



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار تليجي بالاغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière: Sciences Biologiques

Option: Microbiologie Appliquée

THEME

Contrôle de qualité microbiologique des viandes rouges commercialisées
dans la ville de Laghouat.

Présenté par:

NAHOUI Hayet

ZAITRI Sarah

Devant le jury composé de :

Président:	BENCHIKH Imen	MCA	Université de Laghouat
Examineur:	SOUIDA Zineb	MAB	Université de Laghouat
Rapporteur:	BOUNOUALA Fatima Zohra	MCB	Université de Laghouat

Soutenu publiquement le: 27/06/2024

Année Universitaire: 2023/2024

شكر و تقدير

نحمد الله تعالى كما ينبغي لجلال وجهه وعظيم سلطانه، كما نشكره تبارك الله وتعالى شكرا يوافي نعمه
ويكافئ فضله العظيم، فهو حسبه صاحب النعمة والفضل، ونصلي ونسلم على سيد الاولين والآخرين محمد
صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه أجمعين.

نتقدم بجزيل الشكر والتقدير والعرفان للأستاذة المشرفة **بونوالدة فاطمة الزهراء** على توجيهاتها لنا وجهدها
المبذول لاجراء هذا العمل في أبهى حلة

كما نتوجه بالشكر الجزيل للجنة الكريمة التي وافقت عمى مناقشة بحثنا الأستاذة **بن الشيخ ايمان** و الأستاذة
سويدة زينب

ونهدى أجمل عبارات الامتنان والشكر الى الطاقم الاداري في المخبر البيطري الجهوي بالأغواط الذين
اشرفوا علينا طوال فترة التربص.

نتقدم بجزيل الشكر لكل من علمني حرفا ومد لي يد المساعدة أو نصيحة أو تصحيح خطأ أو تحفيز جعلها الله
في ميزان حسناتكم.

الإهداء

« وآخر دعواهم أن الحمد لله ربي العالمين »

أهدي تخرجي هذا إلى نفسي الطموحة أولا ابتدأت بطموح وانتهت بنجاح . ثم إلى كل من
سعى معي في مسيرتي الدراسية من المرحلة الابتدائية إلى المرحلة الجامعة دمت لي سنداً
. لا عمر له .

: وبكل حب أهدي ثمرة نجاحي وتخرجي

إلى من كان نور لدربي وسراجي الذي لا ينطفئ نوره أبدا والذي بذل جهد السنين من أجل

أن اعتلي سلالمة النجاح

آبي الغالي

إلى كل من علمتني الاخلاق قبل الحروف إلى الجسر الصاعد بي إلى الجنة إلى الداعمة

الاولى في حياتي واليد التي ازالته عن طريقي الاشواك والمتاعب

أمي الغالية

إلى من آمن بقدراتي وسندي ورفيق دربي وأنيسي في دنيتي إلى ذلك الجدار الذي أميل عليه

في كل وقت وحين

زوجي الغالي

إلى من ساندوني بكل حب عند ضعفي وأزاحو عن طريقي المتاعب ممهدين لي الطريق

زارعين الثقة والاصرار بداخلي سندي والكتف الذي استند عليه دائما فهم جزء من هذا النجاح

اخواني وأخواتي

وفي الاخير من قال أنا لها نالها كل الشكر والتقدير إلى كل من هم بقلبي ونسيهم القلم

حياة

الإهداء

بسم الله الرحمن الرحيم قال تعالى: (وكان فضل الله عظيماً).

الحمد لله الذي يسر البدايات وأكمل النهايات وبلغنا الغايات

الحمد لله الذي ماتم جهد إلا بعونه

ماضع جهد الامس في يوم سدى والله يجزي الحسن بالاحسان

وأقول من فرط الطموح أنا لها ضللت أسعى خلفها في همة حتى عانقت غاياتي ونلتها

فالحمد له الذي أنعم وأكرم وأتم.

أهدي تخرجي وثمره جهدي إلى روح أبي الطاهرة رحمه الله

إلى من أنار دربي بنور لا ينطفئ وإلى من سار معي في كل درب وطريق إلى من أحمل اسمه بكل فخر

واعتزاز والذي العزيز "أحمد" الذي لم يشاهدني وأنا أتوج على هذه المنصة

اطمئن يا أبي سأرفع رأسك عاليا بكل فخر واعتزاز فأحسنك وجهك لم يذهب سدى يافقيد روعي رحمك

الله وأنار قبرك ياسندي واغلى أب رحل عن الدنيا وبقي في قلبي

. إلى من جُعِلَت الجنة تحت أقدامها

أهدي ثمرة جهدي إلى من نسجت سعادتي بخيوط الصبر وحاكت أحلامي بنبض الدعاء

إليك أمه حبيبة القلب

لكل من كان عوناً وسنداً في هذا الطريق اخوتي واخواتي ولكل عائلتي الطيبة كل بإسمه وجميل وسمه

ورفقاء السنين.

