



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire *N série:.....*

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

- جامعة الشهيد حمه

Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا

Département de biologie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences
biologiques.

Spécialité : Biodiversite Et Environnement

THEME

**Contribution à l'étude de la qualité microbiologique de
viande bovine commercialisée dans la région d'El- Oued.**

Présenter par:

Melle KHENNOUFA Salma

Melle MAAMIR Imane

Membres du jury

Président: Mme. BOUKHTACHE. N

Examinatrice: Melle. Serray. A

Encadreur: Dr. Hamad. B

Grade

M.A.A. Echahid HammaLakhdaEl'Oued

M.A.B. Echahid Hamma Lakhdar El'Oued

M.A.A. Echahid Hamma Lakhdar El'Oued

Université

-Année universitaire 2017/2018-

Dédicace

Je dédie le présent travail en particulier

À mes chers parents

*À ma mère, qui a travaillé pour mon succès, à travers son amour,
son soutien, tous les sacrifices qu'elle a faits et ses précieux
conseils, que Dieu la bénisse.*

*À mon père Abu Muhammad, pour avoir m'encouragé, que Dieu
leur donne la bonne santé et la longue vie.*

À tous les membres de ma famille.

*À mon amie Yamina, qui est toujours proche de moi, je vous
souhaite tout le succès pour l'avenir.*

Salma

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

*A mes chers parents: Ammar et Laila, pour tous leurs sacrifices,
leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au
long de mes études.*

*A celui que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de
ce projet: mon fiancé Brahim.*

A mes chères sœurs: Chaima, Hadjer, Elhadja et Khadidja.

A mes chères frères : Ayoub et Mohammed.

A mon oncle Ibrahim et à toute sa famille.

A mes chères amies et toute la famille de Maamir.

Imane

Remerciement

Avant toute chose, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant qui nous a donné la puissance pour achever ce travail.

La réalisation de ce mémoire n'a été possible que grâce à la collaboration d'un certain nombre de personnes en particulier notre encadreur Dr. HAMAD Brahim pour sa patience, son soutien moral, sa rigueur, et sa disponibilité durant la période de la préparation de ce travail.

Nous exprimons toute notre gratitude aux membres du jury qui ont accepté avec joie d'être présentes aujourd'hui parmi nous.

Nous réservons une pensée spéciale à tous nos enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie qui ont su nous donner une formation didactique et appréciable durant notre cursus.

Nous ne terminerons pas sans adresser nos plus vifs remerciements à Mr. THANY Ahmed le directeur du laboratoire du Centre Algérien du Contrôle de la Qualité et de l'Emballage (CAQUE) d'El-Oued pour son aide appréciable pour la réalisation de ce travail.

Enfin, nos vifs remerciements s'adressent également à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce document.

Résumé

La présente étude est consacrée à l'évaluation de la qualité microbiologique de six échantillons de viande bovine prélevés de façon aléatoire à partir des différents points de vente de la région de Débila- El-Oued.

L'analyse des résultats obtenus a révélé un pourcentage de non-conformité de 100%. Nous avons constaté également que les principales causes impliquées dans la non-conformité des échantillons analysés sont les entérobactéries et les coliformes fécaux avec un pourcentage de non-conformité de 100% et 83,33%, respectivement.

Les moyennes de contamination des échantillons analysés par la flore aérobie mésophile totale, les entérobactéries, les coliformes totaux, les coliformes fécaux, le *staphylocoque aureus* et les levures étaient de l'ordre de $5,1.10^6$, $8,1.10^4$, $4,5.10^5$, $2,6.10^4$, $5,4.10^2$ et $5,6.10^3$ ufc/g, respectivement. En revanche, nos résultats montrent l'absence totale des anaérobies sulfito-réducteurs, des *salmonelles* et des moisissures.

En ce qui concerne l'effet de la période de prélèvement sur la qualité hygiénique des échantillons prélevés, la présente étude ne souligne aucune influence significative ($p > 0,05$) de la période de prélèvement sur l'ensemble de flores recherchées.

Finalement, nous constatons que les résultats obtenus durant cette étude montrent que la qualité microbiologique des prélèvements prélevés est insatisfaisante, il est donc nécessaire d'améliorer la qualité hygiénique de la viande au niveau de la région pour assurer une meilleure sécurité des consommateurs.

Mots clés : qualité microbiologique, viande, El-Oued, bovine, bactéries.

SOMMAIRE

Dédicaces	
Remerciements	
Résumés	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	01

PARTIE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Définition de la viande.....	02
2. Composition de la viande.....	02
3. Evolution de muscle après l'abattage.....	02
3.1. L'état pantelant.....	02
3.2. La rigidité cadavérique.....	03
3.3. La maturation.....	03
4. Qualités de la viande.....	03
4.1. Concept de qualité.....	03
4.2. Les qualités de viande.....	04
4.2.1. Qualités technologiques.....	04
4.2.1.1. Le pouvoir de rétention d'eau.....	04
4.2.1.2. Le pH.....	04
4.2.2. Qualités organoleptiques.....	04
4.2.2.1. La couleur.....	05
4.2.2.2. La tendreté.....	07
4.2.2.3. La jutosité.....	08
4.2.2.4. La saveur.....	08
4.2.3. Qualité nutritionnelle.....	09
4.2.4. Qualité hygiénique.....	09
5. Flore bactérienne de la viande.....	10
5.1. Source de contamination bactérienne de viande.....	10

5.1.1. Origine endogène	10
5.1.1.1. Matières premières	10
5.1.2. Origine exogène	11
5.1.2.1. Matériel	11
5.1.2.2. Milieu	11
5.1.2.3. Méthodes	12
5.1.2.4. Main d'œuvre	12
5.2. Flore bactérienne de la viande	13
5.2.1. Les germes saprophytes ou indicateurs d'hygiène	13
5.2.1.1. Germes aérobies totaux	13
5.2.1.2. <i>Pseudomonas</i>	14
5.2.1.3. Entérobactéries	14
5.2.1.4. Coliformes totaux et fécaux	15
5.2.1.5. <i>Acinetobacter</i>	15
5.2.2. Les germes pathogènes	15
5.2.2.1. <i>Escherichia coli</i>	15
5.2.2.2. <i>Salmonella</i>	16
5.2.2.3. <i>Staphylococcus aureus</i>	17
5.2.2.4. <i>Yersinia enterocolitica</i>	17
5.2.2.5. <i>Campylobacter</i>	17
5.2.2.6. <i>Clostridiuims sulfito-reducteurs</i>	18
5.2.3. Autres micro-organismes	18
5.2.3.1. Levures	18
5.2.3.2. Moisissures	18
5.2.4. Facteur d'évolution des germes dans la viande	18
5.2.4.1. Blessures	18
5.2.4.2. L'activité de l'eau	19

5.2.4.3. Teneur en oxygène.....	19
5.2.4.4. Le pH.....	19
5.2.4.5. Composition chimique spécifique.....	20
5.2.4.6. Température.....	20
5.2.5. Conséquences de la contamination microbienne sur la qualité de viande.....	20
5.2.5.1. La putréfaction.....	20
5.2.5.1.1. La viscosité.....	20
5.2.5.1.2. Modifications de la couleur.....	21
5.2.5.1.3. Modifications organoleptiques.....	21
5.2.5.1.4. Intoxications alimentaires.....	21
6. Normes microbiologiques d'acceptation de la viande et produits carnés.....	22

PARTIE II :PARTIE PRATIQUE

Chapitre I Matériel et méthodes

1. Echantillonnage.....	23
2. Matériel du laboratoire.....	23
3. Analyses microbiologiques.....	23
3.1. Préparation de la solution mère et dilutions.....	24
3.2. Recherche des microorganismes.....	26
3.2.1. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale FMAT.....	26
3.2.2. Dénombrement des entérobactéries.....	27
3.2.3. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	27
3.2.4. Dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	28
3.2.4.1. Test coagulase.....	29
3.2.4.2. Test catalase.....	29
3.2.5. Dénombrement des Anaérobies-sulfito-réductrices (ASR).....	30
3.2.6. Dénombrement de <i>salmonella</i>	30
3.2.6.1. Coloration de Gram.....	31

3.2.6.2. Test de fermentation du glucose et lactose.....	31
3.2.6.3. Test IMVIC.....	32
3.2.6.3.1. Production d'indole.....	32
3.2.6.3.2. Test au rouge de méthyle.....	32
3.2.6.3.3. Réaction de Voges Proskauer.....	32
3.2.6.3.4. Utilisation du citrate.....	32
3.2.7. Dénombrement des levures et moisissures.....	32
3.3. Expression des résultats.....	33
4. Analyse statistique.....	33
Chapitre II Resultats	
1. Résultats globaux et évaluation de la conformité des échantillons.....	34
2. Variation des résultats de l'analyse microbiologique des échantillons selon la période de prélèvement.....	36
Chapitre III Discussion	
1. Résultats globaux et évaluation de la conformité des échantillons.....	41
2. Variation des moyennes et des résultats de l'analyse microbiologique des échantillons selon la période de prélèvement.....	42
2.1. Flore aérobie mésophile totale.....	42
2.2. Entérobactéries.....	42
2.3. Coliformes totaux.....	43
2.4. Coliformes fécaux.....	43
2.5. <i>Staphylocoque aureus</i>	44
2.6. Clostridium sulfite réducteurs.....	45
2.7. <i>Salmonelle</i>	45
2.8. Levures.....	45
2.9. Moisissures.....	46
3. Effet de la période de prélèvement sur la qualité microbiologique de viande.....	46
Conclusion générale.....	47
Références bibliographiques	
Annexes	

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
Tableau 01	Composition biochimique moyenne de viande chez les bovins	02
Tableau 02	Normes microbiologiques en vigueur appliquées à la viande et produits carnés crus	22
Tableau 03	Appréciation de la qualité microbiologique globale des échantillons analysés	35
Tableau 04	Pourcentage de la non-conformité globale	35
Tableau 05	Variation des résultats de l'analyse microbiologique des échantillons selon la période de prélèvement	37

LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure 01	Evolution de la couleur en fonction de l'état chimique de la myoglobine	06
Figure 02	Evolution du pH musculaire et couleur de viande après l'abattage	07
Figure 03	Les échantillons prélevés	23
Figure 04	Préparation de la solution mère	24
Figure 05	Homogénéisation des échantillons	25
Figure 06	Préparation des dilutions décimales	25
Figure 07	Dénombrement de flore mésophile aérobie totale	26
Figure 08	Dénombrement des <i>entérobactéries</i>	27
Figure 09	Dénombrement des coliformes totaux	28
Figure 10	Dénombrement des coliformes fécaux	28
Figure 11	Dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	29
Figure 12	Dénombrement des anaérobies-sulfito-réductrices	30
Figure 13	Recherche et dénombrement de <i>salmonella</i>	31
Figure 14	Pourcentage des flores incriminées dans de la non-conformité des prélèvements	36
Figure 15	Variation de dénombrement de la flore aérobie mésophile total en fonction de la période de prélèvement	38
Figure 16	Variation de dénombrement des entérobactéries en fonction de la période de prélèvement	38
Figure 17	Variation de dénombrement des coliformes totaux en fonction de la période de prélèvement	39
Figure 18	Variation de dénombrement des coliformes fécaux en fonction de la période de prélèvement	39
Figure 19	Variation de dénombrement de <i>S. aureus</i> en fonction de la période de prélèvement	40
Figure 20	Variation de dénombrement des levures en fonction de la période de prélèvement	40

LISTE DES ABREVIATION

% :	Pourcentage
µm:	Micromètre
ASR:	Anaérobies-sulfito-réductrices
ATP :	Adénosine Triphosphate
BP :	Baird Parke
C° :	Degré Celsius
CF :	coliformes fécaux
cm :	centimètre
CT :	coliformes totaux
DRBC :	Dichloran Rose Bengale Chloramphénicol
E. coli :	Escherichia coli
EPT:	eau péptonée tamponnée
FTAM :	Flore totale aérobie mésophile
g :	Gramme
H :	heur
ISO :	Organisation International de Standardisation
Kg :	Kilo Gramme
mg :	milligramme
ml :	millilitre
mm :	Millimètre
n°:	numéro
PCA:	Plate Count Agar
PH:	Potentiel d'Hydrogène
RM :	Rouge de methyle
SB :	selenite broth
SPS :	Sulphite Polymyxin Sulphadiazine

Ufc : unité formant des colonies

VRBG : Gélose glucosée au cristal violet, au rouge neutre et à la bile

VRBL : Gélose lactosée au cristal violet, au rouge neutre et à la bile

XLD : xylose lysine deoxycholate agar

Introduction

Introduction générale

La richesse de la viande en eau et en protéines de haute valeur biologique fait d'elle un aliment indispensable pour une alimentation équilibrée. En revanche, ces mêmes raisons la rendent un terrain favorable à la prolifération microbienne (**Daube, 2002**).

Une grande partie des germes contaminant les carcasses, suite aux différentes étapes de l'abattage (dépouillement et éviscération), sont saprophytes (bactéries, levures et moisissures). Ce sont des germes d'altération qui provoquent la putréfaction de la viande. Par ailleurs, la présence de germes pathogènes responsables des toxi infections alimentaires est possible. Elle est souvent liée à des défauts d'hygiène (**Durand et al., 2006; Cartier, 2007**). En outre, la viande est considérée comme le véhicule de nombreuses maladies d'origine alimentaire chez l'homme (**Dennaï et al., 2001, Fosse et al., 2006**).

Un des facteurs hygiéniques des plus importants à maîtriser, concernant à la fois la qualité et la sécurité des produits, est représenté par la contamination bactérienne. En effet, les bactéries, qui peuvent être responsables de l'altération des denrées alimentaires, peuvent aussi par leur présence, par la synthèse de métabolites toxiques ou par la synthèse de toxines, constituer un risque majeur pour la santé du consommateur (**Vallotton, 2004**).

En Algérie, en l'absence de données expérimentales publiées sur la qualité bactériologique des viandes bovines, les quelques travaux non spécifiques, réalisés principalement sous forme d'enquêtes. Donc, la présente étude a pour objectif d'apprécier la qualité hygiénique des viandes bovines commercialisées dans la région d'El-Oued.

Synthèse bibliographique

1. Définition de la viande

La viande est le produit de transformation du muscle après la mort de l'animal (**Dennaï et al., 2001; Fosse et al., 2006**). D'une manière générale, la viande se définit comme « toute chair fraîche ou préparée que l'homme utilise pour sa consommation ».

2. Composition da viande

La composition du muscle est variable entre les animaux et chez un même animal d'un muscle à l'autre (**Coibion, 2008**). Cependant, la composition moyenne de viande bovine est retenue indiquée dans le tableau 1.

Tableau 1: Composition biochimique moyenne de viande chez les bovins (Keeton et Eddy, 2004).

Composants	Pourcentage
Eau	74%
Protéines	19%
Lipides	5%
Glucides	1%
Cendres	1%

3. Evolution de muscle après l'abattage

La transformation du muscle en viande commence dès la mort de l'animal. Les muscles sont le siège de modification, plus ou moins importantes qui contribuent à l'élaboration et à la définition des qualités organoleptiques de la viande. Cette étape de transformation fait appel à un ensemble de processus très complexe, de nature à la fois enzymatique.

Après l'abattage, l'évolution du muscle en viande comprend les phases suivantes: la phase pré *rigor* ou d'excitabilité musculaire, puis la *rigor mortis* (phase de rigidité cadavérique) qui sera suivie de la maturation (phase de ramollissement de la viande) (**Ouhayoun, 1990; Coibion, 2008**).

3.1. L'état pantelante

Après la saignée, les mécanismes de conservation de l'homéostasie continuent de fonctionner, mais le métabolisme musculaire est profondément modifié en raison de l'arrêt de la circulation sanguine. Le muscle privé d'oxygène et de nutriment oriente la régénération de l'ATP sur la glycolyse anaérobie et la fermentation lactique (**Maltin et al., 2003**).

Les "déchets" métaboliques ne peuvent plus être recyclés ou évacués par le sang. Ainsi, au fur et à mesure de la dégradation du glycogène, des protons et des molécules de lactate sont formés et s'accumulent dans les cellules musculaires entraînant une diminution du pH du muscle (**Bendall, 1973**).

3.2. La rigidité cadavérique

Avec la fin de la phase dite « pantelante » la rigidité cadavérique s'installe progressivement. Elle se caractérise par des tissus musculaires plus durs, inextensibles et des axes osseux plus difficiles à déplacer chez l'animal.

Ce phénomène résulte de l'épuisement progressif de l'ATP. En sa présence, les filaments épais (myosine) et les filaments fins (actine) constituant l'appareil contractile peuvent glisser les uns par rapport aux autres, ce qui permet l'extension du muscle lorsqu'une traction est appliquée à ses extrémités, et son retour à sa longueur initiale lorsque la traction cesse : le muscle est donc extensible et élastique (**Berne, 2015**).

3.3. La maturation

C'est l'aboutissement de la phase de maturation, qui est de loin la plus importante puisqu'elle conduit à une augmentation de la tendreté. En effet, cette phase débute dès l'abattage, puisque les conditions d'installation de la rigor mortis seront déterminantes pour la phase ultérieure de la maturation.

La phase de maturation est un processus d'attendrissement naturel de la viande qui va conduire à une augmentation progressive de la tendreté de la viande, en raison de modifications qui affectent principalement le compartiment myofibrillaire sous l'action d'enzymes protéolytiques endogènes (**Charles et al., 2008**).

A ce jour, deux systèmes protéolytiques identifiés dans le tissu musculaire semblent être principalement impliqués dans les processus de maturation post mortem : le système calpaïnes/calpastatines, et le système cathepsines/cystatines. Les calpaïnes sont des protéases neutres calcium-dépendantes, et les cathepsines des protéases acides lysosomiales. S'agissant d'un phénomène enzymatique, la vitesse de maturation est fonction de la température, mais également du pH du muscle (**Sentandreu et al., 2002**).

4. Qualités de la viande

4.1. Concept de qualité

La notion de qualité peut se définir selon la norme ISO 8402 comme « l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire

des besoins exprimés ou implicites». En d'autres termes, la qualité est la satisfaction du client ou de l'utilisateur.

4.2. Les qualités de viande

4.2.1. Qualités technologiques

Les qualités technologiques des viandes sont définies comme étant leurs aptitudes à la transformation. Parmi les procédés de transformation les plus courants, on peut citer la cuisson, le salage, le séchage (**Foury, 2005**)

4.2.1.1. Le pouvoir de rétention d'eau

Le pouvoir de rétention d'eaux ou capacité de rétention d'eaux est la capacité qu'a la viande à retenir fermement sa propre eau (**Huff-Lonergan, 2010**). Dans la viande, le pouvoir de rétention d'eau est une caractéristique importante à plusieurs titres: aspect du produit cru, exsudations, pertes à la décongélation, pertes à la cuisson, jutosité du produit cuit (**Apple, 2013**).

En effet, il est primordial de prendre en compte ce paramètre parce qu'il influence la rentabilité du secteur de la transformation et, plus important encore, les qualités organoleptiques de la viande. De plus ce paramètre est souvent considéré par le consommateur comme un critère de qualité (**Huff-Lonergan et Lonergan, 2005; Cheng et Sun, 2008**).

4.2.1.2. Le pH

Bien qu'il s'agisse en fait d'un paramètre chimique, le pH est habituellement classé parmi les caractéristiques technologiques parce qu'il influence de façon très importante sur le pouvoir de rétention d'eau et l'aptitude à la conservation et à la transformation des viandes (**Huff-Lonergan, 2010**).

