- **NOUICHI S., HAMDI T.M., (2009).** Superficial Bacterial Contamination of Ovine and Bovine Carcasses at El-Harrach Slaughterhouse (Algeria). *Eur.J. Sci. Res.* 38(3), 474-485.
- **OCKERMAN, H. W., & BASU, L. (EDS.). (2017).** Encyclopedia of Meat Sciences (2nd ed.). Academic Press.
- **OUMOKHTAR, B ; KARIB, H ; BOUCHRITI, N ; ARABA, A. (1998).** Appréciation de la qualité bactériologique de la viande et des abats de taurillons fraîchement abattus dans les abattoirs de Rabat. *Actes Inst. Agron. Veto*, 18 (3), 169-176.
- **PALLERONI, N.J., 1984. GENUS I. PSEUDOMONAS MIGULA 1894.** In: Krieg, N.R., Holt, J.G.(Eds.), *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, vol. I. Williams and Wilkins Co, Baltimore, USA, pp. 141–171.
- **PATEL, A., SINGHANIA, R., PANDEY, A., JOSHI, V., NIGAM, P., SOCCOL, C., 2014.** Enterobacteriaceae, Coliforms and E. coli. *Encyclopedia of Food Microbiology: Second Edition*, Elsevier Inc., pp. 659-666.
- **PATTEN, C.L., GLICK, B.R., 2002.** Regulation of indoleacetic acid production in *Pseudomonas putida* GR12-2 by tryptophan and the stationary phase sigma factor RpoS. *Can. J. Microbiol.* 48 : 635-642.
- **PEREIRA P.M.C.C., VICENTE A.F.R.B., 2012 .** Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet . *Meat Science* 93 (2013) 586–592. P 1.
- **RABIE N.S., KHALIFA N.O., RADWAN M.E.I., AFIFY J.S.A., 2012.** Epidemiological and Molecular Studies of Salmonella Isolates from Chicken, Chicken Meat and Human in Toukh, Egypt. *Global Veterinaria* 8 (2): 128-132.
- **RAHKIO T.M., KORKEALA H.J., 1997.** Airborne bacteria and carcass contamination in Slaughterhouses. *Journal of Food Protection* 60, 38–42
- **ROBERT, D 2013.** *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline (SARM) : généralités, antibiotiques actifs, résistances acquises, et implication en pathologie communautaire illustrée par l'exemple des infections acquises au cours de la pratique sportive. Thèse de Doctorat. Université angers, France. 115 p.
- **RODIER J., BAZIN C., BROUTIN J.P., CHAMBON P., CHAMPASAU H. & RODI L. 2005.** L'analyse de l'eau, eaux naturelle , eaux résiduaire, eau de mer. 8ème Ed. P : 130- 151.vol : 1381 pages.
- **ROSSET R, 1982 .** Les méthodes de décontamination des viandes dans traitement divers dans l'hygiène et technologie e la viande fraîche .CNRS .Paris .pp 193-197.p352.
- **ROSSET R., 1988. -** Autres viandes et produits carnés .Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la: qualité alimentaire. Tec. & Doc, APRIA, vol. I, 237-250.

- **ROSSET R., LAMELOISE p., 1984.** Multiplication de la microflore initiale et conséquences. Les viandes. Hygiène et technologie. Informations Techniques des, services vétérinaires, 133 - 138.
- **ROSSET R., ROUSSEL-CIQUARD N., 1982.** Conséquences hygiéniques des flores microbiennes contaminant la viande : 1/ la putréfaction. Hygiène et technologie des viandes fraîches. Ed. CNRS, 137 - 140.
- **ROZIER J., CARLIER V., BOINOT F., 1985.** Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments. Maisons-Alfort : École nationale vétérinaire, 230 p
- **Salifou C.F.A., Boko K.C., Ahounou G.S., Tougan P.U., Kassa S.K., Houaga I., Farougou S., Mensah G.A., Clinquart A., Youssao A.K.I. (2013).** Diversité de la microflore initiale de la viande et sécurité sanitaire des consommateurs. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(3): 1351-1369.