إلى كل من حفظه القلب ونسيه القلم

أهديكم أجمل هدية جازاني بها ربي سبحانه "تخرجي"

"سارة"

Résumé

La viande rouge est un aliment qui a une valeur nutritive importante grâce à sa richesse en nutriments. Ce produit est très sensible à la contamination bactérienne. L'objectif de cette étude est d'apprécier la qualité microbiologique des viandes rouges commercialisées dans la région de Laghouat et dont on a testé 5 échantillons.

Des analyses bactériologiques ont été effectuées, cette étude consiste à l'évaluation de la charge microbienne globale de *Pseudomonas*, *E. Coli*, et *Salmonella*. Les résultats montrent une absence de *Salmonella* dans tous les échantillons, des niveaux variables de *Pseudomonas* dans certains échantillons, et une présence notable de *E. Coli* indiquant une contamination fécale potentielle. Les résultats sont discutés par rapport aux normes algériennes et aux études antérieures.

En l'occurrence, la présente recherche a donc jeté une lumière sur les indéniables dysfonctionnements du respect des règles d'hygiène et de conservation de la viande et dont on recommande une remédiation et l'adoption d'une démarche sensibilisatrice préservant la santé publique.

Mots clés : Viande rouge, qualité microbiologique, qualité hygiénique, sécurité alimentaire, santé publique.

Abstract

Red meat has a high nutritional value due to its richness in nutrients. This product is very sensitive to bacterial contamination. The aim of this study was to control the microbiological quality of red meat marketed in Laghouat region, 5 samples were tested.

Bacteriological analyses were carried, this study consists of the evaluation of the microbial load of *Pseudomonas*, *E. Coli* and *Salmonella*. The results showed an absence of *Salmonella* in all samples, variable levels of *Pseudomonas* in some samples, and a notable presence of *E. Coli* indicating potential faecal contamination. The results are discussed in relation to Algerian standards and previous studies .

This research has therefore shed light on the undeniable shortcomings in compliance with meat hygiene and preservation rules, and recommends remedial action and the adoption of an awareness-raising approach to protect public health.

Key words: Red meat, microbiological quality, hygienic quality, food safety, public health .

الملخص

تتمتع اللحوم الحمراء بقيمة غذائية عالية بفضل غناها بالعناصر الغذائية. هذا المنتج حساس جدا للتلوث البكتيري. كان الهدف من هذه الدراسة هو تقييم الجودة الميكروبيولوجية للحوم الحمراء التي يتم تسويقها في منطقة الأغواط، حيث تم اختبار 5 عينات منها.

أجريت التحاليل البكتريولوجية لتقييم الحمل الميكروبي الكلي للبكتيريا *Pseudomonas*, *E. Coli*, *Salmonella*. أظهرت النتائج عدم وجود السالمونيل في جميع العينات، ومستويات متفاوتة من *Pseudomonas* ببعض العينات، ووجود ملحوظ *E. Coli* مما يشير إلى تلوث برازي محتمل. تمت مناقشة النتائج فيم يتعلق بالمعايير الجزائرية و الدراسات السابقة.

وبالتالي فقد سلط هذا البحث الضوء على أوجه القصور التي لا يمكن إنكارها في الامتثال لقواعد النظافة الصحية للحوم وحفظها، ويوصي باتخاذ إجراءات علاجية واعتماد نهج توعوي لحماية الصحة العامة.

الكلمات المفتاحية: اللحوم الحمراء، الجودة الميكروبيولوجية، الجودة الصحية، سلامة الأغذية، الصحة العامة.