La valeur du pH intramusculaire mesuré *in vivo* est proche de 7. Dans les heures qui suivent l'abattage, on observe, au sein du tissu musculaire, une chute du pH liée à l'accumulation de l'acide lactique produit par la dégradation du glycogène intramusculaire. Lorsque les réserves de glycogène ont été épuisées, on observe une stabilisation du pH. C'est le pH ultime ou pH final dont la valeur est proche de 5,5 (**Wu et al., 2014**).

La valeur finale atteinte est considéré comme un facteur primordiale pour la détermination de la qualité de viande et par conséquent, elle influence très fortement l'aptitude à la conservation de la viande: ainsi par exemple, un pH élevé, supérieur à 6, favorise le développement des micro-organismes altérants, responsables d'une altération du goût et de

l'odeur et couleur de la viande, mais aussi des micro-organismes pathogènes (**Jeleníková et al., 2008; Huff-Lonergan, 2010**).

La valeur finale est liée principalement à un seul facteur : la quantité de glycogène présente dans le muscle avant l'abattage. Par contre, les facteurs qui influencent la cinétique des réactions glycolytiques sont beaucoup plus nombreux et complexes. La vitesse de la glycogénolyse varie d'une espèce à l'autre, voire même au sein des espèces (**Shackelford et al., 1994**).

L'évolution du pH n'est pas homogène dans la carcasse : elle varie d'un muscle à l'autre, voire même d'un endroit à l'autre au sein du même muscle. Ces variations entre espèces et entre muscles sont liées au type métabolique des fibres musculaires. Par ailleurs, la vitesse de la glycogénolyse est influencée directement par la température. Il est donc primordial de mesurer simultanément le pH et la température de la carcasse pour éviter toute erreur d'interprétation (**Clinquart et al, 2000**).

4.2.2. Qualités organoleptiques

Regroupent les qualités perçues par les sens du consommateur, c'est-à-dire la couleur, la « flaveur » (sensations gustatives et olfactives éprouvées en goûtant un aliment) et la texture de la viande.

4.2.2.1. La couleur

La couleur est, le premier critère d'appréciation de la viande par le consommateur. C'est un facteur déterminant l'achat ou le rejet par ce dernier (**Moevi, 2006**). En général, on recherche une viande ni trop pâle, ni trop foncée, et de couleur homogène. D'un autre côté, les principaux facteurs influençant la couleur sont:

- la teneur et la forme chimique du pigment:
- la microstructure de la viande, en particulier son degré d'acidification (pH) modifie la luminosité du produit (rouge plus ou moins clair)
- la présence plus ou moins importante de gras (**Berne, 2015**).

Le principal pigment responsable de la coloration de la viande est la myoglobine. Il s'agit d'une protéine complexe, appelée chromoprotéine, localisée dans le cytoplasme des fibres musculaires et formée d'une protéine incolore, la globine, et d'un groupement prosthétique responsable de la couleur de la viande, l'hème. La liaison hème-globine est assurée par un atome de fer dont le rôle est de transférer l'oxygène apporté par l'hémoglobine sanguine à la chaîne respiratoire (**Normand et al., 2005**).

La myoglobine peut prendre différentes formes chimiques qui dépendent du degré d'oxydation du fer dans le noyau héminique et de la présence des composés liés à la globine (oxygène principalement) (Oury *et al.*, 2009).

Au sein du muscle, la myoglobine est sous forme réduite (Mb, Fe⁺⁺), de couleur pourpre, en raison de l'absence d'oxygène. En surface, au contact de l'air, elle se trouve sous forme oxygénée, l'oxymyoglobine (MbO₂, Fe⁺⁺), de couleur rouge vif synonyme de fraîcheur et attractive pour les consommateurs. Mais lors d'une exposition prolongée à l'air, cette couleur est instable car le pigment s'oxyde en metmyoglobine (MetMb, Fe⁺⁺⁺), de couleur brune, désagréable à l'œil du consommateur (Rennerre, 2006).

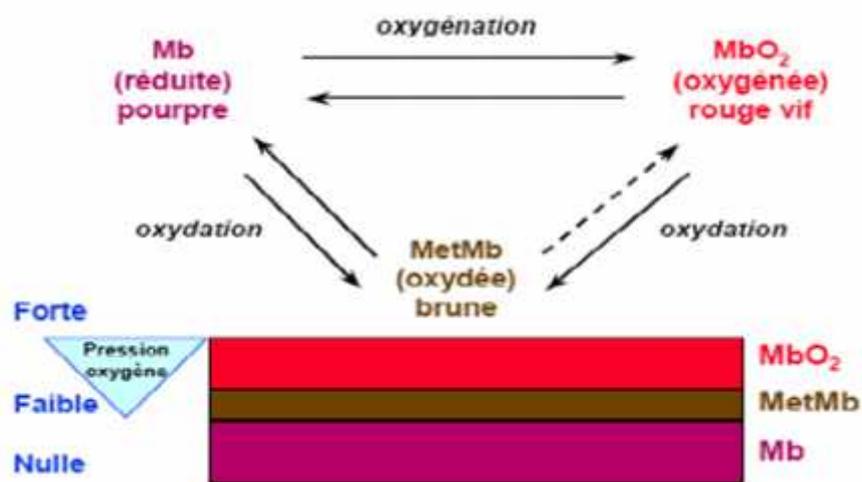


Figure 1: Evolution de la couleur en fonction de l'état chimique de la myoglobine (Moevi, 2006).

En outre, après l'abattage, le muscle voit ses caractéristiques évoluer, notamment son acidité évaluée par le pH. Ce dernier passe ainsi d'un niveau proche de 7,0 (pH initial) dans le muscle vivant à environ 5,5-5,7 (pH ultime) dans la viande. Cette acidification, bénéfique à la conservation, prend généralement de 24 à 48 heures *post-mortem* et s'accompagne de modifications de la structure du muscle et par conséquent de sa couleur (figure 1).

A pH élevé, supérieur au point isoélectrique des protéines, la structure du muscle est dite « ouverte » : les chaînes protéiques sont chargées électriquement et se repoussent ; elles enserrant en leur sein des molécules d'eau. La lumière est donc absorbée en profondeur dans le muscle et la part de lumière réfléchi est relativement faible. D'où une viande présentant une couleur sombre.

Par contre, lorsque le pH baisse, on se rapproche du point isoélectrique des protéines. Leurs charges diminuent et elles se resserrent par un effet d'attraction réciproque. Ce réseau protéique musculaire présente alors une structure « fermée ». La lumière pénètre peu dans le

muscle et le pourcentage de lumière réfléchi est important, d'où une viande plus claire (Moevi, 2006).

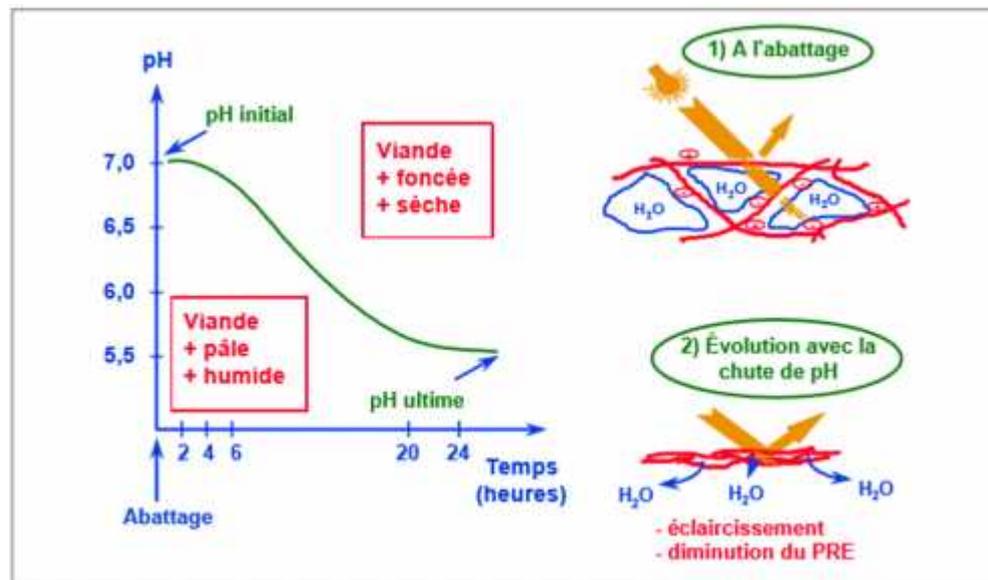


Figure 2 : Evolution du pH musculaire et couleur de viande après l'abattage (Moevi, 2006).

D'autres aspects tels que la teneur en gras intramusculaire, le dessèchement ou la présence d'une pellicule d'eau en surface peuvent également modifier l'impression colorée (Moevi, 2006).

La qualité bactériologique interfère avec la couleur de la viande par le biais de la transformation chimique du pigment. Ainsi, une viande présentant une forte charge bactérienne dès le début de la conservation, voit sa couleur s'altérer plus rapidement qu'une autre, suite à l'accélération du développement irréversible de la metmyoglobine de couleur brune, peu attractive. De plus, différentes espèces bactériennes (*Chromobacterium*, *Flavobacterium*, *Serratia*, *Bacillus*, *Micrococars*, *Sarcina*...) peuvent provoquer la formation d'un enduit bactérien pigmenté en surface du morceau, dont la coloration (blanchâtre, verdâtre...) interfère avec la couleur du produit.

4.2.2.2. La tendreté

La tendreté est un caractère de grande importance pour les consommateurs (Mennecke et al., 2007). En effet, elle est considérée comme une propriété organoleptique qui traduit la facilité avec laquelle la viande se laisse trancher ou mastiquer (Ouali et al., 2006). A l'opposé, la dureté de la viande exprime la résistance qu'elle offre au tranchage ou à la mastication. (Guillemin et al., 2009). Elle est influencée par la quantité et les propriétés du

collagène, ainsi que par la structure myofibrillaire (**Koohmaraie et al., 2002; Weston et al., 2002**).

La trame conjonctive est constituée essentiellement de collagène, protéine qui par sa teneur, sa nature et sa solubilité, est un facteur déterminant de la tendreté de la viande (**Nowak et al., 2015**). Etant peu affectée par l'action des protéases durant la maturation, la teneur en collagène définit la dureté de base de la viande crue ou peu cuite.

4.2.2.3. La jutosité

La jutosité représente la quantité de suc musculaire relâchée par le muscle quand on le presse ou qu'on le mâche (**Dassenoy, 2003**). Il est généralement admis que la sensation de jutosité fait intervenir deux composantes. La première impression est déterminée par la quantité d'eau libérée au début de la mastication.

Elle est directement dépendante du pouvoir de rétention d'eau dans le produit. La seconde, plus prolongée, résulte de la stimulation de la salive par les lipides. Cette dernière laisse une impression plus durable que la première (**Geay et al., 2002**).

4.2.2.4. La flaveur

La flaveur correspond aux perceptions olfactives et gustatives perçues lors de la dégustation. Elle dépend essentiellement de la teneur en lipides intramusculaires (**Spanier et al., 2004; Hocquette et al., 2010**). La composante principale de la flaveur est le gras présent dans la viande qui contient des composés qui vont évoluer lors de la conservation de la viande et se transformer au moment de la cuisson, en libérant des molécules précurseurs d'arômes. donc, l'augmentation des lipides intramusculaires a pour conséquence d'augmenter la flaveur. (**Cartier, 2007; Bonny et al., 2017**).

D'une espèce animale à une autre, les composés responsables de la flaveur des viandes sont sensiblement les mêmes, les différences étant principalement d'ordre quantitatif. De plus, les parties « maigres » des différentes espèces ayant une composition très voisine, c'est vraisemblablement la fraction lipidique de la viande (qui pour sa part a une composition très variable) qui détermine la flaveur particulière de chaque espèce (**Coibion, 2008**).

Les composés aromatiques responsables de la flaveur de la viande cuite sont issus de deux grands types de réactions induites par le traitement thermique (chauffage) : les réactions de Maillard entre acides aminés et sucres réducteurs et la dégradation des lipides. Ces réactions génèrent, à partir de précurseurs liposolubles et hydrosolubles, un très grand nombre de composés volatils (plus de 1000) conférant à chaque viande sa flaveur spécifique. Cette réaction intervient lors du chauffage d'un sucre (aldéhyde ou cétonique) avec un acide aminé

conduisant à la formation de substances responsables de l'arôme (composés carbonylés, furannes, furfural) (**Varavinit et al., 2000**).

4.2.3. Qualité nutritionnelle

La viande est une source de protéines et d'acides gras polyinsaturés essentiels. Toutefois, ces dernières molécules favorisent le rancissement des lipides, En effet, avec en moyenne 20 g de protéines pour 100 g de tissu frais correspondant à près d'un tiers des apports nutritionnels quotidiens conseillés (**Bauchart et al., 2008**). En conséquence, la recherche d'une bonne qualité nutritionnelle par augmentation de la teneur en acides gras polyinsaturés, à priori meilleurs pour la santé que les acides gras saturés, s'oppose aux qualités technologiques et organoleptiques de ces produits.

Par ailleurs, cette source potentielle d'acides gras polyinsaturés pourrait disparaître au cours de la cuisson. Compte tenu des nombreux inconvénients liés à la présence d'acides gras insaturés, il semble peu astucieux de vouloir augmenter leur teneur dans la viande. En effet, l'être humain peut trouver ces composés en grande quantité dans d'autres sources alimentaires telles que les huiles végétales.

En plus de ses teneurs élevées en fer (environ 3 mg/100 g), la viande bovine possède deux atouts: le fer héminique qui représente environ 70% du fer total de la viande, est 5 à 6 fois mieux absorbé que le fer non héminique présent dans les végétaux, et ii) la viande améliore de 2 à 3 fois l'absorption du fer non héminique des autres aliments qui l'accompagnent au cours du repas (**Bauchart et al., 2008**).

La viande bovine constitue l'une des meilleures sources alimentaires de zinc avec à la fois des teneurs élevées (3 à 7 mg/100 g de tissu) et une très bonne biodisponibilité par rapport au zinc d'autres sources alimentaires (**Geay et al., 2002; Bauchart et al., 2008**).

4.2.4. Qualité hygiénique

La qualité hygiénique peut être altérée par la prolifération de bactéries néfastes et/ou la production de composés toxiques dans la viande. Ces défauts sont fortement influencés par la cinétique d'évolution post-mortem du pH et l'oxydation des acides gras polyinsaturés. La diminution du pH a un effet bactériostatique, toutefois, le pH aurait moins d'effet sur la croissance microbienne que sur l'orientation des développements microbiens. Un pH ultime élevé favorise le développement de bactéries putréfiantes et freine la capacité de pénétration du sel dans la viande (**Coibion, 2008**).

5. Flore bactérienne de la viande

5.1. Source de contamination bactérienne de viande

Les sources de contamination microbienne de la viande sont diverses et d'importance inégale. Différents facteurs sont à l'origine de cette contamination. Selon l'origine de la contamination, les microorganismes peuvent être endogènes ou exogènes (**Goudiaby, 2005**).

5.1.1. Origine endogène

Les microorganismes contaminants proviennent de l'animal à partir duquel l'aliment est produit. Les appareils, digestif et respiratoire et le cuir des animaux sont un réservoir à microorganismes. Ces éléments constituent les principales sources de contamination des carcasses (**Cartier, 2004**).

5.1.1.1. Matières premières

L'animal sain, aussi bien vivant que mort, constitue par la flore qu'il héberge un réservoir naturel de germes, source potentielle de contamination de surface des carcasses. Ces germes sont hébergés sur la peau, dans les sphères digestives et mammaires, les voies respiratoires (hautes) et uro-génitales (basses) (**Cartier, 2004**).

- la flore cutanée chez les bovins est essentiellement constituée par des *staphylocoques*, des *streptocoques*, des *coliformes* et des *entérobactéries* (dont des entérobactéries pathogènes comme *Escherichia coli* O157:H7 et *Salmonella enteritidis*). Les cuirs peuvent porter de 10^6 à 10^{10} bactéries par cm^2 (**Bacon et al., 2000; Cartier, 2007**). Ces germes de la peau peuvent provenir de l'animal (flore saprophyte ou pathogène) mais aussi du sol ou des matières fécales. D'ailleurs certains germes d'origine fécale peuvent être en concentration plus élevée pendant la saison sèche dans les excréments séchés adhérents aux poils (12% des échantillons prélevés contiennent des *salmonelles*) que dans les fèces eux-mêmes (seulement 4,4% des échantillons présentent des *salmonelles*) comme l'a montré l'étude de (**Sofos et al. 1999**) sur les salmonelles. Les germes présents sur la peau peuvent passer sur la surface des carcasses par contact direct entre le cuir et la carcasse (au moment de l'habillage) ou de façon indirecte par le biais d'un vecteur (matériel, main d'oeuvre, air,...).

- la flore digestive est constituée par des germes saprophytes résidents et pathogènes transitoires (*Salmonelles*, *Enterobacter*, *Escherichia coli* O157:H7...) que l'on retrouve essentiellement au niveau du rumen et du colon (essentiellement des anaérobies variant de 10^{10} à 10^{11} germes/g de contenu ruminal et variant de 10^6 à 10^{11} germes/g de contenu du colon (**Yokoyama et Johnson, 1988; Hirsch, 1999**). Les germes du contenu digestif peuvent contaminer la surface des carcasses de façon indirecte (fèces souillant les cuirs) ou directe

(fèces aux marges de l'anus ou perforation d'un réservoir digestif (éviscération) (**Leyral et Vierling, 1997**).

- la mamelle est normalement stérile (à l'exclusion du canal des trayons) sauf dans le cas de mammites (*staphylocoques, streptocoques, entérobactéries,...*) qui peuvent être cliniques ou subcliniques. Des écoulements de lait contaminé, naturels (vache laitière non tarie et non traite), par pression ou incision de la mamelle peuvent augmenter la charge bactérienne présente sur la peau au moment de l'exérèse de la mamelle.

- les germes présents au niveau des voies respiratoires (essentiellement des *Pasteurelles*) concernent essentiellement le rhino-pharynx et la trachée, les poumons étant normalement dépourvus de microorganismes.

- pour le tractus uro-génital, l'utérus et la vessie sont normalement exempts de germes, les germes se retrouvent de façon physiologique au niveau des voies urinaires et génitales distales (10^3 germes/mL) (**Woolcock, 1991**).

5.1.2. Origine exogène

5.1.2.1. Matériel

Le matériel, qui rassemble les machines, les outils et les supports de travail pouvant rentrer en contact avec la carcasse, représente une source potentielle de contamination. On peut citer parmi les plus importants : les couteaux (présents à tous les postes mais le risque est majoré à la saignée, à la dépouille, lors de l'ensachage du rectum et lors de l'éviscération,...), les chaînes à cuirs (dépouille), les scies (pour la fente et la parfente), les percors, les pinces, les crochets, ou encore les plateformes élévatrices (notamment celle du poste d'éviscération),... .

Tous ces outils peuvent servir de vecteurs de germes entre des éléments souillés et la carcasse, par exemple entre des opérations « sales » (ex : incisions cutanées précédant l'habillage) et d'autres « propres » (incisions sous cutanées pendant l'habillage) réalisées sans nettoyage avec le même matériel (**Cartier, 2007**).

5.1.2.2. Milieu

Les différents éléments du milieu (bâtiment et locaux, air et poussières, eau, nuisibles (rongeurs, oiseaux et insectes), déchets) peuvent constituer des sources de contamination des carcasses. En effet, des locaux mal entretenus et/ou difficilement nettoyables, et/ou contaminés en cours d'abattage (par les issues : cuirs, tubes digestifs, mamelles) constituent une source certaine de contamination et favorisent l'augmentation de la pression bactérienne du milieu et donc du risque de contamination des carcasses (**Cartier, 2007**).

Le sol est une importante source des micro-organismes. On y trouve, les algues microscopiques, les bactéries, et les champignons (**Leyral et Vierling, 1997**).