- **Santé Canada (2012).** Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique — *Escherichia coli* . p 9. Bureau de l'eau, de l'air et des changements climatiques, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa (Ontario). (Numéro de catalogue H144-7/2013F-PDF).
- **SIERRA, M.L., GONZALEZ-FANDOS, E., GARCIA-LOPEZ, M.L., FERNANDEZ, M.C.G., PRIETO, M., 1995.** Prevalence of Salmonella, Yersinia, Aeromonas, Campylobacter, and cold-growing Escherichia coli on freshly dressed lamb carcasses. *J. Food Prot.* 58(11), 1183-1185.
- **SIONNEAU O., 1993.** La contamination microbienne superficielle des carcasses des bovins : Origine, prévention et décontamination. Thèse de doctorat Vétérinaire de Lyon. p 2-11.
- **Tall F., 2003.** Qualité bactériologique de la viande de poulet de chair –au Sénégal: incidence des conditions d'élevage et d'abattage des volailles, Mémoire de magister en Productions Animales, Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire (EISMV), 37p.
- **Toldrá, F. (Ed.). (2011).** Handbook of Fermented Meat and Poultry (2nd ed.). Wiley-Blackwell
- **UIRAUD, J.-P. 2012.** Microbiologie Alimentaire. Éditeur DUNOD. Collection : Technique et ingénierie – Agroalimentaire, 696 pages
- **USDA, 2019 . département de l'Agriculture des États-Unis .ID FDC :174036** Numéro NDB : 23572 FDC Publié : 2019. [en ligne] [consulté le 12/11/2023] Disponible sur internet : <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/174036/nutrients> .
- **VERDIER, I., LINA, G., GILLET, Y., VANDENESCH, F. 2012.** Staphylococcus [en ligne]] [consulté le 20/01/2024] Disponible sur internet : <http://www.microbes-edu.org/etudiant/staph.html> .
- **VIDODIC S, MANGALAPPALLI-ILLATHU AK, KORBER DR (2011).** Prolonged cold stress response of escherichia coli O157 and the role of rpoS. *Int J Food Microbiol*, 146(2): 163-166.
- **VIERLING E., 2003.** Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages).
- **VIERLING, E., LEYRAL, G., 1997.** Microbiologie et Toxicologie des aliments. Hygiènes et sécurité alimentaires.
- **VISCA, P., IMPERI, F. AND LAMONT, I.L., 2007.** Pyoverdine siderophores: from biogenesis to bio significance. *Trends Microbiol.* 15 : 22–30
- **WEILL X. F., 2008 .**Zoonotic non-typhi *Salmonella* and antibiotic resistance. *Bull. Acad. Vét. France* - Tome 161 - N°3. P : 222 .

- **WERTHEIM H.F., MELLES D.C., VOS M.C., VAN LEEUWEN W., VAN BELKUM A. VERBRUGH H.A. et NOUWEN J.L., 2005.** The role of nasal carriage in *Staphylococcus aureus* infections. *Lancet Infect. Dis.* 5:751-762.
- **WILLCOX, M.D, 2007.** *Pseudomonas aeruginosa* infection and inflammation during contact lens wear : a review. *Optometry and Vision Science : Official Publication of the American Academy of Optometry*, 84(4), 273-278. doi : 10.1097/OPX.0b013e3180439c3e
- **WILLIAM M, 2018.** Etude de l'impact de *Staphylococcus aureus* sur la formation du tissu osseux. *Bactériologie*. 2018. hal-01973419f .
- **ZWEIFEL C., BALTZER D., STEPHAN R., (2005).** Microbiological contamination of cattle and pig carcasses at five abattoirs determined by swab sampling in accordance with EU decision 2001/471/EC. *Meat Sci.* 69, 559-566.
- **ZWEIFEL C., FISCHER R., STEPHAN R.. (2008).** Microbiological contamination of pig and cattle carcasses in different small-scale Swiss abattoirs. *Meat Sci.* 78(3), 225-23.