Table des matières

Liste des abréviations	i
Liste des figures	ii
Liste des tableaux	iii
Introduction	1
Synthèse bibliographique	3
Chapitre 01 : la viande	3
1. La viande	3
1.1. Définition générale	3
1.2. Importance nutritive	3
1.3. Différents types de viandes	4
2. La viande rouge	5
2.1. Définition	5
2.2. Composition de la viande rouge	5
2.2.1. Protéines	6
2.2.2. Lipides	6
2.2.3. Glucides	7
2.2.4. Sels minéraux	7
2.2.5. Vitamines	7
2.3 Intérêt nutritionnel de la viande rouge	7
3. Structure du muscle	8
4. La filière viande rouge	9
4.1. Boucherie et boucher	9
4.1.1. Définitions	9
4.1.2. Place du boucher dans la filière viande	9
5. Qualités des viandes rouges	10
5.1. Le concept qualité	10
5.2. La qualité nutritionnelle de la viande	10
5.3. Qualités organoleptiques de la viande	11
5.3.1. Couleur	11
5.3.2. Tendreté	11
5.3.3. Flaveur	12
5.3.4. Jutosité	12
5.4. La qualité de service ou d'usage	12
5.5. La qualité hygiénique et sanitaire des viandes	13
5.6. Qualité technologique	13

Chapitre 02 : la microbiologie de la viande	14
1. Microflore naturelle de la viande rouge	14
2. Origine de la contamination de la viande	14
2.1. Origine exogène	15
2.1.1. Personnel	15
2.1.2. Infrastructure et équipements	15
2.1.3. Milieu d'abattage	15
2.1.4. L'eau	16
2.2. Origine endogène	16
2.2.1. Flore du tube digestif	16
2.2.2. Flore du cuir et des muqueuses	17
2.2.3. Flore des voies respiratoires	17
3. Les micro-organismes contaminants les viandes	17
3.1. Les marqueurs ou bactéries témoins de contamination	17
3.2. Les bactéries pathogènes	18
3.2.1. <i>Salmonella</i>	19
3.2.2. <i>Staphylococcus aureus</i>	20
3.2.3. <i>Pseudomonas</i>	21
3.2.4. <i>Campylobacter</i>	22
3.2.5. <i>Clostridium botulinum</i>	24
3.2.6. <i>Clostridium perfringens</i>	25
3.2.7. <i>Escherichia coli</i>	26
4. Facteurs de la prolifération des microorganismes de la viande	27
4.1. Facteurs intrinsèques	27
4.2. Facteurs extrinsèques	28
5. Contamination en boucherie	29
6. Conséquences de la contamination	29
7. Maladies pouvant être transmis par la viande	30
8. Principales altérations de la viande	31
8.1. Signes d'altération	31
8.2. Dégradation superficielle	31
8.3. Modifications organoleptiques	32
9. Bonnes pratiques d'hygiène en boucherie	32
10. Méthodes de décontamination de la viande	33
Matériels et méthodes	34
1. Objectif	34

2. Lieu et période de travail.....	34
3. Echantillonnage	34
4. Matériel utilisé.....	35
5. Méthodes d'analyses microbiologiques	36
5.1. Préparation de la suspension mère	36
5.2. Préparation des dilutions décimales.....	37
5.3. Le dénombrement des colonies :	37
5.4. Recherche et dénombrement des germes de contamination	38
5.4.1. Recherche et dénombrement de <i>Pseudomonas</i>	38
5.4.2. Recherche et dénombrement de <i>Escherichia coli</i>	39
5.4.3. Recherche et dénombrement de <i>Salmonelles</i>	39
Résultats et discussion	40
1. Résultats de la recherche et le dénombrement de <i>Pseudomonas</i>	40
2. Résultats de la recherche et le dénombrement de <i>Escherichia coli</i>	42
3. Résultats de la recherche de <i>Salmonella</i>	45
Discussion générale	47
Conclusion et perspectives	48
Références bibliographiques	50
Annexe	60

Liste des Abréviations

AFFSSA : Agence française de sécurité sanitaire des aliments

ASPC2012 : Agence de la Santé Publique du Canada.

ATP: acide adénosine-triphosphorique

A_w: activité de l'eau

CUQ : Communauté urbaine de Québec

E.coli : *Escherichia coli*

EHEC: Ecole de hautes études commerciales

FAO : Organisation pour L'alimentation et L'agriculture (Food and Agriculture organisation)

ISO 8402: Gestion de la qualité et assurance qualité

JORA: Journal Officiel de la République Algérienne.

LVR: Laboratoire vétérinaire régional.

MAT: micro-angiopathie thrombotique .

pH:Le potentiel hydrogène

PPM: partie par million

S.aureus: *Staphylococcus aureus*

SHU: syndrome hemolytique et urémique

SM : Suspension mère

STEC: Shigatoxine producing *E. coli*

STX1: shigatoxine classe 1

STX2:shigatoxine classe 2

T : Température

TG:Triglycerides.