L'air pollué (germes, poussières, condensation) peut servir de vecteur et permettre le dépôt de souillures et 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. De même, l'eau servant en cours d'abattage (douchage post éviscération, fente) et pour le nettoyage, peut, si elle est impropre à la consommation être, une source primaire de contamination ou bien peut servir de vecteur pour la contamination des carcasses (notamment lorsqu'elle éclabousse les carcasses à partir du sol).

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. D'un autre côté, les insectes et les rongeurs, par les germes qu'ils hébergent, sont des sources de contamination à la fois primaires et secondaires.

5.1.2.3. Méthodes

Le non respect de certaines méthodes de travail favorise la contamination des carcasses. Dans le cadre du fonctionnement de la chaîne d'abattage, si les animaux ont subi un stress avant l'abattage, si il ya un passage du contenu stomacal dans les poumons; si il ya un propagation des souillures du cuir dans la plaie de la saignée lors du douchage, si les carcasses dépouillées et non dépouillées se croisent, si les carcasses rentrent en contact les unes avec les autres, si la face externe des cuirs touche la carcasse, ..., on assiste à une augmentation de la contamination bactérienne de surface des carcasses **(Salifou et al., 2012)**.

Même si des contaminations étaient inévitables au cours des différentes étapes du processus d'abattage, il était néanmoins possible de les limiter en respectant certaines méthodes de travail

5.1.2.4. Main d'oeuvre

La main d'oeuvre a concerné toutes les personnes impliquées dans la chaîne d'abattage aussi bien en amont pour le déchargement des animaux et leur amenée dans le couloir d'abattage qu'en aval pour l'expédition des carcasses et la découpe en quartiers. N'importe quel opérateur pouvait être porteur de germes pathogènes au niveau intestinal, cutané ou bucco-pharyngé **(Salifou et al., 2012)**.

Le personnel est aussi une source potentielle importante de germes (flore banale cutanée avec 10^2 à 10^5 germes/cm² (zone de peau sèche ou humide) **(Cartier, 2007)**, défaut d'hygiène personnelle (contamination des mains par des germes fécaux sachant que l'on rencontre en moyenne 10^{11} germes/g de selles chez l'homme), porteurs sains de salmonelles ou de *Staphylococcus aureus*) **(Vallotton, 2004)**.

5.2. Flore bactérienne de la viande

La microflore de contamination des viandes et des produits à base de viande comprend essentiellement les germes saprophytes ou les indicateurs d'hygiène, et les flores pathogènes responsable des maladies et des intoxications alimentaires (**Cartier, 2007; Ghafir et Daube, 2007**).

5.2.1. Les germes saprophytes ou indicateurs d'hygiène

De nombreuses bactéries sont dénombrées en tant qu'index ou indicateur. Leur dépassement d'un seuil donné peut avoir de multiples origines et significations. Les principales sont décrites ci-dessous.

Les germes saprophytes constituent l'essentiel de la microflore de contamination des viandes et des produits à base de viande. Parmi les bactéries saprophytes isolées des viandes, citer par ordre d'importance d'abord *Pseudomonas*, *Acinetobacter* et *Micrococcus*; il y a ensuite, les Entérobactéries et *Flavobacterium* et enfin, *Bacillus*, *Mycobacterium*, *Lactobacillus*, *Alcaligenes*, *Serratia*, *Streptococcus*, *Aeromonas*, *Corynebacterium*, *Arthrobacter* et *Clostridium* (**Fournaud, 1982**). Parmi, les bactéries saprophytes les hygiénistes font aussi une place à *Escherichia coli*, aux coliformes fécaux et entérocoques en général. Ces bactéries sont considérées comme provenant directement du tube digestif. Cependant *E. coli* demeure actuellement le seul et le plus sûr des germes tests à utiliser en hygiène publique (**Fournaud, 1982**).

5.2.1.1. Germes aérobies totaux

Les germes aérobies totaux ne constituent pas une famille bactérienne particulière. Il s'agit des microorganismes formant des colonies dénombrables après leur multiplication dans des conditions de laboratoire définies. (**McEvoy et al., 2004; Pearce et Bolton, 2005; Smith et al., 2005; Hutchison et al., 2006**)

Les sources de contamination des denrées alimentaires par les germes aérobies totaux sont très variées : l'environnement, l'animal (flore présente dans l'intestin, sur la peau, la toison, les muqueuses), la contamination croisée avec d'autres carcasses ou aliments, la contamination par le manipulateur. Dans l'aliment cru ou manipulé après traitement, il est normal d'en retrouver une faible quantité. Il peut s'agit 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, voire, au-delà de 10^7 cfu/g, un état de putréfaction. Elle peut également être due à une conservation à des températures trop élevées (**Ghafir et Daube, 2007**).

5.2.1.2. *Pseudomonas*

Le genre *Pseudomonas* est constitué de bacilles Gram négatifs, droits ou légèrement incurvés, ayant une taille de 0,5 à 1,0 µm sur 1,5 à 5,0 µm, aérobies, oxydase positifs, non sporulés et généralement mobiles par un ou des flagelles polaires. Certains produisent des pigments hydrosolubles fluorescents ou pyoverdine, de couleur jaune-vert qui a un rôle de sidérophores. La plupart des espèces sont psychrotrophes.

Leur croissance est possible entre 4°C (voire moins) et 43°C (Euzéby, 2007). Les *Pseudomonas* sont ubiquistes appartient à la sous-classe des protéobactéries, et peuvent vivre dans des niches écologiques très diverses. Peu virulentes, plusieurs souches sont des pathogènes opportunistes pour l'homme et des agents d'altération des viandes, poissons et produits laitiers. Les espèces les plus fréquemment rencontrées chez l'homme sont *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *P. putida* et *P. stutzeri* (Euzéby, 2007).

Les *Pseudomonas* sont les principales bactéries psychrotrophe retrouvées dans les viandes, le lait et, dans une moindre mesure, les produits végétaux. Présents dans les aliments, la réfrigération permet leur multiplication et la production d'enzymes protéolytiques et lipolytiques responsables d'altérations. 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).

5.2.1.3. Entérobactéries

Les *Enterobacteriaceae* ou entérobactéries appartiennent à une famille de courts bâtonnets Gram négatifs, de 0,3 à 1,0 µm sur 1,0 à 6,0 µm, dont certains sont mobiles au moyen de flagelles péritriches et d'autres immobiles. Non sporulés, ils se multiplient en présence et en absence d'oxygène. Ils possèdent un métabolisme respiratoire et fermentatif et produisent des acides, et souvent du gaz, lors de la fermentation de glucose et d'autres hydrates de carbonés (Ghafir et Daube, 2007).

Il s'agit d'un groupe biochimiquement et génétiquement apparenté, présentant une grande hétérogénéité du point de vue de son écologie, de ses hôtes, et de son potentiel pathogène pour l'homme, les animaux, les insectes et les plantes. Cette famille inclut plusieurs genres et espèces de bactéries pathogènes d'origine intestinale (*Shigella*, *Salmonella*, *Yersinia*, et les souches pathogènes d'*E. coli*). Elle comprend également de nombreux genres présents naturellement dans l'environnement, y compris sur les plantes, sans être d'origine fécale ni associés à des maladies d'origine alimentaire (Ray, 2001; Euzéby, 2007).

5.2.1.4. Coliformes totaux et fécaux

Les coliformes totaux sont des bactéries aérobies ou anaérobies facultatifs, à Gram négatif, non sporulées, en formes de bâtonnets, mobiles ou non (**Cardinal, 2003**). Ces germes possèdent l'enzyme β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 37°C afin de produire des colonies rouges sur un milieu bien approprié.

D'un autre côté, Le groupe des coliformes est utilisé depuis la fin du 19^{ème} siècle comme indicateur de pollution fécale (**Archibald, 2000**). Ces coliformes fécaux ou coliformes thermo tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44°C (**Edberg et al., 2000**).

5.2.1.5. *Acinetobacter*

Sont des bacilles à Gram négatif, aérobies strictes non sporulées, parfois capsulées, immobiles, catalase positive et oxydase négative. Cultivant facilement sur les milieux ordinaires, elles sont présentes en grand nombre dans la flore des aliments altérés ou frais comme les carcasses de volaille et les viandes des animaux de boucherie (**Guiraud et al., 2012**).

Dans le même contexte plusieurs auteurs ont rapporté que l'*Acinetobacter* est considéré parmi les principales microflore de surface retrouvée immédiatement après abattage sur les carcasses avec les espèces bactériennes suivantes: *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Brochothrix thermosphacta*, *Lactobacillus*, *Flavobacterium*, *Kurthia*, les *Enterobacteriaceae* et les *Coryneformes*.

5.2.2. Les germes pathogènes

Les germes pathogènes qui contaminent les viandes et les viandes hachées, et responsables de toxi-infections alimentaires sont en général, *Salmonella sp*, *Listeria monocytogenes*, *Campylo bacter jejuni*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonas hydrophila*, *Shigella* et récemment *E.coli entero hemorrhagique* ou E. Coli O157: H7 (**Dennai et al., 2001**; **Heredia et al., 2001**).

5.2.2.1. *Escherichia coli*

Les *Escherichia coli* font partie de la famille des *Enterobacteriaceae*. Il s'agit de courts bâtonnets mobiles au moyen de flagelles péritriches, Gram Négatifs, anaérobies facultatifs, non sporulés. Ils sont capables de fermenter Plusieurs sucres, mais leur fermentation du lactose avec production de gaz est caractéristique (**Salifou et al., 2013**).

La multiplication à 44°C, la production d'indole et la présence d'une activité β glucuronidase sont également caractéristiques. Les *E. coli* sont sérotypées en se basant sur leurs 173 antigènes somatiques (O), 56 antigènes flagellaires (H) et 80 antigènes capsulaires (K) (Feng, 2001; Eslava et al., 2003). Étant l'espèce bactérienne prédominante dans l'intestin et les fèces, la présence d'*E. coli* dans les aliments et l'eau est considérée comme une indication de contamination fécale et, dès lors, l'indication d'une possible présence de microorganismes pathogènes d'origine fécale (Ghafir et Daube, 2007).

La principale maladie qu'elles provoquent chez l'homme est la colite hémorragique ou EHEC dont le sérotype O157 est bien connu. Outre la colite hémorragique, les EHEC peuvent causer de la diarrhée, le syndrome hémolytique et urémique, et le purpura thrombotique thrombocytopénique (Feng, 2001; Ray, 2001).

5.2.2.2. *Salmonella*

Depuis les premières observations rapportées par Eberth en 1880 jusqu'à nos jours, le genre *Salmonella* n'a pas cessé de présenter une importance considérable dans les domaines vétérinaires et sur le plan médical, tant par les pertes économiques dues à la maladie animale, que par la forte incidence chez l'homme (fièvres typhoïdes et des toxi-infections alimentaires à Salmonelles) (Bornert, 2000).

Salmonella appartient à la famille des *Enterobacteriaceae*. Les *Salmonelles* sont constituées de bacilles droits Gram négatifs, non sporulés, d'une taille de 0,7 à 1,5 μm de large et de 2,0 à 5 μm de long, anaérobies facultatifs. Les bacilles sont généralement mobiles grâce à des flagelles péritriches. Ils produisent généralement des acides et du gaz à partir de glucose et utilisent le citrate comme seule source de carbone. Ces bactéries croissent à des températures situées entre 8°C et 45°C, mais sont sensibles à la chaleur.

Elles sont mésophiles, capables de se développer à des températures comprises entre 5,2 °C et 47 °C et de manière optimale entre 35 et 37 °C, à des pH compris entre 4,5 et 9 et une *aw* supérieure à 0,93 (Fosse et al., 2006). Au sein de la sous espèce *Salmonella enterica enterica*, il existe plus de 2400 sérotypes différents parmi lesquels certains sont potentiellement pathogènes pour l'homme. Il s'agit de sérotypes ubiquistes qui peuvent être hébergés dans le tube digestif de l'homme, des animaux domestiques et sauvages, des animaux de compagnie et plus particulièrement des volailles pour *S. enteritidis*. En ce qui concerne la viande bovine, *S. dublin* est également souvent incriminée. Cette dernière peut être hébergée dans le tube digestif des bovins et de l'homme.

Les intoxications à salmonelles dues aux viandes sont sérieuses tant par le nombre de malades que par la gravité des symptômes. L'ingestion de 10¹ à 10¹¹ cellules de *Salmonella*

peut déclencher une infection se manifestant par une fièvre à 39 °C – 40 °C, des douleurs abdominales, des nausées, des vomissements et un syndrome diarrhéique caractérisé par des selles liquides et fétides (AFSSA, 2002).

5.2.2.3. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est un germe de la famille des *Micrococcaceae*. Il s'agit de cocci à coloration de Gram positive, mesurant 0,5 à 1 µm de diamètre souvent disposés en grappe, non sporulés, coagulase positive. Cette espèce fait partie des bactéries aéro-anaérobies facultatives, mais préférant le métabolisme aérobie. C'est un germe mésophile, capable de se multiplier entre 4 °C et 46 °C, de manière optimale à 37 °C, pour un pH allant de 5 à 9, avec un optimum de 7,2 à 7,6 et un aw de 0,86 en aérobiose et 0,90 en anaérobiose. C'est un germe halophile et xérophile car il se développe même en présence de sel et du sucre et survit dans les aliments déshydratés : sa croissance est possible jusqu'à une concentration de 18 % en sel en aérobiose (Fosse et al., 2006; Bailly et al., 2012).

La contamination des viandes est donc possible au moment du dépeçage, de l'ablation de la mamelle et surtout chaque fois qu'il y a un contact direct entre l'homme et la carcasse. Les troubles (nausées, vomissements, diarrhées) peuvent apparaître chez les consommateurs après ingestion d'un aliment contenant les toxines.

5.2.2.4. *Yersinia enterocolitica*

Le genre *Yersinia* comprend 11 espèces appartenant aux *Enterobacteriaceae*. Il s'agit de bacilles Gram négatifs, non sporulés, anaérobies facultatifs qui fermentent le glucose. Plus petites que la plupart des autres entérobactéries, elles apparaissent souvent comme des coccobacilles lorsqu'elles se multiplient à 37°C. Ce genre comprend 4 espèces pathogènes bien caractérisées : *Yersinia pestis* responsable des pestes bubonique et pulmonaire, *Y. pseudo-Tuberculosis* pathogène des rongeurs et occasionnellement de l'homme, *Y. ruckeri* provoquant des maladies chez les poissons d'eau douce, et *Y. enterocolitica*, un pathogène intestinal. *Y. pseudotuberculosis* et *Y. enterocolitica* sont les 2 agents pathogènes d'origine alimentaire. *Y. enterocolitica* est psychrotrophe, c'est-à-dire capable de se multiplier à des températures inférieures à 4 °C. Sa température optimale de multiplication est cependant de 28-30 (Krauss et al., 2003; Robin-Browner et Hartland, 2003).

5.2.2.5. *Campylobacter*

Le genre *Campylobacter* est constitué de fins bacilles Gram négatifs incurvés en spirale, non sporulés, parfois en forme de S (doté d'un flagelle polaire, non entouré d'une gaine, situé

à l'une des extrémités ou aux deux extrémités, lui conférant cette forme effilée), d'une taille de 0,2 à 0,9 µm de diamètre et de 0,5 à 5 µm de long (ASPC, 2012).

Le *Campylobacter* a un métabolisme de type respiratoire et est micro-aérophile. Certaines souches peuvent occasionnellement se multiplier dans des conditions d'aérobiose ou d'anaérobiose. Ils sont incapables d'oxyder ou de fermenter les sucres et sont positifs au test de l'oxydase (Ghahir et Daube, 2007).

Toutes les espèces de *Campylobacter* se multiplient à 37 °C, mais les *Campylobacter* thermophiles (*C. jejuni*, *C. coli* et *C. lari*) ont une meilleure croissance à 42 °C et ne se multiplient pas à une température inférieure à 25 °C.

5.2.2.6. Clostridiuims sulfito-reducteurs

Les *Clostridiuims sulfito-reducteurs* et *Clostridium perfringens* réduisent les sulfites en sulfures noires. Ce sont des bacilles Gram positif, anaérobies stricts. Les *Clostridiuims sulfito-reducteurs* sont des bactéries commensales de l'intestin ou saprophytes du sol ; comme test de contamination fécale éventuellement ancienne vu la résistance des spores à l'extérieur (Poumeyrol et Popoff, 2006).

5.2.3. Autres micro-organismes

5.2.3.1. Levures

Leur présence dans les aliments est relativement limitée, mais certaines d'entre elles ont été signalées dans la viande. Il s'agit de: *Saccharomyces*, *Candida Trichospora* (Serge, 2007; Fernandes, 2009).

5.2.3.2. Moisissures

Les champignons filamenteux (ou moisissures) sont des hétérotrophes, sont aérobies, en générale acidophiles .Les genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Mucor* sont plus fréquemment rencontrés dans la viande. Au total, la viande étant un substrat favorable au développement des germes, il peut découler de leur multiplication des conséquences hygiéniques graves (Fernandes, 2009; Guiraud et al., 2012).

5.2.4. Facteur d'évolution des germes dans la viande

Les bactéries ne peuvent provoquer la détérioration des produits que si elles se développent après la contamination. Les facteurs ci-dessous jouent un rôle dans le développement des bactéries et la rapidité de la détérioration (Bigitte et al., 2005).

5.2.4.1. Blessures

La peau de la viande forme une protection naturelle contre la croissance bactérienne dans la chair. Les blessures de la peau permettent aux matières nutritives de s'échapper et aux bactéries d'entrer dans la chair et de s'y développer (**Bigitte et al., 2005**).

5.2.4.2. L'activité de l'eau

L'activité de l'eau mesure la disponibilité en eau du milieu dans lequel se trouve la microflore. D'une manière générale, plus l'aw du milieu est élevée, c'est-à-dire proche de 1, plus le développement de la microflore est intense. L'aw de la viande fraîche est de l'ordre de 0.993; elle est donc favorable à la multiplication de toutes les espèces microbiennes (**James et James, 2000**).

C'est un paramètre qui caractérise la teneur en eau des denrées alimentaires. La plupart des bactéries se développent bien pour des Aw comprises entre 0.995 et 0.980. Les germes pathogènes sont inhibés pour les valeurs inférieures à 0.94 sauf *Staphylococcus aureus* (**Akollor, 1997**).

La viande de bœuf, contient une teneur moyenne d'eau de 65%. Ces hautes teneurs en eau favorisent la croissance bactérienne. Si l'environnement est chaud, la viande se recouvre d'une fine couche de condensation qui constitue un milieu favorable pour les bactéries et les moisissures (**Bigitte et al., 2005**).

5.2.4.3. Teneur en oxygène

Après la mort, le muscle ayant des réserves en oxygène, présente un potentiel d'oxydoréduction (rH) profond, élevé et positif (+250 mv) ; ce qui est favorable à la multiplication des germes aérobies (James et James, 2000). Ensuite, les réserves en oxygène n'étant plus renouvelées par le sang, le rH profond diminue très rapidement, devient négatif et en 8 à 10 h atteint la valeur de -150mv (**James et James, 2000**).

Les micro-organismes strictement aérobies ont besoin d'oxygène pour se développer, alors que les micro-organismes strictement anaérobies peuvent se développer dans un environnement sans oxygène (**Bigitte et al., 2005**).

5.2.4.4. Le pH

Après abattage, le pH du muscle passe d'un niveau proche de 7,0 dans le muscle vivant, à environ 5,5-5,7 (chez le bovin) dans le muscle de référence, le faux-filet. Cette valeur ne varie plus lorsque la viande est normalement conservée. Les microorganismes sont extrêmement sensibles aux variations de pH. D'une façon générale, on observe que leur vitesse de développement se trouve réduit par tout abaissement de ce paramètre (**Cartier, 2007**).

Les bactéries sont les premières touchées puis viennent les levures et les moisissures. Toute viande de pH supérieur à 6,0 est plus sujette aux actions microbiennes notamment à la putréfaction, que la viande normale (**James et James, 2000**).

Dans le même contexte, plusieurs études rapportent qu'une viande ayant un pH de 6 se contamine plus rapidement que celle ayant un pH de 5,3. Ceci montre que l'acidité a un effet bactériostatique sur l'évolution des germes (**Bigitte et al., 2005**).

5.2.4.5. Composition chimique spécifique

Pour se développer, les bactéries ont besoin d'énergie et d'azote, ainsi que des minéraux et des vitamines. Dans la viande, les bactéries utilisent comme sources d'énergie d'abord le sucre, puis le lactate, en suite les acides aminés libres et enfin la protéine. Comme source d'azote, elles utilisent le nitrate, l'ammoniac, les peptides, les acides aminés ou les produits de la décomposition (**Bigitte et al., 2005**).

5.2.4.6. Température

Le facteur le plus important qui régit la croissance microbienne est la température. De façon générale, plus la température est grande, plus le taux de croissance est élevé. La température idéale pour le développement des micro-organismes se situe entre 7 et 55C°. Les températures limites pour leur développement sont -10 C° et 70 C °, mais celles pour leur survie sont beaucoup plus larges (**Bigitte et al., 2005**).

La congélation inactive les microorganismes et le chauffage prolongé les détruit. Des températures supérieures à 80 C° les détruisent généralement. Les spores résistent souvent à des températures supérieures à 100 C°. Outre ces conditions de développement des micro-organismes, le temps écoulé entre la contamination du produit et son traitement ou sa consommation joue un rôle important (**Bigitte et al., 2005**).

5.2.5. Conséquences de la contamination microbienne sur la qualité de viande

5.2.5.1. La putréfaction

La flore de contamination post-mortem de la viande provoque une altération des viandes hachées, se traduisant par la putréfaction. De ces dernières. Selon l'origine et l'évolution on distingue la puanteur qui s'observe dans les masses musculaires à forte teneur en graisse et la putréfaction superficielle provoquée par les germes aérobies psychotropes. Ces altération se manifestent par différents aspects tel que:

5.2.5.1.1. La viscosité

La viscosité est due aux bactéries du genre: *Pseudomonas*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Lactobacillus* et quelques fois à des levures et des moisissures. Les

viandes pièces et hachées sont plus sensibles à la putréfaction que les carcasses. Pour limiter le développement et l'action des bactéries aérobies responsables des phénomènes d'altération et de putréfaction le conditionnement des produits sous vide ou sous atmosphère modifiée est largement utilisé avec le strict respect de la chaîne du froid.

Ces modes de conditionnement, en créant un milieu défavorable à la prolifération des bactéries responsables de la putréfaction, permettent de commercialiser la viande à l'état frais pendant quelques jours (**Pierre, 1998**).

5.2.5.1.2. Modifications de la couleur

Les modifications de la couleur peuvent se manifester par une décoloration de la viande, sous l'action de *Lactobacillus*, *Leuconostoc* et des levures ou une pigmentation provoquée par des bactéries telles que *Pseudomonas*, *Chromobacterium*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Micrococcus* ou des levures (*Rhodotorula*) et des moisissures (*Cladosporium herbarum*, *Penicillium*). Les modifications de couleur sont le résultat de divers phénomènes, soit à la suite de synthèse d'un ou plusieurs pigments ou la transformation d'un pigment endogène à l'aliment (la myoglobine) (**Pierre, 1998**).

5.2.5.1.3. Modifications organoleptiques

Les modifications organoleptiques se manifestent par le rancissement des graisses oxydées dues à leur exposition à l'air (oxygène) en donnant un goût et une odeur de rance et en libérant des composés responsables d'aspect (couleur), de texture et de flaveur (odeur et goût à la fois) souvent indésirables sous l'action des microorganismes tel que: *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Flavobacterium*, *Clostridium* (**Pierre, 1998**).

5.2.5.1.4. Intoxications alimentaires

L'utilisation d'aliments contaminés, mal préparés et insuffisamment réfrigérés jusqu'à leur consommation, constitue la principale cause des intoxications alimentaires. Parmi ces intoxications on distingue :

- les intoxications alimentaires qui sont des empoisonnements dus à des toxines préformées dans l'aliment lors de la croissance bactérienne (*Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*),
- les toxi-infections alimentaires causées par les agents pathogènes actifs ou vivants (tels que *Salmonella*, *shigella*) présents le plus souvent en grand nombre dans l'aliment,

-les intoxications alimentaires proprement dites qui sont provoquées par des microorganismes tels que *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus* présents à un taux élevé dans l'aliment incriminé (10^8 à 10^{10} germes/g)

Les intoxications histaminiques provoquées par l'ingestion d'aliments contenant des amines de décarboxylation provenant de la dégradation des acides aminés par des germes non spécifiques.

6. Normes microbiologiques d'acceptation de la viande et produits carnés

Le but principal de l'établissement des normes microbiologiques est de protéger la santé des consommateurs. En effet, la sécurité des consommateurs et la durée de conservation des denrées alimentaires, sont étroitement liées à leur flore microbienne. Ainsi ces normes jouent un rôle très important lors des échanges commerciaux de ces produits entre pays.

Pour la viande et produits carnés, les normes algériennes en vigueur sont celles décrites dans le journal officiel sous le titre «Critères microbiologiques des denrées alimentaires», arrêté conjoint du ministre du commerce et de l'industrie et des mines, de l'agriculture, du développement rural et de la pêche, des ressources en eau et de l'environnement et du ministre de la santé, de la population et de la réforme hospitalière, n° 39, P 11 du 2 Moharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires. Le tableau au dessous résume les normes correspondant à la viande et produit carné:

Tableau 2. Normes microbiologiques en vigueur appliquées à la viande et produits carnés crus (Journal officiel, 2017).

Désignation	Germes totaux ufc/g	Enterobacteries ufc/g	Coliformes totaux ufc/g	Coliformes fécaux ufc/g	S.aureus ufc/g	ASR ufc/g	Salmonella
Viande et produits carnés crus	5.10^5	10^3	/	3.10^2	10^2	10	Absence

Partie pratique

Chapitre I Matériel et méthodes

1. Echantillonnage

Les échantillons de viande dont la quantité prélevée pour chaque échantillon soit égale à 250 g ont été prélevés de différentes boucheries de la commune de Débila en respectant les techniques de prélèvement et de transport les échantillons dans une glacière contenant des accumulateurs de froid maintenues à 4°C à fin d'éviter la prolifération bactérienne. Ensuite les prélèvements ont été acheminés le jour même au laboratoire du Centre Algérien du Contrôle de la Qualité et de l'Emballage d'El-Oued (CACQE) afin de réaliser les analyses microbiologiques des échantillons prélevés.

A la réception des prélèvements au laboratoire, une fiche de suivie est réalisée pour chaque prélèvement ont été réalisé (numéro, date, lieu, heure et température de réception, etc.). Les échantillons analysés sont: 6 échantillons dont 3 échantillons ont été prélevée en automne et les autres 3 échantillons en printemps (figure 3).



Figure 3 : Les échantillons prélevés.

2. Matériel du laboratoire

Le matériel utilisé dans le laboratoire regroupé en 4 catégories: les milieux de cultures et les réactifs, le matériel de stérilisation, le matériel d'incubation et les verreries et les appareils électriques.

3. Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques des échantillons ont été réalisées selon les normes algériennes en vigueur relatives à chaque microorganisme. L'interprétation des résultats a été

faite selon l'arrêté interministériel du 2 Moharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires.

3.1. Préparation de la solution mère et dilutions

La préparation de la solution mère et les dilutions ont été réalisées selon les normes algériennes (l'arrêté du 28 Rajab 1435 correspondant au 28 mai 2014 rendant obligatoire la méthode de préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique).

10 g de viande ont été pesés aseptiquement à l'aide d'une balance et introduits stérilement dans un flacon stérile de 180 ml contenant 90 ml de d'eau péptonée stérile (figure 4).



Figure 4: Préparation de la solution mère.

L'homogénéisation du contenu a été effectuée pendant 1 à 2 minutes à l'aide d'un broyeur (stomacher). Une filtration a été réalisée par un papier filtre, le filtrat obtenu est appelée la solution mère (figure 5).



Figure 5: Homogénéisation des échantillons.

Une série de dilutions (jusqu'à la dilution 10^{-5}) a été effectuée à partir de la solution mère que l'on homogénéise par agitation à l'aide d'un vortex. A partir d'une pipette graduée stérile 1 ml de la solution mère a été prélevé et introduit dans le 1^{er} tube contenant 9 ml de tryptone sel stérile (solution de Ringer). L'agitation a été réalisé jusqu'à la dernière dilution .et une nouvelle pipette a été renouvelée pour chaque nouvelle dilution (figure 6).

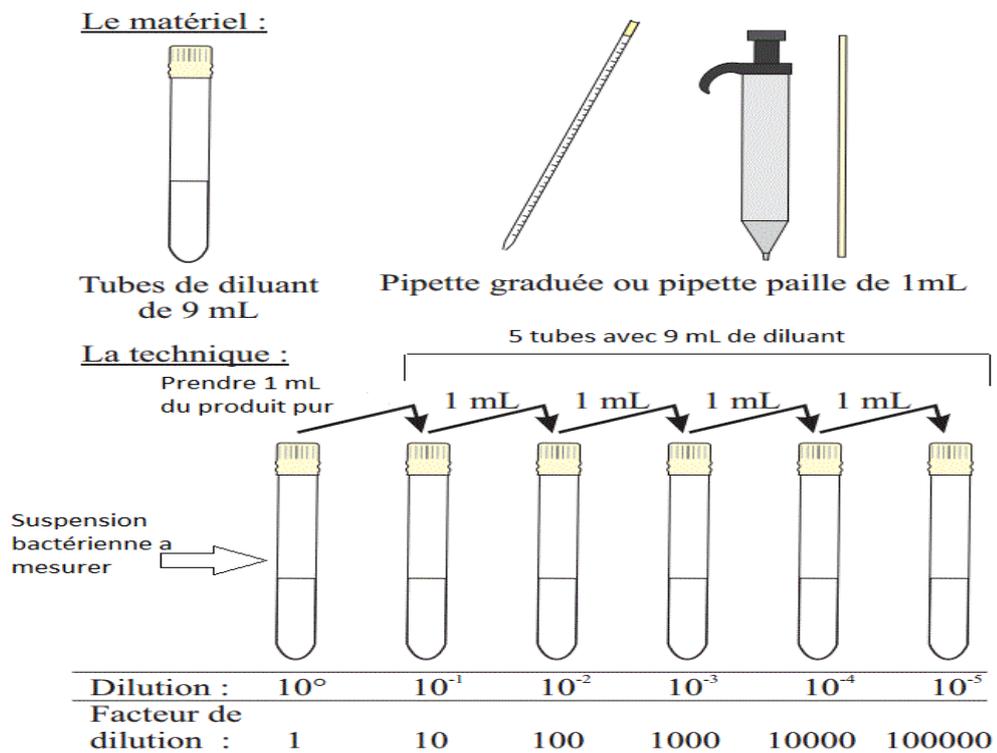


Figure 6: Préparation des dilutions décimales.

3.2. Recherche des microorganismes

Les microorganismes recherchés sont : la flore mésophile aérobie totale, les entérobactéries, les coliformes totaux et fécaux, le *staphylococcus aureus*, les anaérobies-sulfito-réductrices, la *salmonella*, les levures et les moisissures.

3.2.1. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale FMAT

La méthode utilisée est l'ensemencement par incorporation à la gélose PCA (plate count agar) qui consiste à dénombrer les microorganismes viables présents dans l'échantillon .Elle s'effectue en ensemençant 1ml de dilutions (10^{-3} jusqu'à 10^{-5}) dans une boîte de pétri à laquelle est ajoutée 10 à 15 ml de la gélose PCA, maintenue liquéfiée à environ 45°C . Les boîtes de pétri sont ensuite agitées doucement afin de répartir uniformément les bactéries dans toutes la boîte. Après solidification, une deuxième couche (couche protectrice) est coulée pour empêcher le développement d'éventuelles flores de contamination superficielle (figure 7).

Le milieu de culture étant non sélectif, toutes les espèces de bactéries aérobies peuvent croître et ainsi être dénombrées. L'incubation des boîtes est effectuée à 30°C pendant 72h pour dénombrer les microorganismes revivifiables. Après l'incubation, seulement les boîtes contenant un nombre de colonies jaunes translucides et de quelques millimètres entre 30 et 300 colonies pris en considération pour le dénombrement. En revanche les boîtes contenant plus de 300 colonies ou moins de 30 colonies sont écartées. Les résultats sont exprimés en ufc/g (unité formant des colonies).

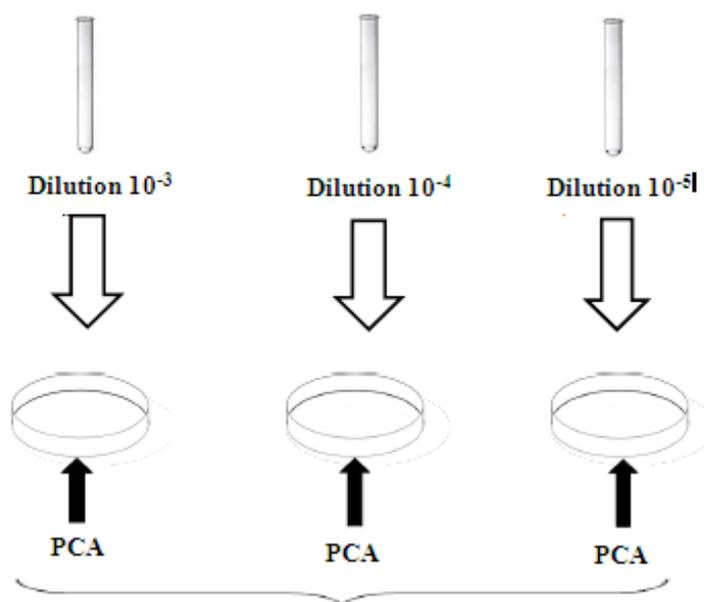


Figure 7: Dénombrement de flore mésophile aérobie totale.

3.2.2. Dénombrement des entérobactéries

Le dénombrement des *entérobactéries* est réalisé par ensemencement par incorporation à la gélose VRBG (violet red bile glucose agar). Un ml de chaque dilutions (10^{-1} jusqu'à 10^{-3}) est déposé dans le fond d'une boîte de pétri stérile. Il est alors coulé du milieu de culture (réchauffé puis tiédi pour être liquide), le tout est homogénéisé puis laissé à refroidir jusqu'à solidification. Les boîtes ainsi obtenues sont ensuite complétées par une 2^{ème} couche pour la création de conditions aéro-anaérobies (figure 8).

L'incubation des boites est réalisée à une température de 37°C pendant 24h. Après incubation les boites contenant entre 30 et 300 colonies caractéristiques des *entérobactéries* (colonies plus petites et violettes) sont utilisé pour le dénombrement. Les résultats sont exprimés en ufc/g (unité formant des colonies).

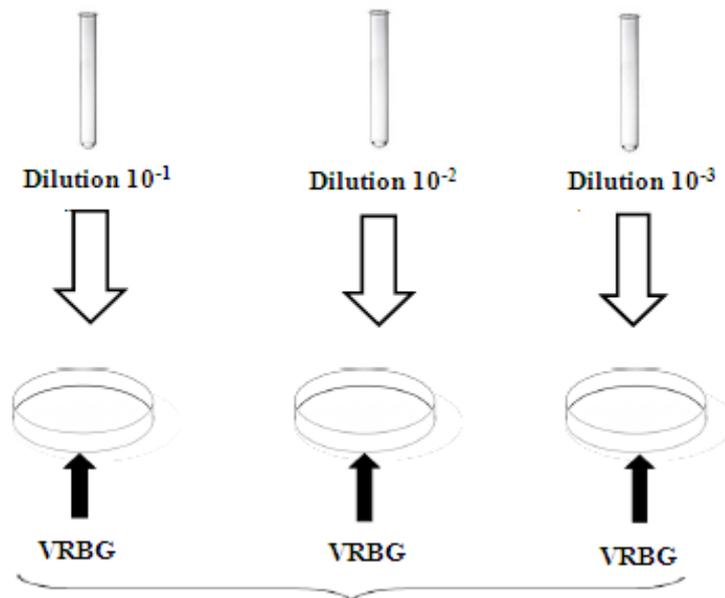


Figure 8: Dénombrement des *entérobactéries*.

3.2.3. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux

La recherche des coliformes totaux et fécaux a été faite sur gélose VRBL (violet red bile lactose agar). 1 ml de dilutions (10^{-3} jusqu'à 10^{-5}) pour le dénombrement des coliformes totaux et 1 de dilutions 10^{-1} et 10^{-2} a été prélevée avec une pipette pasteur et ensemencé en profondeur (figure 9 et 10).

Ensuite, l'incubation est réalisée à une température de 30°C à 44°C pendant 24 à 48h pour les coliformes totaux. Contrairement, les boites pour les dénombrements des coliformes

fécaux sont incubées à une température de 44°C pendant 24 à 48h. Les colonies violettes de moins de 0,5 mm de diamètre sont retenues et les résultats sont exprimés en ufc/g.

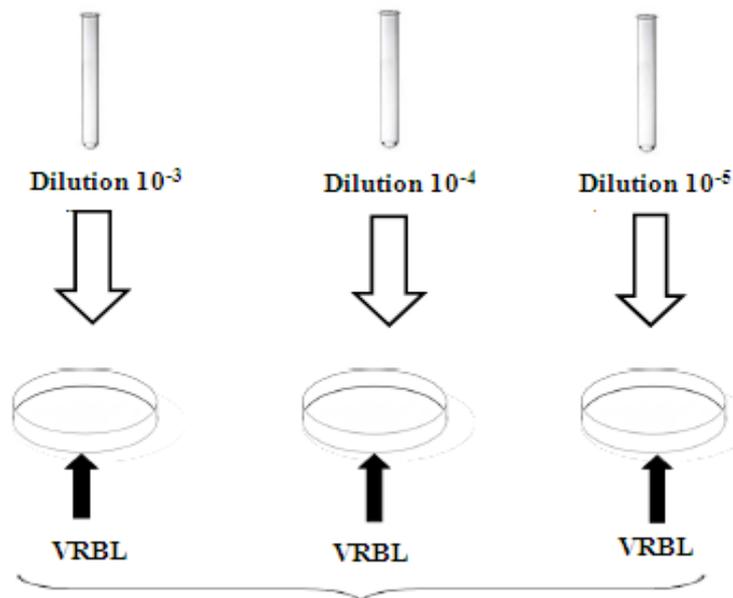


Figure 9: Dénombrement des coliformes totaux.

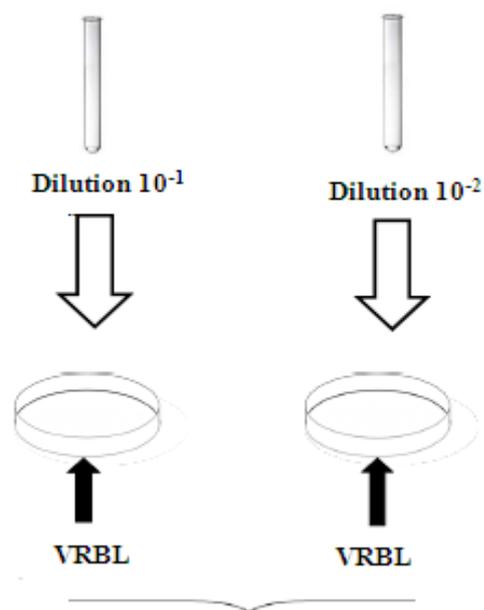


Figure 10: Dénombrement des coliformes fécaux.