TIAC: toxi-infection alimentaire collective

UFC : unité formant colonie

UV: ultra-violet

VTEC: Verotoxine producing *E. coli*

Liste des figures

Figure 01 : Différents types de viandes.....	page 4
Figure 02 : Exemple de viande rouge : A viande bovine ; B viande ovine	page 5
Figure 03 : Structure du muscle squelettique.....	page 8
Figure 04 : Mécanisme de contamination superficielle des carcasses à l'abattoir (Nicole,1989)	page 16
Figure 05 : <i>Salmonella</i>	page 20
Figure 06 : <i>Staphylococcus aureus</i>	page 21
Figure 07 : <i>Pseudomonas</i>	page 22
Figure 08 : <i>Campylobacter</i>	page 23
Figure 09 : <i>Clostridium botulinum</i>	page 24
Figure 10 : <i>Clostridium perfringens</i>	page 25
Figure 11 : <i>Escherichia coli</i>	page 27
Figure 12 : Action de la température sur les microorganismes.....	page 29

Liste des tableaux

Tableau 01 : Composition chimique moyenne de viande chez les bovins (Keeton et Eddy,2004)	page 5
Tableau 02 : l'ensemble des germes recherchés dans la viande rouge selon l'arrêt ministériel Du 2 juillet 2017 (JORA N°39).....	page 38
Tableau 03 : Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur les viandes rouges.....	page 40
Tableau 04 : Résultats de la recherche et le dénombrement de <i>Pseudomonas</i>	page 41
Tableau 05 : Résultats de la recherche et le dénombrement de <i>Escherichia coli</i>	page 43
Tableau 06 : Résultats de la recherche de <i>Salmonella</i>	page 46

Introduction

Introduction

La viande, première source de protéines animales, se situe grâce à sa richesse en acides aminés indispensables parmi les protéines nobles, elle constitue une denrée alimentaire de première nécessité dans le monde dont les besoins sont croissants grâce à un développement démographique galopant. Suivant qu'elle est une source importante de nutriments et par suite de son tonus émotif, elle est l'aliment par excellence dont la consommation est freinée seulement par le prix.

La viande occupe une place de choix dans notre alimentation tant pour des raisons nutritionnelles que pour des raisons socioculturelles. Elle est un aliment essentiel pour une alimentation équilibrée en raison de sa teneur élevée en eau et en protéines de haute valeur biologique. Toutefois, ces mêmes raisons la rendent un milieu favorable à la prolifération des microbes.

Les germes qui contaminent les carcasses après les différentes étapes de l'abattage (dépouillement et éviscération) sont en grande partie saprophytes. Ils peuvent être des bactéries, des levures ou des moisissures. Ces germes d'altération sont responsables de la putréfaction de la viande.

De plus, il est possible de détecter la présence de germes pathogènes qui sont à l'origine des toxi- infections alimentaires. Ces intoxications peuvent être assez sévères, elles sont provoquées dans la plupart des cas par *Salmonella sp*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*,... etc., (**Cottin et al., 1985**).

Le contrôle microbiologique des viandes et leurs dérivés est très important car cette matière représente un véhicule de nombreuses maladies dangereuses pour la santé publique, effectivement l'Algérie enregistre chaque année 6500 cas d'intoxications alimentaires dont 29% de ces accidents sont provoqués par les viandes et 24% par les produits carnés (publication par Samira Belabed Journal électronique : Sud Horizons publication 21Juin 2018).

La contamination bactérienne est l'un des principaux facteurs hygiéniques à contrôler, tant en ce qui concerne la qualité que la sécurité des produits. Effectivement, les bactéries, qui peuvent être à l'origine de la détérioration des aliments, peuvent également représenter un danger important pour la santé des consommateurs en raison de leur présence et de la production de métabolites toxiques (**Vallotton, 2004**).

L'objectif de notre étude est d'évaluer la qualité microbiologique de quelques échantillons de viandes rouges commercialisées dans les marchés de la wilaya de Laghouat, afin de mettre l'accent sur les risques des mauvaises pratiques d'hygiène sur la santé du consommateur.

De ce fait, le manuscrit est structuré en trois grandes parties : la première partie correspond à des rappels bibliographiques, dans laquelle un certain nombre de données récentes sur le sujet est apporté. Ensuite, la deuxième partie concerne la partie pratique où le matériel utilisé et le mode opératoire des analyses microbiologiques sont représentés. Enfin, dans la troisième partie, les résultats obtenus sont illustrés et discutés.

Synthèse bibliographique

Chapitre I : La viande

1. La viande

1.1. Définition générale

Le mot viande vient du latin qui veut dire " ce que la vie sert à la vie" puisque les protéines qu'elle fournisse sont indispensable pour tout organisme vivant (**Dumont et Valin,1982**).