3.2.4. Dénombrement de *Staphylococcus aureus*

Pour l'isolement et le dénombrement de *staphylocoques aureus* un ensemencement en surface de 0,1 ml de la dilution 10^{-1} de sur le milieu sélectif de BP (Baird Parke) a été réalisé (figure 11).

L'incubation est effectuée à 37°C durant 24 à 48h. *S. aureus* est caractérisé par la formation de colonies noires (réduction du tellurite en tellure), brillantes, convexes, entourées d'un halo d'éclaircissement du jaune d'oeuf (2 à 5 mm de diamètre, correspondant à une protéolyse). A l'intérieure des halos, il peut apparaitre une zone opaque due à l'action d'une lécithinase. La présence de *Staphylococcus aureus* est confirmée par les tests de la catalase et de la coagulase.

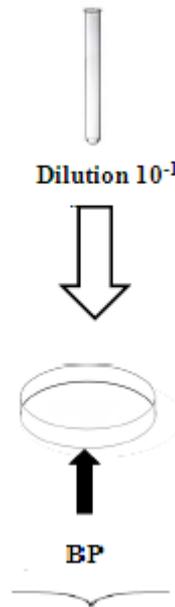


Figure 11: Dénombrement de *Staphylococcus aureus*.

3.2.4.1. Test coagulase

Cinq colonies sont repiquées sur des tubes de bouillon cerveau-cœur, après incubation à 37°C pendant 18 heures, 0.5 ml de culture sont ajoutés à 0.5 ml de plasma humain. L'ensemble est bien agité, puis incubé à 37°C. Les tubes sont examinés après une heure, 4 heures, puis après 24 heures. La formation d'un caillot est considérée comme une réaction de coagulase positive.

3.2.4.2. Test catalase

La catalase est un produit métabolique toxique pour les bactéries. Pour se faire, on ajoute une goutte de peroxyde d'hydrogène 30% (H₂O₂) à la colonie placée sur une lame de microscope. On remarque une production de bulle (libération de gaz) lorsque la réaction est positive.

3.2.5. Dénombrement des Anaérobies-sulfito-réductrices (ASR)

Le dénombrement des ASR est réalisé par ensemencement en profondeur de 1 ml de la dilution 10^{-1} dans 20 ml de milieu tryptose-sulfite à la cyclosérine, à la D-cyclosérine (à 1%) ou SPS (figure 12). Ensuite, on laisse le milieu solidifier puis on incube à 46°C pendant 24h. Les colonies caractéristiques des anaérobies sulfito-réducteurs sont noires sur le milieu gélosé sélectif (SPS).

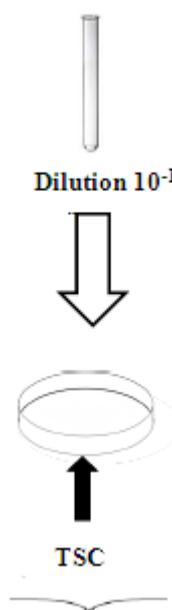


Figure 12: Dénombrement des anaérobies-sulfito-réductrices.

3.2.6. Dénombrement de *salmonella*

25g de l'échantillon homogénéisée à l'aide d'un stomacher pendant 2 min dans 225ml d'eau péptonée tamponnée EPT qui est utilisée comme milieu de pré-enrichissement. Après incubation de 24 heures à 37°C , on ensemence 0.1 ml de la culture obtenu dans des flacons stériles contenant 10 ml de bouillon d'enrichissement sélectif contenant des agents inhibiteurs actifs sur les germes qui font concurrence aux *Salmonella sp*:

Rappaport-Vassiliadis, puis incubé pendant 24 heures à 43°C . A partir de milieu d'enrichissement, des cultures sont prélevées et ensemencées sur les géloses d'isolement XLD (xylose lysine deoxycholate agar) et SB selenite broth agar (incubation à 37°C durant 24h) (figure 13).

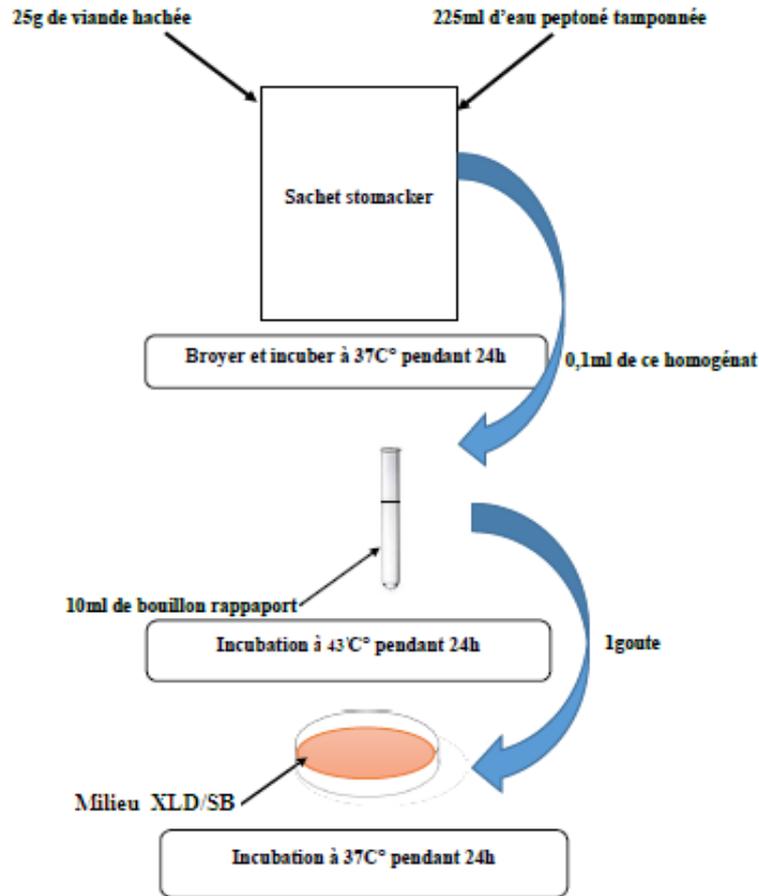


Figure 13: Recherche et dénombrement de *salmonella*.

A partir des colonies caractéristiques (noir brillante avec une auréole) présentes sur les milieux d'isolement sélectives, on procède à une vérification de l'appartenance au genre *Salmonella* par détermination des caractères morphologiques et biochimiques.

3.2.6.1. Coloration de Gram

La coloration de gram nous permet de savoir la morphologie des bactéries composant les colonies. Les bactéries Gram – seront colorées en rose et celles Gram + resteront violet.

3.2.6.2. Test de fermentation du glucose et lactose

Cette fermentation est recherchée sur milieu Hajna-Kligler, qui renseigne également sur la production de gaz de H₂S, le milieu est préparé en tubes inclinés de manière à voir un culot et une pente sensiblement de même hauteur. L'ensemencement se fait par pique centrale dans le culot et par une strie médiane sur la pente.

Les tubes sont incubés à 36°C pendant 24 heures. Les souches de *Salmonelle* fermentent le glucose (culot jaune) mais pas le lactose (pente rouge) avec ou sans production de gaz (fissuration ou formation de bulles dans la gélose) et de H₂S (noircissement).

3.2.6.3. Test IMVIC

3.2.6.3.1. Production d'indole

Sous l'action d'une tryptophanase bactérienne, le tryptophane est transformé en indole qui donne une coloration rouge-rose avec le réactif de Kovacs. La mise en évidence de l'uréase et de la production d'indole est réalisée sur le milieu urée-indol.

A partir d'une culture prélevée sur le milieu de Kligler, le bouillon est ensemencé abondamment et incubé à 37°C pendant 24 h. Une uréase positive se traduit par un virage du milieu au rouge violacé. La présence de l'indol est révélée par l'apparition d'une coloration rouge à la partie supérieure du milieu après addition de 4 à 5 gouttes du réactif de Kovacs.

3.2.6.3.2. Test au rouge de méthyle

Quelques bactéries fermentent le glucose avec formation d'acides. La réaction au rouge de méthyle consiste à mettre en évidence l'acidification finale du milieu après fermentation du glucose par l'ajout de 2 gouttes de rouge de méthyle. Une réaction positive se traduit par l'apparition d'une coloration rouge.

3.2.6.3.3. Réaction de Voges Proskauer

La fermentation du glucose par la voie butane-diol se traduit par une faible acidification du milieu ainsi que par la formation d'acétoïne qui est oxydée en di-acétyle en milieu alcalin. Ce métabolite forme une coloration rouge avec l'alpha-naphtol. La même démarche que RM. On ajoute 0.5 ml d'une solution d'alpha-naphtol et 1 ml de soude caustique à 16% dans l'eau. Agiter énergiquement et laisser reposer pendant 10 min à température ambiante. Une réaction positive se traduit par une coloration rouge ou rose en surface.

3.2.6.3.4. Utilisation du citrate

Certaines bactéries utilisent le citrate comme seule source de carbone pour leur croissance et leur multiplication. Ensemencer un tube contenant le bouillon citrate. Incuber à 37 °C pendant 1 à 7 jours. Une réaction positive se traduit par un bleuissement du milieu et une culture abondante.

3.2.7. Dénombrement des levures et moisissures

La méthode utilisée est le dénombrement par incorporation à la gélose DRBC (Dichloran Rose Bengale Chloramphénicol). En ensemencant 1 ml des dilutions 10^{-1} et 10^{-2} dans des boîtes de pétri à laquelle est ajoutée de la gélose DRBC. Ensuite l'incubation des boîtes est effectuée à 25°C pendant 5 jours.

3.3. Expression des résultats

La formule mathématique suivante utilisée pour le dénombrement des microorganismes recherchés et le résultat obtenu est rendu en ufc/g :

$$N = \sum c / 1.1 \times d$$

Σc = somme des colonies sur les boîtes retentées.

d = taux de dilution de la première boîte retentée.

4. Analyse statistique

Les résultats ont été traités en utilisant les logiciels Excel 2007 et le logiciel statistique SPSS v.16. La signification de l'effet période de prélèvement a été déterminée par le test t de Student ou le test de Mann-Whitney U de comparaison des moyennes des germes dénombrés. Les résultats étaient considérés positifs pour un seuil de signifiante de 0.05.

Chapitre II
Resultats

1. Résultats globaux et évaluation de la conformité des échantillons

Les résultats globaux de l'analyse microbiologique de la viande obtenus pendant cette étude sont résumés dans le tableau 3. Les résultats obtenus montrent que les 6 échantillons analysés, 100 % sont non conformes aux normes microbiologiques (tableau 4). En effet, ces 6 paramètres étudiés.

D'après les résultats répertoriés dans le tableau 3, nous remarquons les constatations suivantes:

- Pour les germes totaux, seulement 3 échantillons (n° 3 et 6) sont de qualité satisfaisante et ils répondent aux exigences microbiologiques.
- Pour les entérobactéries, les 6 échantillons analysés sont de qualité non satisfaisante.
- Pour les coliformes fécaux uniquement qu'un seul prélèvement (n° 2) est de qualité acceptable.
- Pour les *staphylocoques aureus* 2 échantillons analysés (n° 1 et 2) sont conformes.
- Pour les ASR et la *salmonelle* alors que pour les moisissures les 6 prélèvements traités sont de qualité satisfaisante.

En ce qui concerne les germes incriminés dans la non-conformité des prélèvements analysés (figure 14), on constate que pour les germes totaux, 66,66 % des échantillons analysés sont non conformes. Parallèlement, la présente étude montre que la totalité des échantillons prélevés 100 % ont une charge microbienne extrêmement élevée en entérobactéries. La dominance des coliformes fécaux dans les échantillons traités est apparue par un pourcentage de 83,33%. Alors que le pourcentage de la non-conformité pour les *staphylocoques aureus* est de 66,66% de non-conformité. D'un autre côté, pour les ASR nous constatons que 100 % des échantillons sont conformes. Par ailleurs, il est très intéressant de noter l'absence marquée des *Salmonelles* dans les échantillons analysés.

Tableau 3: Appréciation de la qualité microbiologique globale des échantillons analysés.

Echantillon	FAMT ufc/g	ENT ufc/g	CT ufc/g	CF ufc/g	S. aureus ufc/g	ASR ufc/g	Salmonella	Levures ufc/g	Moississures	Conformité
1	1,4.10 ⁶	2,3.10 ⁵	3,5.10 ⁵	Ind	1.10 ²	0	Absence	1,2.10 ⁴	Absence	NC
2	1,4.10 ⁷	3,5.10 ³	2.10 ⁶	2,2.10 ²	5.10 ¹	0	Absence	2.10 ²	Absence	NC
3	1,1.10 ⁵	1,4.10 ⁴	8,9.10 ⁴	1,1.10 ⁴	2,5.10 ³	0	Absence	1,1.10 ²	Absence	NC
4	1,3.10 ⁷	1,9.10 ⁵	2.10 ⁵	1.10 ⁵	2,8.10 ²	0	Absence	1,9.10 ⁴	Absence	NC
5	2,4.10 ⁶	3,9.10 ⁴	5,7.10 ⁴	4,2.10 ⁴	1,3.10 ²	0	Absence	2,2.10 ²	Absence	NC
6	2,1.10 ⁵	5.10 ³	7.10 ³	4,5.10 ³	2.10 ²	0	Absence	1,5.10 ²	Absence	NC
Critère M	5.10⁵	10³	/	3.10²	10²	10	Absence	/	/	

M : Limite maximale de conformité. Valeur < M : Conforme (C) ; valeur > M : non-conforme (NC). Ind : indénombrable.

Tableau 4: Pourcentage de la non-conformité globale.

	Nombre total	Conforme	Non conforme	% Conformité	% Non conformité
Nombre de prélèvements	6	0	6	0	100

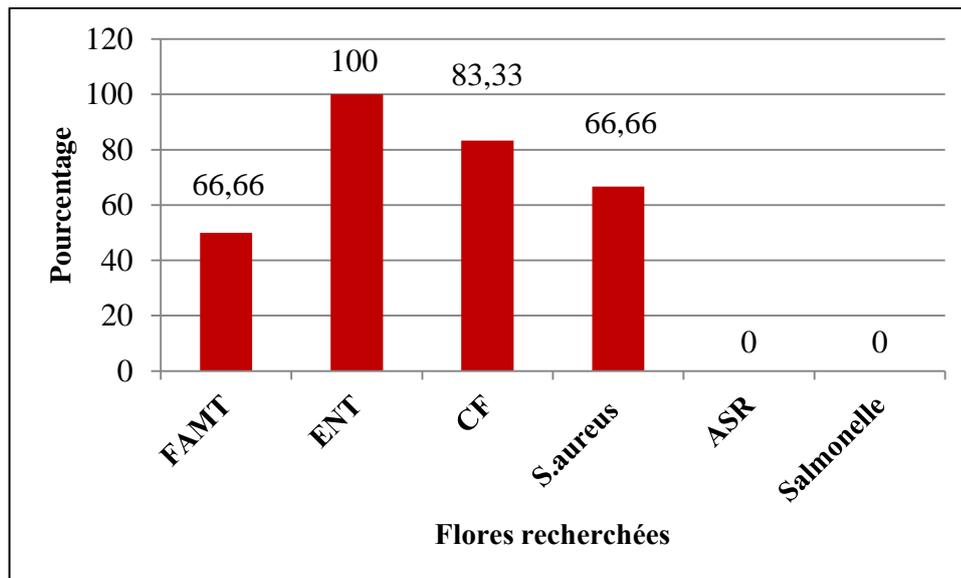


Figure 14: Pourcentage des flores incriminées dans de la non-conformité des prélèvements.

2. Variation des résultats de l’analyse microbiologique des échantillons selon la période de prélèvement.

Les moyennes et les résultats des dénombrements microbiens en fonction du période de prélèvement sont montrés dans le tableau 5. En effet, les résultats obtenus reflètent que les moyennes obtenues pour les germes totaux, les entérobactéries, les coliformes totaux et fécaux et le *staphylocoque aureus* durant les deux compagnies d’échantillonnage sont plus élevées en comparions avec les normes microbiologiques recommandées (tableau 5).

En revanche, notre étude souligne une absence totale pour les ASR, les *salmonelles* ainsi que pour les moisissures. Dans le même contexte, la présente étude montre clairement de la période de prélèvement n’a aucune influence significative ($p > 0,05$) sur l’ensemble des flores recherchés dans notre étude (tableau 5).

- Pour la flore aérobie mésophile total: l’ensemble des échantillons analysés, montrent une charge microbienne moyenne de l’ordre de $5,1.10^6$ ufc/g. En effet, cette charge n’a pas varié significativement ($p > 0,05$) entre les deux périodes de prélèvement de notre étude (tableau 5 et figure 15).

- Pour les entérobactéries: la charge moyenne en entérobactéries de nos prélèvements a été de l’ordre de $8,1.10^4$ ufc/g. Pareillement, comme la FAMT, la charge en entérobactéries ne montre aucune variation significative en fonction de période de prélèvement ($p > 0,05$) (tableau 5 et figure 16).

- Pour les coliformes totaux : cette flore présente une moyenne de dénombrement de $4,5.10^5$ ufc/g. Cette moyenne varie en fonction de la période de prélèvement de $8,1.10^5$ en automne à

8,8.10⁴ en printemps. Egalement, pour cette flore, il est à noter que la période de prélèvement n'a pas d'effet significatif ($p > 0,05$) sur la variation de moyenne de dénombrement (tableau 5 et figure 17).

- Pour les coliformes fécaux : les coliformes fécaux présentent une moyenne globale de 2,6.10⁴ ufc/g. Semblablement, la charge moyenne en cette flore n'a pas varié de façon appréciable ($p > 0,05$) d'une période de prélèvement à l'autre (tableau 5 et figure 18).

-Pour le *S.aureus*: le niveau moyen de contamination des prélèvements analysé au cours de notre étude est de 5,4.10² ufc/g. De même, la présente étude ne permet pas de conclure à un effet notoire ($p > 0,05$) de la période de prélèvement (tableau 5 et figure 19) .

- Pour les levures: le dénombrement des levures a donné une moyenne de l'ordre de 5,6.10³ ufc/g. En outre, le facteur de la période de prélèvement n'influe pas de façon notable sur le niveau de contamination des prélèvements par cette flore (tableau 5 et figure 20).

- Pour les ASR, *Salmonelle* et les moisissures: nos résultats montrent l'absence totale de ces flores dans les échantillons analysés durant les deux périodes d'échantillonnage (tableau 5).

Tableau 5: Variation des résultats de l'analyse microbiologique des échantillons selon la période de prélèvement.

	Période de prélèvement		Moyenne	Valeur <i>p</i>
	Automne	Printemps		
FAMT (ufc/g)	5,1.10 ⁶	5,2.10 ⁶	5,1.10 ⁶	0,996
ENT (ufc/g)	8,3.10 ⁴	7,8.10 ⁴	8,1.10 ⁴	0,964
CT (ufc/g)	8,1.10 ⁵	8,8.10 ⁴	4,5.10 ⁵	0,294
CF (ufc/g)	3,7.10 ³	4,9.10 ⁴	2,6.10 ⁴	0,127
<i>S.aureus</i> (ufc/g)	8,8.10 ²	2.10 ²	5,4.10 ²	0,513
ASR (ufc/g)	0	0	0	/
<i>Salmonelle</i>	0	0	0	/
Levures (ufc/g)	4,1.10 ³	6,6.10 ³	5,6.10 ³	0,767
Moisissures	0	0	0	/

$p > 0.05$: différence non significatif; $p < 0.05$: différence significatif.