Selon l'organisation mondiale de la santé animale, la viande désigne toutes les parties comestibles d'un animal et considère le mot « animal », dans ce contexte « tout mammifère ou oiseau». Dans ce vocabulaire sont incluses la chair des mammifères (Ovin, bovin, caprin, camelin ...) et des oiseaux (poulet, dinde, pintade ...). Mais la qualité de la viande est en fonction de l'âge, du sexe, et de la race de l'animal (**Belitz et al., 2009**).

La viande est la chair des animaux utilisée pour l'alimentation humaine. Elle est essentiellement constituée par les muscles striés après leur évolution post mortem, qui se mangent après cuisson (**Salifou et al., 2013a**).

D'après le **Codex Alimentarius (CAC/RCP58-2005)**, la notion de viande désigne toutes les parties d'un animal qui sont destinées à la consommation humaine ou ont été jugées saines et sont considérées comme saines.

1.2. Importance nutritive

La première fonction d'un aliment est de couvrir les besoins physiologiques d'un individu. Cette caractéristique est prouvée scientifiquement pour la viande et s'appuie sur les données relatives à sa composition (Protéines, glucides, lipides, oligo-éléments...) (**Touraille, 1994**).

Selon **Lebret et Mourot (1998)**, la qualité nutritionnelle d'un aliment correspond à son aptitude à apporter au consommateur certains nutriments dont il a besoin : protéines (acide aminés), lipides (les acides gras), vitamines et minéraux, tout en préservant, voir en améliorant sa santé.

La viande représente un aliment d'une haute valeur nutritive, nécessaire dès le plus jeune âge.

Le dosage biochimique et l'expérimentation physiologique révèlent son importance en tant qu'un aliment riche en nutriments :

- La viande est une source d'énergie, son potentiel calorique dépend énormément de sa teneur en graisse
- Il contient du phosphore
- Une bonne source de fer dont l'utilisation de l'homme est satisfaisante
- Riche en vitamine du groupe B, riche en hormone particulièrement les Corticostéroïdes
- La viande ne contient pas du calcium (**Poelma P.L 1984**).

1.3. Différents types de viandes :

Les viandes peuvent être classées en fonction de :

- La couleur de leur chair, on distingue :
 - viandes blanches (veau, agneau de lait, chevreau et volailles)
 - viandes roses (porc)
 - viandes rouges (boeuf, mouton)
 - viandes dites noires (cheval).
- La composition en graisse : comprend la viande maigre (cameline) ainsi que la viande plus ou moins riches en graisse (**Chougui, 2015**).



Figure 01 : Différents types de viandes.

2. La viande rouge

2.1. Définition

La viande rouge désigne toutes les types des tissus musculaires de viande de mammifères tels que le bœuf, le veau, l'agneau, le mouton le porc, le cheval et la chèvre (**figure 02**) (OMS 2015). Certains rejettent le porc et le considèrent comme une viande blanche.



Figure 02 : Exemple de viande rouge : A viande bovine ; B viande ovine

2.2. Composition de la viande rouge

La détermination de la composition chimique de la viande vise à fournir un certain nombre de paramètres aux consommateurs concernant l'aspect diététique de la viande rouge. Le muscle constitue la partie la plus nourrissante de la viande rouge. Il a une teneur en eau comprise entre 55% et 75%, et contient également 15% à 22% de protéines, 1% à 15% de lipides, 1% à 2% de glucides, 0,5% à 1% de sels minéraux et des vitamines du groupe B (**tableau 01**). La viande possède un pH compris entre 5,5 et 5,9 (**Cheftel *et al.* 1985 ; Laurent, 1981**).

Tableau 01 : Composition chimique moyenne de viande chez les bovins (**Keeton et Eddy, 2004**)

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

2.2.1. Protéines

La viande contient de grandes quantités de protéines de haute qualité nutritionnelle (**Schmid, 2011**). La teneur moyenne avant cuisson est de 16 à 20 g pour 100 g de viande (**Dupin et al., 1992**). Elle augmente encore lorsque la viande est chauffée en raison de la perte d'eau. Quelle que soit la race, la viande maigre a une teneur en protéines légèrement plus élevée que la viande grasse (**Schmid, 2011 ; Coibion, 2008**).

Les protéines d'origine animale sont riches en acides aminés essentiels, en particulier en acides aminés soufrés, notamment en lysine, qui ne peuvent être ni synthétisés ni remplacés.