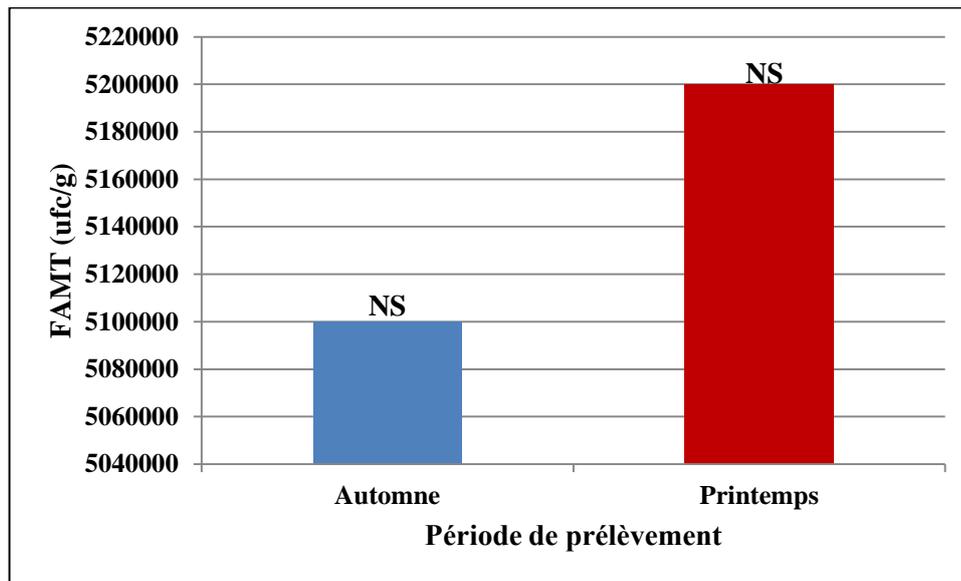


Figure 15: Variation de dénombrement de la flore aérobie mésophile total en fonction de la période de prélèvement.

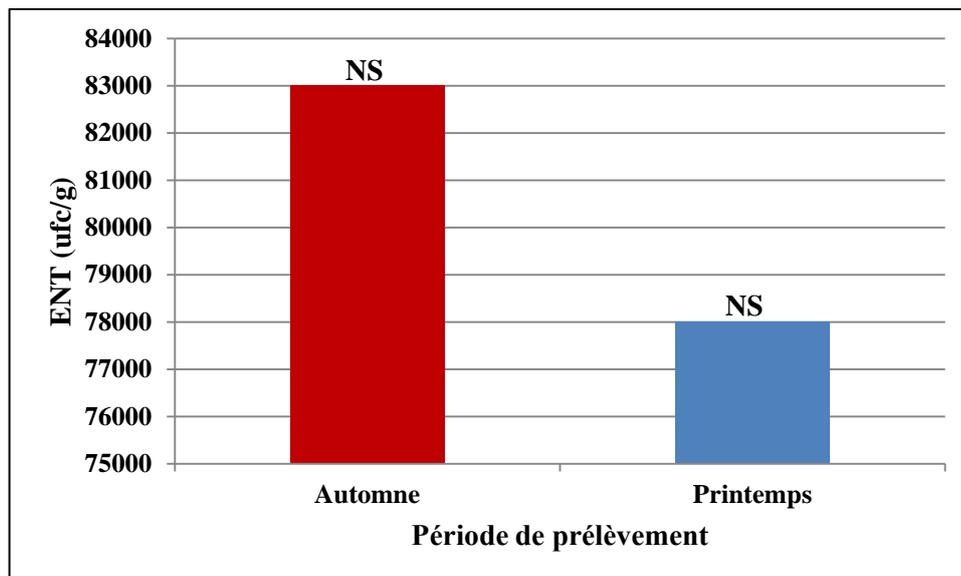


Figure 16: Variation de dénombrement des entérobactéries en fonction de la période de prélèvement.

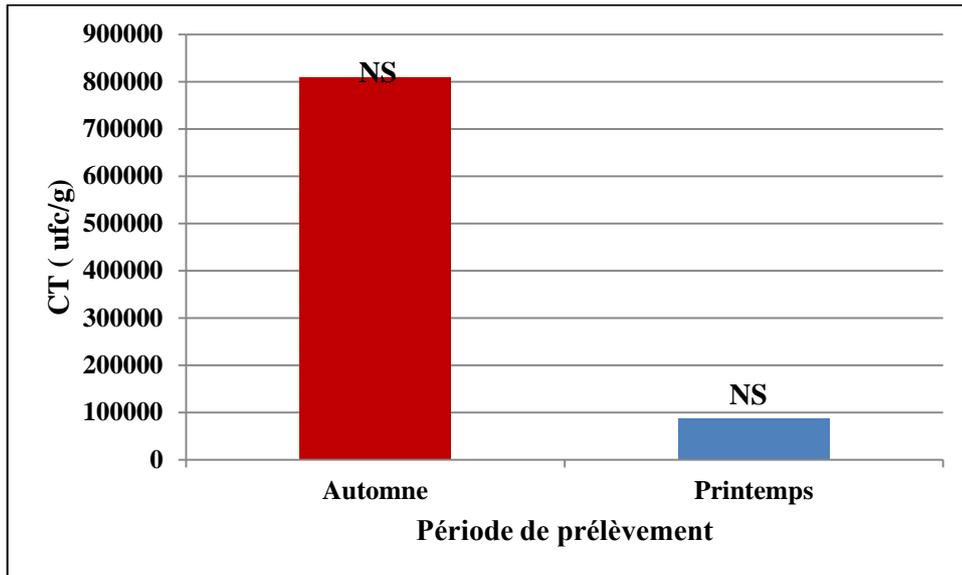


Figure 17: Variation de dénombrement des coliformes totaux en fonction de la période de prélèvement.

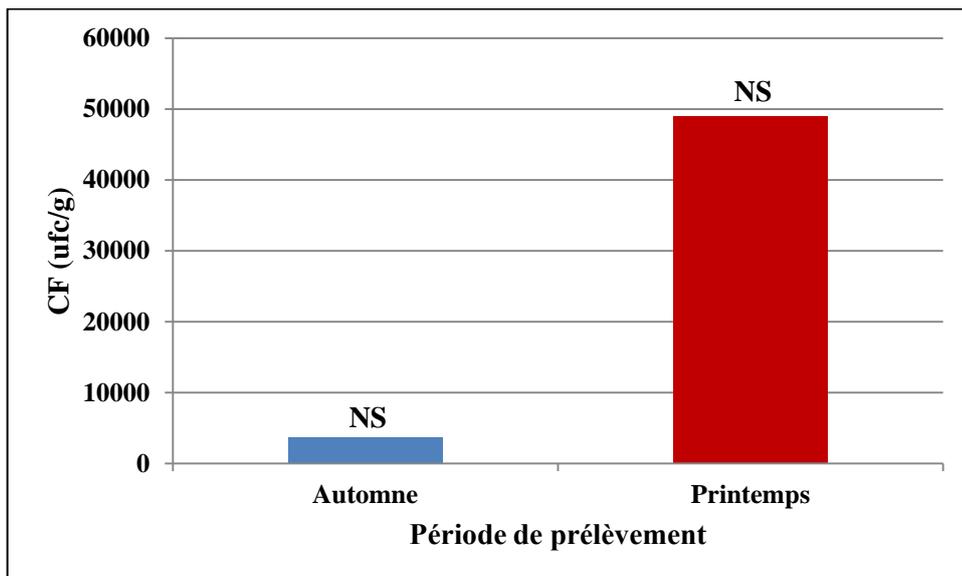


Figure 18: Variation de dénombrement des coliformes fécaux en fonction de la période de prélèvement.

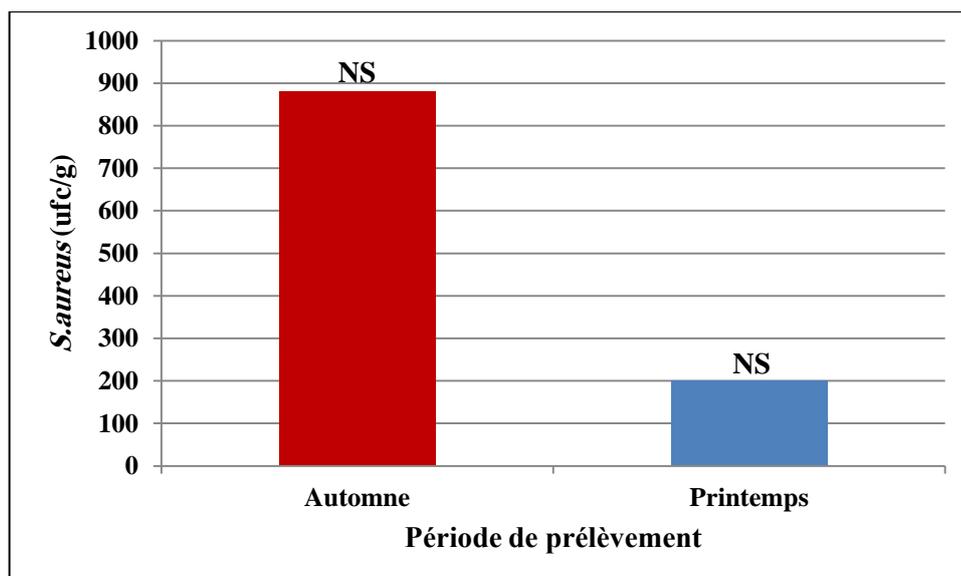


Figure 19 : Variation de dénombrement de *S. aureus* en fonction de la période de prélèvement.

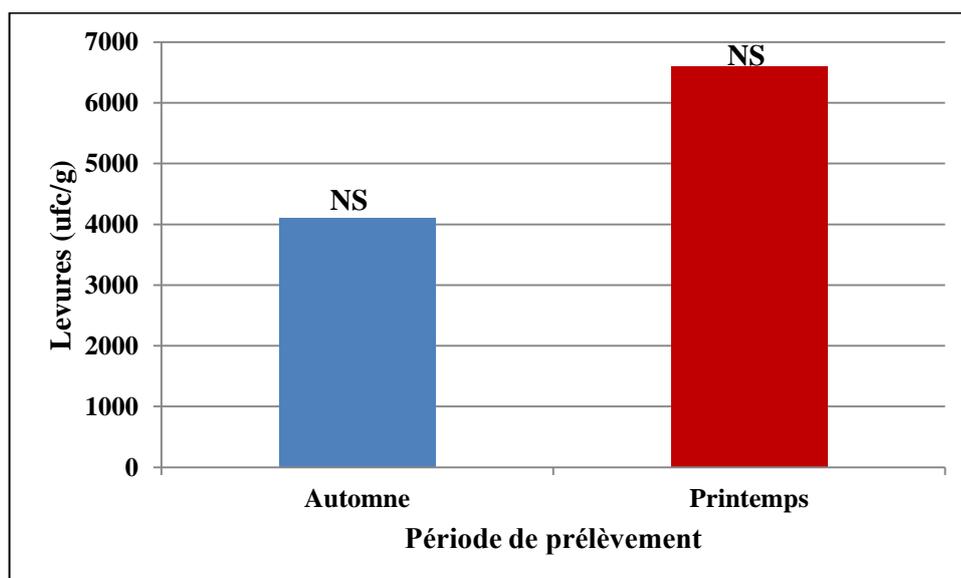


Figure 20: Variation de dénombrement des levures en fonction de la période de prélèvement.

Chapitre III
Discussion

1. Résultats globaux et évaluation de la conformité des échantillons

Dans notre étude, nos résultats nous ont permis d'évaluer le niveau d'hygiène des prélèvements analysés et par voie de conséquence ceux de bouchers de la région d'étude. En effet, ce niveau était insuffisant où la totalité des échantillons (100%) prélevées ne répondaient pas aux exigences microbiologiques pour un ou plusieurs flores étudiés. Ces résultats sont identiques à ceux obtenus par (**Meftah et Souni, 2017**) où ils sont parvenus au même constat. Dans le même contexte, (**Bouزيد et al., 2015**) ont conclu dans vos travaux sur la qualité des viandes bovines dans l'ouest algérien que (96,66 %) ne répondaient pas aux normes microbiologiques recommandées.

Contrairement, d'autres auteurs (**Lazar, 2013; Bennani et al., 2016; et El Basett 2017**) ont rapporté des pourcentages de conformité des viandes bovines de l'ordre de 30%, 30% et 25% respectivement au Marco. Ces résultats ces résultats puissent être expliqués par le manque d'application des règles d'hygiène au niveau des chaînes d'abattage.

Les résultats de dénombrement des germes recherchés, laissent ressortir que les entérobactéries et les coliformes fécaux sont les flores les plus incriminés dans la non-conformité des prélèvements analysés avec des pourcentages de 100% et 83,33 % respectivement. Ces constatations sont en similaires à ceux déjà rapportées par (**Ahouandj nou et al., 2015**) qui ont indiqué un pourcentage de 100 % d'incrimination des entérobactéries dans la contamination de viande bovine au Bénin.

En outre, ces résultats se concordent avec ceux de (**El Basett, 2017**) qui ont souligné un pourcentage de prédominance des coliformes fécaux de l'ordre 66,67%. Pareillement (**Lazar, 2013**) ont constaté une prédominance des coliformes fécaux de plus de 70%. De leurs parts, (**Bennani et al., 2016; Meftah et Souni, 2017**) ont suggéré que les coliformes fécaux est l'un des microorganismes le plus incriminés dans la contamination de viande bovine.

La prédominance élevée de coliformes fécaux dans les prélèvements de la présente étude, pourrait s'expliquer par la contamination par les matières fécales, qui serait peut être dû aux reflux œsophagiens du contenu gastro-intestinal, au cours de l'éviscération, ce dernier est considéré comme étant la plus importante source de contamination des carcasses (**Mac Meekin, 1982**).

D'un autre côté, (**Vallotton, 2004**) a rapporté que 70% des carcasses bovines ont une charge en entérobactéries inférieure à 1,5 log UFC /cm² donc satisfaisante. Dans le même contexte, des auteurs ont rapporté que la les fortes charges en entérobactéries sont attribuable à une défaillance du cycle de nettoyage-désinfection du matériel de découpe (**Benaissa et al., 2014**).

De leurs parts, (**Dennai et al., 2001**) ont constaté que la flore de contamination est constituée essentiellement par les psychrotrophes qui représentent 80,1% de la flore dénombrée, suivis par les coliformes totaux avec un pourcentage de 17,52%. Egalement, (**Iboudo et al., 2016**) ont rapporté une précellence des coliformes fécaux de l'ordre de 10 à 20% sur des carcasses bovines. En effet ces résultats contradictoires par la difficulté de comparer des résultats provenant d'abattoirs différents, de pays, de méthodes et d'équipes différentes (d'abattage et de prélèvement et de traitements des échantillons),... .

2. Variation des moyennes et des résultats de l'analyse microbiologique des échantillons selon la période de prélèvement.

2.1. Flore aérobie mésophile totale

Les valeurs moyennes trouvées dans notre étude $6,7 \log \text{ufc/g}$ reflètent globalement un degré de contamination assez élevé des carcasses échantillonnées. Ce résultat est comparable à celle obtenus par (**Salifou et al., 2013**) qui rapportent une moyenne de contamination de $6,97 \log \text{ufc/cm}^2$.

Cependant, nos résultats sont supérieurs à celle signalée par (**Dennai et al., 2001; Vallotton, 2004**) où ces auteurs ont rapporté une charge moyenne en FAMT de l'ordre de $5,15 \log \text{ufc/g}$ et de $4,01 \log \text{ufc/cm}^2$ sur 32 et 19 carcasses bovines respectivement. Egalement, les travaux de (**Bouzid et al., 2015**) sur la qualité hygiénique de viande bovine dans l'ouest Algérien ont donné une charge microbienne moyenne de $4,88 \log \text{ufc/g}$ pour la flore aérobie mésophile. Dans le même contexte, (**El Hadeef el Okki et al., 2005**) ont dénombré une moyenne de $5,34 \log \text{ufc/cm}^2$ pour la FAMT des carcasses bovines à l'abattoir municipal de Constantine.

En revanche, d'autres études ont rapporté des moyennes de contamination par le FAMT supérieure à ceux obtenus dans la présente étude (**Cohen et al., 2008; Daabouzi et Gamouhi, 2010**). En effet, les résultats obtenus pour la FAMT dans la présente étude ne sont pas satisfaisants et dénotent une mauvaise hygiène des carcasses de bovins échantillonnés. La charge élevée en FMAT observée, indique d'une part une hygiène générale défectueuse des carcasses impliquant leur non-conformité et d'autre part l'efficacité des mesures hygiéniques qui paraissent non satisfaisantes dans l'abattoir et dans la chaîne de distribution.

2.2. Entérobactéries

Egalement pour cette flore, nos résultats $4,9 \log \text{ufc/g}$ donnent des valeurs nettement supérieures à celles de (**Vallotton, 2004**) qui a souligné une moyenne de $1,2 \log \text{ufc/cm}^2$. En outre, (**Collobert et al., 2002**) ont rapporté une contamination moyenne de $1,42 \log \text{ufc/cm}^2$ pour les entérobactéries sur 233 carcasses de bovins abattus. Pareillement, les travaux (**El**

Hadef el Okki et al., 2005) a l'abattoir de Constantine ont rapporté une moyenne de dénombrement en entérobactéries de 3,41 log ufc/cm².

D'un autre coté, les charges en entérobactéries observées dans la présente étude sont largement en dessous de celles obtenues par **(Salifou et al., 2013)** 6,05 log ufc/cm². En revanche, le résultat obtenu pour cette flore est proche à ceux souligné par **(Dognon, 2010)** 4,1 log ufc/cm² au Bénin. En effet, les niveaux de contaminations élevés par les entérobactéries rencontrés dans notre étude peuvent être dus à une défaillance en matière de règles d'hygiène au niveau de l'abattoir, les outils, les précautions prises au moment de la préparation de viande notamment durant l'étape de l'éviscération qui est l'étape la plus critique dans cette chaine **(Collobert et al., 2007)**.

Dans la mémé contexte, les dénombrements élevés des entérobactéries enregistrés au cours de l'étude présente semblent attribuable à la contamination qui peut se faire par les eaux de douchage des carcasses.

2.3. Coliformes totaux

Les charges microbiennes moyennes en cette flore enregistrées durant notre étude 5,65 log ufc/g dépassent les valeurs rapportées par **(Bouzid et al., 2015)** 3,89 log ufc/cm² et ceux rapporté par **(El Hade el Okki et al., 2005)** 2,04 log ufc/cm². Pareillement, **(Chahed, 2008; Nouichi et Hamdi, 2009; Bennadji et al.; 2013)** ont souligné des charges moyennes en cette flore de l'ordre de 2,3 log ufc/cm², 2,92 log ufc/cm² et 2.59 log ufc/cm² respectivement. En revanche, les résultats obtenus dans la présente étude sont inférieurs à ceux remarqué par **(Iboudo et al., 2016)** 6,40 log ufc/cm² à Burkina faso.

Selon **(Vallontton, 2004)**, les coliformes totaux et fécaux sont des bactéries qui renseignent respectivement sur l'état de fraîcheur de la viande et les conditions d'abattage. Donc les moyennes extrêmement élevés en cette flore rencontrée dans notre étude peuvent être due à la contamination des carcasses notamment durant l'étape de l'éviscération ou elles est souvent contaminée par le reflux œsophagien du contenu du tube digestif fréquent pendant l'éviscération et riche en coliformes **(Dennaï et al., 2001)**.

En outre, **(Bouzid et al., 2015)** ont rapporté que la présence des coliformes totaux dans la viande bovine peut être attribuée à plusieurs facteurs comme le douchage des carcasses, la désinfection et la conservation inadéquate.