Les protéines se répartissent en protéines intracellulaires représentés par les protéines sarcoplasmique (albumine, globuline, hémoglobine et myoglobine), les protéines myofibrillaires (actine, myosine, tropomyosine et actinine) et en protéines extracellulaires (collagène, réticuline et élastine) (**Lawrie, 1998**).

2.2.2. Lipides

Il s'agit essentiellement de triglycérides (TG) riches en acides gras saturés, dont la digestion est lente et la teneur en cholestérol est inférieure à 100 mg/100 g (**Roudaut et Lefrancq, 2005**).

La graisse de viande contient deux acides gras essentiels, l'acide linoléique et l'acide alpha-linoléique, L'organisme étant incapable de synthétiser ces deux acides gras, leur apport par l'alimentation est indispensable. La plupart des morceaux de boeuf contiennent moins de 15 % de matière grasse, l'agneau apporte entre 10 et 25 % de lipides (**VALERIE, 2002**).

2.2.3. Glucides

La viande est pauvre en glucides, la teneur en glycogène des muscles ne représentant qu'environ 2 %. Ce glycogène constitue la principale source d'énergie pour les contractions musculaires (**Craplet et al, 1979 ; Henri, 1992**).

2.2.4. Sels minéraux

La viande rouge est une bonne source d'apport de sels minéraux et oligoéléments surtout le fer héminique qui est beaucoup plus assimilée par l'organisme humain que le fer non-héminique.

Le zinc est également présent dans la viande, avec une teneur moyenne de 4 mg/ 100 g de viande.

Les aliments les plus riches en sélénium sont les viandes. Ils représentent environ 9µg/100g de viande. Selon **Interbev (2005)**, cet antioxydant assure la protection de l'organisme contre les peroxydations lipidiques, ce qui prévient le vieillissement et les maladies cardiovasculaires. Les viandes rouges se distinguent par leur faible teneur en calcium et leur abondance en phosphore.

2.2.5. Vitamines

Les viandes se distinguent par l'absence de vitamines liposolubles : A, D, E, K et C, et par une grande quantité de vitamines du groupe B (B1, B2, B3 ou PP, B5, B6), les viandes bovines et ovines participent à la satisfaction des besoins vitaminiques augmentés du sportif. Ce sont plus particulièrement d'excellentes sources de vitamine B12, qui contribue à la constitution des globules rouges. Une portion de 100 g de boeuf ou d'agneau couvre au moins 50 % des apports recommandés pour cette dernière (**Lecerf, 2014 ; Oprendeck-Roudey, 2010**).

2.3 Intérêt nutritionnel de la viande rouge

La valeur nutritive de la viande peut être résumée dans les points essentiels suivants :

- Tout d'abord la viande est une source d'azote de grande valeur biologique. Cet azote est présent sous forme de protéines, (Belhadj, 2008). Ces protéines sont composées essentiellement de myosine, myoalbumine et de collagène. Il s'agit, pour la myosine et la myoalbumine, de protéines d'excellente qualité comportants tous les acides aminés indispensables, ce qui confère aux viandes un très bon coefficient d'efficacité protidique. (**Anonyme 1, 2007**)
- Elle est également une source d'énergie. Son potentiel calorique dépend énormément de sa teneur en matières grasses. La teneur en glucide est négligeable car il n'y a pratiquement plus de glycogène dans la viande au stade de sa commercialisation.
- Elle est aussi une bonne source de minéraux. Les viandes sont riches en phosphore et représentent la meilleure source alimentaire de fer héminique mieux absorbé que le fer ferrique des végétaux
- Les viandes sont dépourvues de vitamines liposolubles. Elles sont plutôt riches en vitamines du groupe B (**Belhadj, 2008**).

3. Structure du muscle

Les muscles sont composés de fibres musculaires, fixées sur les os par les tendons et du tissu conjonctif, qui entoure les fibres musculaires et contient des vaisseaux sanguins, des nerfs et du tissu adipeux (**figure 03**).

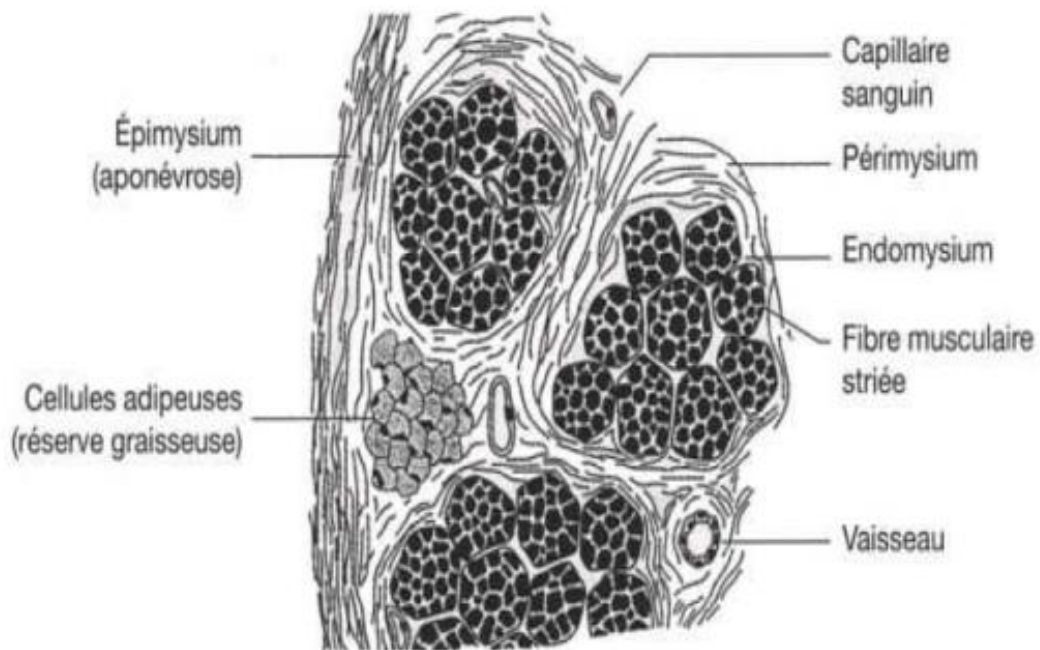


Figure 03 : Structure du muscle squelettique.

4. La filière viande rouge

La filière des viandes rouges constitue une branche d'activités très diversifiée occupant une place de première importance dans l'économie agricole et agro-alimentaire. Comme ailleurs, elle couvre un ensemble de maillons allant de la production à la consommation. Jusqu'à une date récente, seule la filière "lait et produits dérivés" a retenu l'attention des pouvoirs publics et des opérateurs privés. Mais, depuis peu, un intérêt a commencé à se manifester pour la filière des viandes du fait des enjeux socio-économiques qu'elle représente à l'échelle nationale d'une part et de l'évolution du secteur des viandes rouges à l'échelle internationale d'autre part.

En passant des éleveurs aux consommateurs, la viande traverse différentes étapes avant d'être consommée. La filière viande débute dès la naissance de l'animal et son élevage, puis se poursuit jusqu'à sa mise en vente dans des boucheries (**Louni, 2017**).

4.1. Boucherie et boucher

Le stade final de la filière viande est la boucherie, qui joue le rôle d'intermédiaire entre le consommateur et le producteur.

4.1.1. Définitions

Larousse en ligne définit la boucherie comme une industrie de transformation en viande des animaux d'élevage et un établissement, rayon d'une grande surface où cette viande est vendue au détail.

Les bouchers occupent le poste de détaillants dans la vente de viandes, ils assurent la transformation et la vente en détail des viandes. Ils font l'acquisition des animaux vivants pour les sacrifier ou s'approvisionnent en carcasse chez les chevillards (**Salmi et al. 2016**).

4.1.2.. Place du boucher dans la filière viande

Le boucher est une personne dont l'activité est l'abattage du bétail et la transformation des carcasses animales en viande détaillée. Dans certaines parties du monde, le boucher s'est affranchi de l'opération de sacrifice, effectué par un abattoir, et s'est spécialisé dans le découpage.

Il peut être un agriculteur transformant à la ferme ou dans un atelier collectif loué (paysan-boucher), un artisan travaillant à son compte ou comme salarié dans une petite entreprise artisanale (artisan-boucher), un ouvrier travaillant comme salarié pour l'industrie agroalimentaire (ouvrier-boucher).

L'activité bouchère joue un rôle important dans la vente de viande. Selon **Sadoud et Chehat (2008)**, sa stratégie implique de réaliser une rotation quotidienne rapide des stocks et de modifier en permanence son offre de viande ovine et bovine en fonction des quantités achetées et des fréquences d'achat des consommateurs, en particulier la clientèle.