2.4. Coliformes fécaux

Les valeurs moyennes obtenues dans la présente étude est de l'ordre de 4,4 log ufc/g et témoigne d'une mauvaise condition d'abattage. Ces valeurs sont comparables à ceux trouvées

par (**Oumokhtar et al., 2008**) à l'abattoir de Fès au Maroc. Cependant, les valeurs observées pour les coliformes fécaux dans notre étude sont supérieures à ceux souligné par (**Bouziid et al., 2015**) 3,08 log ufc/cm² par (**Bennadji et al., 2013**) 1,53 log ufc/cm² et par (**El Hadeef el Okki et al., 2005**) 1,61 log ufc/cm²

Les coliformes fécaux vivent dans l'intestin de l'homme et des animaux. En effet, leur présence traduit aussi de mauvaises conditions d'hygiène au cours des opérations d'abattage et dénote une contamination récente (**Ilboudo et al., 2016**). En outre, la présence de ces germes fécaux à des valeurs dépassants les limites admises au niveau des carcasses dans la présente étude pourraient s'expliquer soit par une contamination lors de l'éviscération ou une contamination croisée.

Leur présence atteste une contamination fécale provenant de la mauvaise condition d'abattage associée certainement à une mauvaise manipulation post-abattage. Les risques hygiéniques liés à la présence d'*Escherichia coli* dans les viandes et les produits carnés constituent un problème sérieux à santé publique (**Cohen et Karib, 2006**).

2.5. *Staphylocoque aureus*

La charge moyenne en *staphylocoque* observée dans notre étude est de 2,73 log ufc/g. En effet, cette moyenne est comparable à celle souligné par (**Salifou et al., 2013**) mais elle dépasse celle rapportée par d'autres études (**Cohen et al., 2008 et Oumokhtar et al., 2008**). En revanche, (**Bouziid et al., 2015**) ont observé une moyenne de contamination de l'ordre de 4,45 log ufc/cm² qui est nettement supérieure que l'on a retrouvé dans notre étude. La présence de cette flore dans la viande témoigne souvent d'une contamination par l'homme chaque fois que la carcasse entre en contact avec ce dernier notamment lors du transport et du dépeçage.

Dans le même contexte, (**Dennaï et al., 2001**) ont attribué la contamination des carcasses par cette flore par le fait qu'elles est exposées aux contaminations par les outils de la saignée, la tête, les oreilles, la gorge et les sécrétions du rhino-pharynx qui peuvent être la source des staphylocoques en plus de ceux qui peuvent être apportés par les mains des ouvriers.

L'hygiène des mains et le comportement des manipulateurs sont très importants à surveiller. Ce constat corrobore celui donné par (**Agossa, 2010; Salihu et al., 2010**) qui témoignent d'une contamination par l'homme chaque fois que la carcasse entre en contact avec ce dernier notamment lors du transport et du dépeçage. Egalement, (**Benaïssa et al., 2014**) sont parvenu au même constat.

2.6. Clostridium sulfite réducteurs

Nos résultats montrent clairement l'absence totale de cette flore dans l'ensemble des prélèvements analysés. Ces résultats sont en désaccord à ceux obtenus par (**Oumokhtar et al., 2008; Salifou et al., 2013; Bouzid et al., 2015; Bennani et al., 2016**). En effet, toutes ces auteures ont rapporté la présence de cette flore dans la viande bovine avec des moyennes variables de l'un à l'autre.

Les anaérobies sulfite-réducteurs sont des clostridies vivant normalement dans l'intestin de l'homme et des animaux. Leur présence dans un aliment peut traduire une contamination fécale et corrélativement un risque de présence de germes pathogènes. Ils sont aptes à sporuler et cela leur confère une grande résistance (**Vallontton, 2004; Salifou et al., 2012; Bouzid et al., 2015**). L'absence de cette flore sur tous nos échantillons pourrait s'expliquer par la présence de cette flore uniquement en sa forme végétative qui est très fragile.

2.7. Salmonelle

Aucune *salmonelle* n'a été détectée dans tous les prélèvements analysés dans la présente étude. Ces résultats sont identiques à ceux observés par (**Agossa, 2010; Bennadji et al., 2013; Ilboudo et al., 2016**). Contrairement à nos résultats (**Oumokhtar et al., 2008, Bouzid et al., 2014; Ahouandj nou et al., 2015**) ont souligné la présence de cette flore avec un pourcentage de 17,5%, 3,33% et 75%, respectivement.

Dans le même contexte, (**Dennaï et al., 2001**) ont isolé dans leurs étude l'espèce *Salmonella enteritidis* sur deux carcasses bovines. L'absence de *Salmonelles* sur tous nos échantillons pourrait s'expliquer par le fait d'une très faible prévalence en *salmonelle* au niveau des animaux. Egalement, des auteurs montrent une grande hétérogénéité dans la répartition des salmonelles sur la surface des carcasses. En effet cette absence n'implique pas forcément leur absence de la surface des carcasses testées, mais reviendrait surtout à un problème d'échantillonnage.

2.8. Levures

Les résultats de dénombrement de cette flore montrent une moyenne de l'ordre de 3,74 log ufc/g. En effet, cette moyenne est inférieure à celles rapportées par d'autres études (**Daabouzi et Gamouhi, 2010; Bouzid et al., 2015**). En revanche, nos résultats sont en accords avec ceux de (**Stagnitta et al., 2006**).

Ces auteurs ont souligné un intervalle de 3,47 à 5 log ufc/g pour les levures. La présence de cette flore au niveau des carcasses pourraient s'expliquer par une contamination environnementale. En effet, les levures sont fréquemment présentent dans l'environnement

notamment dans l'aire ambiante ce qui constitue probablement un facteur favorisant pour la contamination de la viande (**Stagnitta et al., 2006; Saleh et al., 2013**).

2.9. Moisissures

Les résultats de notre étude ne montrent aucune présence des moisissures sur les échantillons analysés. Ces résultats sont en contradiction avec ceux de (**Saleh et al., 2013**) qui ont dénombré une moyenne des moisissures de l'ordre de $8.6 \cdot 10^3$ ufc/g sur des carcasses bovines en Egypte.

3. Effet de la période de prélèvement sur la qualité microbiologique de viande

Pour mettre en évidence un rôle éventuel de la période de prélèvement sur la contamination des échantillons. En effet, la température et l'humidité plus élevée favorisant l'augmentation du niveau de souillure des animaux ce qui engendre un accroissement de la population microbienne. Nous avons réalisé deux campagnes d'échantillonnage l'une en automne et l'autre en printemps, ou nos résultats ne nous permet pas de déterminer un effet significative sur le dénombrement de l'ensemble des flores recherchés.

De ce fait, nos résultats sont en accord avec ceux de (**Vallotton, 2004**). En revanche, (**Dennai et al., 2001**) ont montré l'existence d'un effet significatif du période de prélèvement sur la contamination microbienne de viande bovine. En effet, ces mêmes auteurs ont conclu qu'il y a une augmentation du niveau de contamination par la flore aérobie mésophile total et les coliformes totaux en été en comparaison avec l'hiver.

Donc, il est probable que l'effet saison soit en effet peu important dans notre étude. De leurs parts, (**Al-Jasass, 2013**) ont rapporté que la saison a une influence significative sur la qualité microbiologique de la viande bovine.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le travail entrepris, a permis de constater que les niveaux de contamination par les flores dénombrées dépassant les limites acceptables par rapport aux normes microbiologiques recommandées tant pour la flore aérobie mésophile totale, les entérobactéries, les coliformes fécaux et les staphylocoques aureus. En outre, les charges bactériennes élevées notées lors de cette étude témoignent de la mauvaise manipulation des carcasses au cours de l'abattage et

D'un autre côté, l'absence de certains germes comme les anaérobies sulfito-réducteurs et les salmonelles de nos échantillons n'implique pas forcément leur absence dans les prélèvements analysés, mais reviendrait surtout à un problème d'échantillonnage car leur distribution peut être si ponctuelle que nous avons pu les rater en prélevant certains lambeaux et pas d'autres.

Quant à la charge microbienne juste après l'abattage, certaines conditions telles que la propreté des animaux, le respect de la diète hydrique, l'état hygiénique des lieux d'abattage, la propreté des couteaux utilisés dans la saignée et l'éviscération, ont un effet sur la nature et le nombre de microorganismes présents au niveau des carcasses.

Il s'avère donc impérieux d'assurer une application stricte des bonnes pratiques d'hygiène afin de limiter les contaminations. L'essentiel des recommandations porte sur la mise en place d'un programme nettoyage - désinfection des locaux et du matériel. Une application stricte des règles d'hygiène corporelle, vestimentaire et comportementale par les ouvriers des chaînes d'abattage.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments): 2002. Fiche de description de dangers transmissibles par les aliments: *Salmonella spp.* AFSSA, p 6. <http://www.infectiologie.com>

Agossa R: 2010. Evaluation de la qualité hygiénique de viandes fraîches de bovins abattus aux abattoirs de Cotonou-Porto-Novo. Mémoire de Master en Production et Santé Animale, EPAC, UAC, 61p.

Ahouandj nou H, Baba-Moussa F, Bonou J, Dougnon V, Adéoti Z, Yedji R, Toukourou F. et Baba-Moussa L: 2015. Evaluation of the microbiological quality of cattle carcasses in some slaughterhouses at Benin, West Africa. *International Journal of Scientific Reports*. 1: 228-234.

Akollor E : 1997. Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des chawarmas vendus dans les Fast-Food de Dakar. Thèse de docteur vétérinaire. Université Cheik Anta Diop de Dakar, p 94.

Al-Jasass F.M: 2013. Assessment of the microbial growth and chemical changes in beef and lamb meat collected from supermarket and shop during summer and winter season. *Research Journal of Recent Sciences*, 2: 20- 27.

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.

Apple J.K: 2013. Water-holding capacity of Meat. In: *The Science of Meat Quality*. Kerth C.R. (ed), John Wiley & Sons, Inc, Oxford, UK, 119-145.

Archibald F : 2000. The presence of coliform bacteria in canadian pulp and paper mill water systems –a cause for concern?. *Water quality research journal of Canada*, 35: 1-22.

ASPC (Agence De Sante Publique Canada): 2012. *Campylobacter coli*; fiche technique santé-sécurité: agents pathogènes. ASPC. <http://www.phacaspc.gc.ca/lab-bio/res/psdsftss/campylobacter-coli-fra>.

B

Bennani L, Berrada S, Salame B, AAbouch M. et El Ouali Lalami A:2016. Evaluation de la qualité hygiénique des viandes et de certains produits carnés prélevés de la ville de Fès, Maroc [Evaluation of the hygienic quality the meat and some meat products collected from Fez city, Morocco]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 15: 547-554.

Bacon R.T, Belk K.E, Sofos J.N, Clayton R.P, Reagan J.O. et Smith G.C: 2000. Microbial populations on animal hides and beef carcasses at different stages of slaughter in plants employing multiple-sequential interventions for decontamination. *Journal of Food Protection*, 63: 1080-1086.

Bailly J.D, Brugere H. et Chadron H: 2012. Microorganismes et Parasites des Viandes: les Connaître pour les Maîtriser de l'Éleveur au Consommateur. CIV, p 150. www.civ-Viande.org.

Bauchart D, Chantelot F. et 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*, 43: 1S29-1S39.

Benaïssa A, Ould el Hadj khellil A, Babelhadj B, Addamou A, Hammoudi M. et Riad A: 2014. Appréciation du Degré d'Hygiène de l'Abattoir de Ouargla. Algérie *Journal of Advanced Research in Science and Technology*, 1: 101-106.

Bendall J.R: 1973. Post mortem changes in muscle. In: *Structure and Function of Muscle*. Bourne G.H. (ed), Academic Press, New York, 243- 309.

Bennadji M.A, Baazize-Amami D, Sahraoui N, Brahim Errahmani M. et Guetarni D: 2013. Superficial Bacterial Contamination of Bovine Carcasses at Blida Slaughterhouse (Algeria). *Journal of Animal Production Advances*, 3: 49-56.

Berne A: 2015. Influence du type génétique, du mode d'élevage et des conditions d'abattage sur les qualités des viandes de porcs. Thèse Ecole Pratique des Hautes Etudes, p 45.

Bonny S, Legrand, Gardner G, Pethick D, Polkinghorne R. et Hocquette J.F: 2017. Variabilité de la biologie musculaire et qualité sensorielle de la viande bovine, *Viandes & Produits Carnés*, 33: 1-4.

Bornert G : 2000. Le poulet sans salmonelles: mythe ou réalité?. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 151: 1083-1094.

Bouزيد R, Guemou D, Zidane K, Aggad H, Bendella A. et Saegerman C: 2015. Hygienic Quality of Minced Meat Retailed in Western Algeria. *Journal of Virology & Microbiology*, 2015: 2-9.

Brigitte M.B, Brigiet V.D.B. et Corlien H: 2005. La conservation du poisson et de la viande: les facteurs d'altération des viandes. Marja de goffau– markusse. ISBN : 90-8573-033-3, p 835.

C

Cardinal P: 2003. Lignes directrices pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologies alimentaires, comité provincial sur l'informatisation et l'interprétation des critères microbiologiques des aliments, Québec (canada), p 44.

Cartier P : 2004. Points de repères en matière de qualité microbiologique viandes bovines. Interbev. Institut de l'élevage, p 175.

Cartier P: 2007. Le point sur la qualité des carcasses et de la viande de gros bovins. Interbev. Institut de l'élevage, p 72.

Chahed A: 2008. Prévalence et caractérisation de souches d'*Escherichia coli* O157 productrices de shigatoxines isolées de denrées alimentaires d'origine animale en Belgique et en Algérie. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 152: 39-43.

Charles A, Guy L. et Laurent M: 2008. *Biochimie alimentaire*. 6^{ème} (ed), Abrègè, p 208.

Cheng Q et Sun D.W: 2008. Factors affecting the water holding capacity of red meat products: a review of recent research advances. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48:137-159.

Clinquart A, Leroy B, Dottreppe O, Hornick J.L, Dufrasne I.L. et Istasse L: 2000. Les facteurs de production qui influencent la qualité de la viande des bovins Blanc Bleu belge. *L'élevage du Blanc Bleu Belge*, CESAM, p19.

Cohen N et 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*, 1: 4-9.

Cohen N, Filliol I. et Karraouan B: 2008. Microbial quality control of raw ground beef and fresh sausage in Casablanca (Morocco). *Journal of Environmental Health*, 71: 51-55.

Coibion L: 2008. Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine .adaptation à la demande du consommateur. Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse-ENVT, p 7-25.

Collobert J, Dorey F, Dieuleveux V. et Quillien N : 2002. Qualité bactériologique de surface de carcasses de bovins. Sciences des aliments, 22/3: 327- -334.

Collobert J.F, Dieuleveux V, Theze S. et Dorey F : 2007. Évaluation de l'efficacité du nettoyage et de la désinfection d'un atelier de découpe de viande bovine. Sciences des aliments, 27 : 47- 57.

Goudiaby : 2005. Contribution à l'étude de la contamination superficielle des carcasses ovines aux abattoirs. Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales. Université Cheik Anta Diop de Dakar, p5.

D

Daabouzi A et Gamouhi A: 2010. Caractérisation physicochimique et microbiologique de la viande hachée du dromadaire issue des régions de Casablanca, Rabat et salé. Les technologies de laboratoire, 5: 12-16.

Dassenoy A.R : 2003. Beta-agonistes et qualité de la viande. Thèse Docteur Vétérinaire. Ecole National Vétérinaire de Toulouse, p 59.

Daube G : 2002. Microorganismes et agents pathogènes émergents dans la filière viande. https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/204425/2/Emergent2_Daube.pdf, consulté le 23 mars 2018.

Dennaï N, Kharrattib B. et El Yachiouim A: 2001. Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. Annales de Médecine Vétérinaire, 145: 270-274.

Dognon R: 2010. Evaluation de la qualité hygiénique des carcasses de bovins fraîchement abattus en milieu rural: cas de la commune de Banikoara. Mémoire de Master en Normes, Contrôle de Qualité et Technologie Alimentaire, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, p71.

Durand D, Savary-Auzeloux I, Ortigues-Marty I, Thomas E, Scislowski V, Peyron A. et Bauchart D: 2006. Effet de la conservation de la viande bovine sur les processus de peroxydation lipidique et protéique. Congrès Journées « Sciences du muscle et technologies des viandes» No 11, Clermont-Ferrand, France, p77-78.

E

Edberg SC, Rice EW, Karlin RJ. et Allen M.J: 2000. Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for public health protection. Symposium series (Society for Applied Microbiology), 29: 106S-116S.

El Basett H: 2017. Contrôle de qualité microbiologique de la viande hachée bovine. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de la Licence Sciences et Techniques. Bioprocédés, Hygiène et Sécurité alimentaires. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, p 35.

El-Hadef EOS, El-Groud R, Kenana H. et 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: 638-640.

Eslava C, Villaseca J, Hernandez U. et Cravioto A : 2003. Escherichia coli (123-135). In: International Handbook of Foodborne Pathogens. Miliotis M.D et Bier J.W. (ed). Marcel Dekker: New York, p 688.

Euzéby J.P: 2007. Dictionnaire de bactériologie vétérinaire. Adresse URL: <http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/>, consulté le 15/03/2018.

F

Feng P: 2001. Escherichia coli (143-162). In: Guide to Foodborne Pathogens , Labbé R.G et García S. (ed). John Wiley and Son. New York, p 400.

Fernandes R: 2009. Chilled and frozen raw meat, poultry and their products (1-52). In: Microbiology Handbook Meat Products. Leatherhead Publishing, Randalls Read, Leatherhead, surrey KT22 7RY, UK and Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park Milton Road: Cambridge, p 297.

Fosse J, Cappelier J.M, Laroche M, Fradin N, Giraudet K. et Magras C: 2006. Viandes bovines: une analyse des dangers biologiques pour le consommateur appliquée à l'abattoir. Rencontre Recherche Ruminants, 13: 411-414.

Fournaud J: 1982. Type de germes rencontrés aux différents stades de la filière. Hygiène et technologie de la viande fraîche. Edition du C.N.R.S, p 109-131.

Foury A: 2005. Aspects génétiques des réponses neuroendocriniennes de stress chez le porc – conséquences sur la composition de la carcasse. Thèse Ecole Pratique des Hautes Etudes, p 27.

G

Geay Y., Bauchart D., Hocquette J-F., Culioli J., 2002. Valeur diététiques et qualités sensorielles des viandes de ruminantes. Incidence de l'alimentation des animaux. INRA Productions Animales, 15: 37-52.

Ghafir Y et Daube G: 2007. Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. Annales de Médecine Vétérinaire, 151: 79-100.

Guillemin N, Cassar-Malek I, Hocquette J.F, Jurie C, Mico D. et Listrat A: 2009. La maîtrise de la tendreté de la viande bovine: identification des marqueurs biologiques. INRA Productions Animales, 22 : 331-344.

Guiraud P.J, Brabet C, Fontana A, Galindo S. et Montet D : 2012. Microbiologie Alimentaire. Dunod. (ed), Unithèque, Paris, 651.

H

Heredia N, García S, Rojas G. et Salazar L: 2001. Microbiological condition of ground meat retailed in Monterrey, Mexico. Journal of Food Protection, 64: 1249-1251.

Hirsch D.C: 1999. The alimentary canal as a microbial habitat. In: Veterinary microbiology. Hirsch D.C et Yuan Chung Zee (ed), chapter 7: 61-64.

Hocquette J.F, Gondret F, Baéza E, Médale F, Jurie C. et Pethick D.W: 2010. Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, identification of putative markers. Animal, 4: 303-319.

Huff-Lonergan E et Lonergan S.M: 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. Meat Science, 71: 194-204.

Huff-Lonergan E: 2010. Water-holding capacity of fresh meat. Article extension, Iowa State University, consulté le 14/04/2018.

Hutchison M.L, Walters L.D, Mead G.C, Howell M. et Allen V.M: 2006. An assessment of sampling methods and microbiological hygiene indicators for process verification in poultry slaughterhouses. *Journal of Food Protection*, 69: 145-153

I

Ilboudo J, Savadogo A, Samandoulougou S, Abre M, Seydi M.G. et Traore A.S : 2016. *Revue Microbiology. Ind. San et Environn.* 10: 33-55.

J

James S.J et James C : 2000. Microbiology of refrigerated meat (3-19). In: *Meat Refrigeration*. Wood head publishing limited and CRC press LLC: Cambridge, England, p 347.

Jeleníková J, Pipek, P et Staruch L: 2008. The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. *Meat Science*, 80: 870-874.

Journal Officiel de la République Algérienne N° 39 du 2 juillet 2017. Critères microbiologiques des viandes rouges et de leurs produits dérivés, p 15.

K

Keeton J.T et Eddy S: 2004. Chemical composition. In: *Encyclopedia of meat sciences*. Jensen W, Devine C et Dikeman M. (ed), Elsevier, 1: 210-217.

Koohmaraie M, Kent M.P, Shackelford S.D, Veiseth E. et Wheeler T.L: 2002. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship?. *Meat Science*, 62: 345-352.

Krauss H, Weber A, Appel M, Enders B, Isenberg H.D, Schiefer H.G, Slenczka W, Von Graevenitz A. et Zahner H: 2003. Zoonoses: infectious diseases transmissible from animals to humans. ASM Press: Washington, p 456.

L

Labadie J.C, Dousset X. et Hebraud M: 1996. Les Pseudomonas et autres bactéries Gram - d'altération. In : *Microbiologie alimentaire. Tome 1 : aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments*. Bourgeois C.M., Mescle J.F., Zucca J. (ed). Technique et documentation, Paris, 209-220.

Lazar S: 2013. Etude de la qualité hygiénique de viande et certains produits carnés. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de la Licence Sciences et Techniques. Biotechnologie, Hygiène et Sécurité des aliments. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, p 33.

Leyral G et Vierling E: 1997. Microbiologie et toxicologie des aliments- Hygiène et sécurité alimentaires. Doin (ed), p 274.

M

Mac Meekin T.A: 1982. Microbial Spoilage of Meats. In: Developpements of food. Microbiology. Davies R (ed). Applied science Publishing. London, UK, 140 p.

Maltin C, Balcerzak D, Tilley R. et Delday M: 2003. Determinants of meat quality: Tenderness. Proceedings of the Nutrition Society, 62: 337-347.

McEvoy J.M, Sheridan J.J, Blair I.S, Mcdowell D.A: 2004. Microbial contamination on beef in relation to hygiene assessment based on criteria used in EU Decision 2001/471/EC. International Journal of Food Microbiology, 92: 217- 225.

Meftah B et Souni S: 2017. Étude comparative de la qualité microbiologique des viandes de Boeuf hachée: (viande hachée fraîche/viande hachée congelée). Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme en Master en Sciences des Aliments. Université de Tlemcen, p 68.

Mennecke B.E, Townsend A.M, Hayes D.J. et Lonergan S.M: 2007. A study of the factors that influence consumer attitudes toward beef products using the conjoint market analysis tool. Journal of Animal Science, 85: 2639-2659.

Moevi I: 2006. Le point sur la couleur de la viande bovine. Interbev. Institut de l'élevage, p 17.

N

Normand J, Moevi I, Lucbert J. et Pottier E: 2005. . Le point sur l'alimentation des bovins et des ovins et la qualité des viandes. Interbev. Institut de l'élevage. Note de synthèse bibliographique. Compte rendu final n°170532004, p 106.

Nouichi S et Hamdi T.M : 2009. Superficial Bacterial Contamination of Ovine and Bovine Carcasses at El Harrach Slaughterhouse (Algeria). European Journal of Scientific Research. 38: 474-485.

Nowak K.W, Markowski M. et Daszkiewicz T: 2015. Ultrasonic determination of mechanical properties of meat products. *Journal of Food Engineering*, 147: 49-55.

Q

Ouali A, Herrera-Mendez C, Coulis G, Becila S, Boudjellal A, Aubry L. et Sentandreu M: 2006. Revisiting the conversion of muscle into meat and underlying mechanisms. *Meat Science*, 74: 44-58.

Ouhayoun J: 1990. Abattage et qualité de la viande de lapin. In: 5èmes journées de la Recherche Cunicole en France Paris: INRA, ITAVI. Tome II.

Oumokhtar B, Berrada H. et Huidson W: 2008. Analyse microbiologique de la viande hachée bovine commercialisée à Fès, Maroc. *Les Technologies de laboratoire*, 12: 4-10.

Oury M.P, Pierret A, Coulmier D. et Dumont R: 2009. Eléments de maîtrise de la couleur des viandes chez les bovins de race Charolaise. *INRA Productions Animales*, 22: 131-140.

P

Pearce R.A et Bolton D.J: 2005. Excision vs sponge swabbing: a comparison of methods for the microbiological sampling of beef, pork and lamb carcasses. *Journal of Applied Microbiology*, 98: 896-900.

Pierre J: 1998. Hygiène et propreté des surfaces en milieu agro-alimentaire: produits humides. *Collection guide pratiques*. PYC Livres (ed), p 25.

Poumeyrol M et Popoff M: 2006. Fiche de description de danger microbiologique transmissible par aliments : *Clostridium perfringens*, AFSSA.

R

Rahkio T.M et Korkeala H.J: 1997. Airborne bacteria and carcass contamination in slaughterhouses. *Journal of Food Protection*, 60: 38-42.

Ray B: 2001. Indicators of bacterial pathogens. In : *Fundamental food microbiology*. Ray B. (ed), CRC Press, Boca Raton, 409-417.

Renner M: 2006. La mesure de la couleur de viande; station Quapa; Unité BPM. INRA Theix, 63122 St Genès- Champanelle 11 èmes JSMTV- Clermont Fd: 257-258.

Robin-Browner M et Hartland E.L: 2003. *Yersinia* species. In: International handbook of food borne pathogens. Miliotis M.D, Bier J.W. (ed). Marcel Dekker: New York, p 323-355.

S

Salifou C.F.A, Youssao A.K.I, Salifou S, Kpodekon T.M, Tougan P.U, Ahounou G.S, Boco C, Farougou S, Mensah G.A. et Clinquart A: 2012. Evaluation du procédé d'abattage des bovins aux abattoirs de Cotonou-Porto-Novo au sud du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6: 6049-6061.

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. et Youssao A.K.I: 2013. Diversité de la microflore initiale de la viande et sécurité sanitaire des consommateurs. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7: 1351-1369.

Salihu M.D, Junaidu A.U, Magaji A.A, Aliyu R.M, Yakubu Y, Shittu A. et Ibrahim M.A: 2010. Bacteriological quality of traditionally prepared fried ground beef (Dambunname) in Sokoto, Nigeria. *Advance Journal of Food Science Technology*, 2: 145-147.

Saleh E.A, Ibrahim H.A, El-Kewaiey I.A. et Zaqzouq G.S: 2013. Microbiological aspects of sheep and cattle meats in El-Beheria province. *Assiut Veterinary Medicine Journal*, 59: 192-202.

Sentandreu M.A, Coulis G, Ouali A: 2002. Role of muscle endopeptidases and their inhibitors in meat tenderness. *Trends in Food Science & Technology*, 13: 400-421.

Serge C.N: 2007. Qualité bactériologique de la viande de buffle congelée importée au Sénégal. Thèse de docteur vétérinaire. Université Cheik Anta Diop de Dakar, p 83.

Shackelford S.D, Koohmaraie M. et Wheeler T.L: 1994. Effects of slaughter age on meat tenderness and USDA carcass maturity scores of beef females. *Journal of Animal Science*, 73: 3304- 3309.

Smith D.P, Cason J.A. et Berrang M.E: 2005. Effect of fecal contamination and cross-contamination on numbers of coliform, *Escherichia coli*, *Campylobacter* and *Salmonella* on immersion-chilled broiler carcasses. *Journal of Food Protection*, 68: 1340-1345.

Sofos J.N, Kochevar S.L, Bellinger G.R, Buege D.R, Hancock D.D, Ingham S.C, Morgan J.B, Reagan J.O. et Smith G.C: 1999. Sources and extent of microbiological contamination of beef carcasses in seven states slaughtering plants. *Journal of Food Protection*, 62: 140-145

Spanier A.M, Flores M, Toldrá F, Aristoy M.C, Bett K.L, Bystricky P. et Bland J.M: 2004. Quality of Fresh and Processed Foods : Meat flavor: Contribution of proteins and Peptides to the flavor of beef. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 542: 33-49.

Stagnitta P.V, Micalizzi B, et de Guzmán AM: 2006. Prevalence of some bacteria yeasts and molds in meat foods in San Luis, Argentina. *Central European Journal of Public Health*, 14: 141-144.

V

Vallotton V: 2004. Evaluation de l'hygiène sur une chaîne d'abattage bovin à l'aide d'examen bactériologiques de surface. Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse-ENVT, p 71.

Varavinit S, Shobsngob S, Bhidyachakorawata M. et Suphantharika M: 2000. Production of meat-like flavor. *ScienceAsia*, 26: 219-224.

W

Weston A.R, Rogers R.W. et Althen T.G: 2002. The role of collagen in meat tenderness, *The Professional Animal Scientist*, 18: 107-111.

Woolcock J.B: 1991. Microbiological ecology of the normal animal: non intestinal surfaces. In: *Microbiology of animals and animal products*. *World animal Science*, : 1-17

Wu G, Farouk M.M, Clerens S. et Rosenvold K: 2014. Effect of beef ultimate pH and large structural protein changes with aging on meat tenderness. *Meat Science*, 98: 637-645.

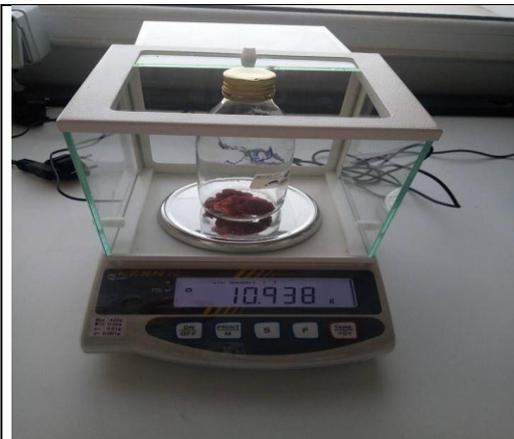
Y

Yokoyama M.T et Johnson K.A: 1988. Microbiology of the rumen and intestine. In: *The ruminant animal, Digestive physiology and nutrition*. DC Church (ed), chapter 7: 125-144.

Annexe

Annexe 1

Matériels de laboratoire



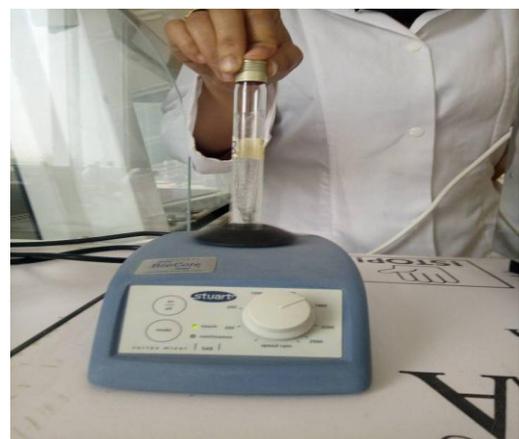
Balance électronique de précision.



Stomacher.



Contour de colonies Funke-Gerber.



Agitateur vortex.



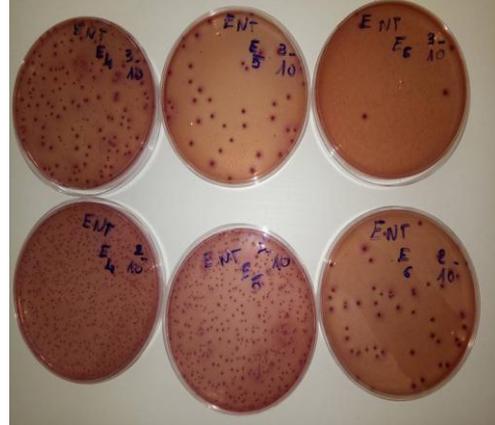
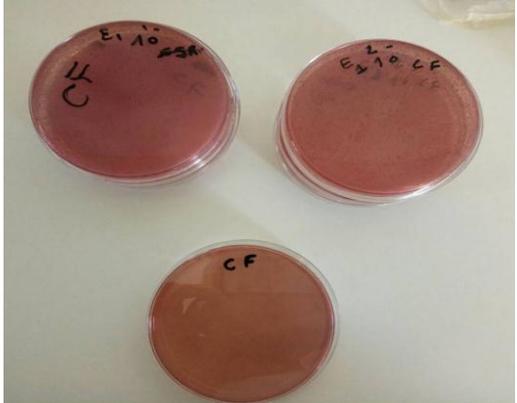
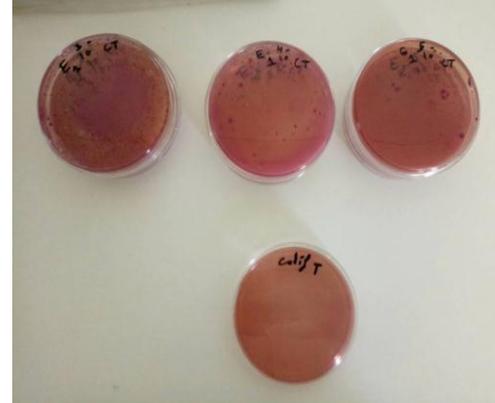
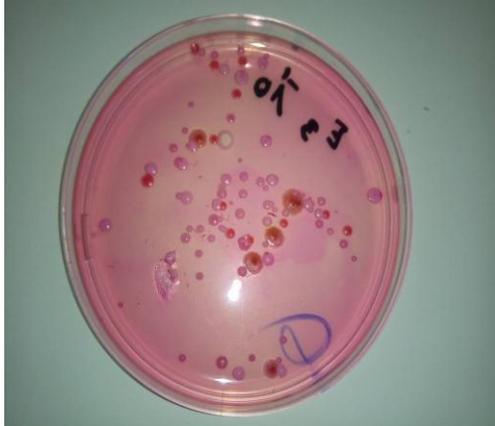
Incubateur Memmert.



Bec bunsen.

Annexe 2

Résultat de travail

	
Dénombrement de flore mésophile aérobie totale.	Dénombrement des entérobactéries.
	
Dénombrement des coliformes fécaux.	Dénombrement des coliformes totaux.
	
Dénombrement de staphylococcus aureus .	Dénombrement des levures.

Résumé

La présente étude est consacrée à l'évaluation de la qualité microbiologique de six échantillons de viande bovine prélevés de façon aléatoire à partir des différents points de vente de la région de Débila- El-Oued.

L'analyse des résultats obtenus a révélé un pourcentage de non-conformité de 100%. Nous avons constaté également que les principales causes impliquées dans la non-conformité des échantillons analysés sont les entérobactéries et les coliformes fécaux avec un pourcentage de non-conformité de 100% et 83,33%, respectivement.

Les moyennes de contamination des échantillons analysés par la flore aérobie mésophile totale, les entérobactéries, les coliformes totaux, les coliformes fécaux, le *staphylococcus aureus* et les levures étaient de l'ordre de $5,1 \cdot 10^6$, $8,1 \cdot 10^4$, $4,5 \cdot 10^5$, $2,6 \cdot 10^4$, $5,4 \cdot 10^2$ et $5,6 \cdot 10^3$ ufc/g, respectivement. En revanche, nos résultats montrent l'absence totale des anaérobies sulfite-réducteurs, des *salmonelles* et des moisissures.

En ce qui concerne l'effet de la période de prélèvement sur la qualité hygiénique des prélèvements prélevés, la présente étude ne souligne aucune influence significative ($p > 0,05$) de la période de prélèvement sur l'ensemble de flores recherchées.

Finalement, nous constatons que les résultats obtenus durant cette étude montrent que la qualité microbiologique des prélèvements prélevés est insatisfaisante, il est donc nécessaire d'améliorer la qualité hygiénique de la viande au niveau de la région pour assurer une meilleure sécurité des consommateurs.

Mots clés : qualité microbiologique, viande, El-Oued, bovine, bactéries.

الملخص

تمحورت هذه الدراسة حول تقييم الجودة الميكروبيولوجية لست عينات من لحوم البقر تم جمعها عشوائيا من نقاط بيع المختلفة في منطقة الدبيلة بولاية الوادي.

كشف تحليل النتائج التي تم الحصول عليها عن نسبة عدم تطابق تقدر بـ 100%. استخلصنا أيضا أن الأسباب الرئيسية التي تساهم في عدم تطابق العينات التي تم تحليلها هي الانتيروبكتيريا و القولونية البرازية بنسبة عدم تطابق تقدر بـ 100% و 83,33%.

كانت معدلات تلوث التي تم تحليلها ب البكتيريا الهوائية متوسطة الحرارة الكلية، الانتيروبكتيريا، مجموع القولونيات، القولونيات البرازية، المكورات العنقودية و الخمائر على النحو الآتي: $5,1 \cdot 10^6$ ، $8,1 \cdot 10^4$ ، $4,5 \cdot 10^5$ ، $2,6 \cdot 10^4$ ، $5,4 \cdot 10^2$ و $5,6 \cdot 10^3$ وحدة تشكيل مستعمرة على الغرام على التوالي. من ناحية أخرى، تظهر نتائجنا الغياب الكامل لللاهوائية المرجعة للكبريتات والسالمونيلا والفطريات.

وفيما يتعلق بتأثير فترة أخذ العينات على الجودة الصحية للعينات التي تم جمعها، هذه الدراسة لم تظهر أي تأثير معنوي ($p > 0,05$) لفترة أخذ العينات على جميع أنواع البكتيريا المبحوث عنها.

وأخيرا، نجد أن النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة تظهر أن الجودة الميكروبيولوجية للعينات التي تم جمعها غير مرضية، ولذلك فمن الضروري لتحسين الجودة الصحية للحوم في المنطقة لضمان سلامة المستهلك.

الكلمات المفتاحية: الجودة الميكروبيولوجية، اللحوم، الوادي، الأبقار، البكتيريا.

Abstract

The present study is devoted to the evaluation of the microbiological quality of six samples of bovine meat randomly taken from the various sales outlets in the Débila region - El-Oued.

The analysis of the results obtained reveals a percentage of non-compliance of 100%. We also found that the main causes involved in the non-compliance of the analyzed samples are enterobacteria and faecal coliforms with a percentage of non-compliance of 100% and 83.33%, respectively.

The averages of contamination of the samples analyzed by total mesophilic aerobic flora, enterobacteria, total coliforms, faecal coliforms, staphylococcus and yeasts were of the order of $5.1 \cdot 10^6$, $8.1 \cdot 10^4$, $4.5 \cdot 10^5$, $2.6 \cdot 10^4$, $5.4 \cdot 10^2$ and $5.6 \cdot 10^3$ cfu / g, respectively. On the other hand, our results show the total absence of sulphite-reducing anaerobes, *salmonella* and molds.

With regard to the effect of the sampling period on the hygienic quality of the samples taken, the present study does not underline any significant influence ($p > 0.05$) of the sampling period on the set of desired flora.

Finally, we note that the results obtained during this study show that the microbiological quality of the samples taken is unsatisfactory, it is therefore necessary to improve the hygienic quality of meat at the regional level to ensure better consumer safety.