Il est crucial que les gestionnaires de ces établissements (bouchers) aient des connaissances et une formation adéquate en matière d'hygiène personnelle et générale afin de garantir la santé et la sécurité du consommateur tout au long de la chaîne de production, de

transformation, de stockage et de préparation du produit. Selon **Ghfir et Daube (2007)**, les opérateurs qui ont souvent une mauvaise manipulation et un mépris des mesures d'hygiène, ce qui entraîne souvent des épidémies et des maladies d'origine alimentaire, causées par *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) et des bacilles à Gram négatif tels qu'*Escherichia coli* (*E. coli*) et *Salmonella spp.*

5. Qualités des viandes rouges

5.1. Le concept qualité

La qualité peut être définie comme « l'ensemble des attributs et des caractéristiques d'un produit ou service qui lui permettent de répondre aux besoins exprimés ou implicites ». En d'autres mots, la qualité représente la satisfaction du client ou de l'utilisateur c'est Selon la **norme ISO 8402**. Pour la viande, sa qualité peut être définie par un certains nombre de caractéristiques (**Coibion, 2008**).

5.2. La qualité nutritionnelle de la viande

La qualité nutritionnelle est définie par **Lebret et Mourot (1998)** comme étant la capacité d'apporter au consommateur les nutriments nécessaires : protéines (acide aminés), lipides (les acides gras), vitamines et minéraux, tout en préservant, voire en améliorant sa santé.

5.3. Qualités organoleptiques de la viande

La qualité organoleptique regroupe les caractéristiques de la viande perçues par les sens du consommateur (l'aspect et la couleur, le goût et la saveur, l'odeur et la flaveur, la consistance et la texture). Ce sont les propriétés sensibles (**Lameloise et al., 1984; Touraille, 1994**). Ces sensations peuvent se classer suivant trois modalités:

- **Qualitative**, déterminant la nature de la viande.
- **Quantitative**, qui représente l'intensité de cette sensation.
- **Hédoniste**, qui caractérise le plaisir ressenti par l'individu (**Lameloise et al., 1984**).

5.3.1. Couleur

La couleur est la première caractéristique perçue par le consommateur. Elle dépend de la fraîcheur de l'aliment. Le principal pigment responsable de la couleur de la viande est la myoglobine qui est une chromoprotéine. Au contact de l'air, la myoglobine se combine avec

l'oxygène formant ainsi l'oxymyoglobine de couleur rouge vif, couleur de viande synonyme de la fraîcheur recherchée par le consommateur (**Rennerre, 1997; Coibion, 2008**).

La myoglobine est une molécule qui stocke et échange l'oxygène. Elle existe sous trois formes qui déterminent la couleur de la viande, variant selon la nature de la myoglobine (oxydée ou réduite) et la quantité de cette myoglobine dans le muscle (**Chinzi, 1989**).

Les trois formes de la myoglobine sont indiquées par la figure 1. La myoglobine réduite (rouge pourpre), l'oxymyoglobine (rouge vif) et la metmyoglobine (brune). La couleur brune de la viande constitue un motif de rejet pour le consommateur (**Staron, 1982 ; Touraille, 1994 et Coibion, 2008**).

La couleur est aussi affectée par l'évolution du pH. Un pH bas provoque une décoloration de la viande, un pH élevé donne aux viandes une couleur sombre (**Fraysse et Darre, 1989**).

5.3.2. Tendreté

La tendreté est la facilité avec laquelle une viande se laisse trancher ou mastiquer. C'est une caractéristique primordiale (**Soltner, 1979**).

Ce sont le tissu conjonctif et la myofibrille qui sont responsables de la tendreté de la viande. Le tissu conjonctif évolue peu au cours du temps, vu sa grande résistance mécanique et sa grande stabilité (sa composante collagénique). Les fibres musculaires qui subissent de nombreuses transformations après la mort de l'animal augmentent leur résistance dans un premier temps avec l'établissement de la rigidité cadavérique puis il y a attendrissage pendant la maturation. L'attendrissage est rapide les premiers jours puis ralentit pour tendre vers la limite (**Coibion, 2008**).

La durée de conservation pour l'obtention d'une tendreté optimale est fonction de la température de stockage. Elle est de 8 jours à 6°C, de 14 jours à 2°C et de 16 jours à 0°C (**Coibion, 2008; Lameloise et al., 1984**).

La tendreté évolue au cours de la transformation du muscle en viande. Les cellules musculaires cherchent à maintenir leur homéostasie par l'hydrolyse des molécules d'ATP. Cette hydrolyse libère des protons hydrogène provoquant une acidification des cellules jusqu'à un pH de 5.4 à 5.7 et par le métabolisme du glycogène provoque une production d'acide lactique. Ce dernier libère un proton hydrogène pour se transformer en lactate suite à

la fixation d'ion de sodium ce qui collabore aussi à l'acidification du milieu cellulaire (Guillemin *et al*, 2009).

5.3.3. Flaveur

La flaveur correspond à l'ensemble des impressions olfactives et gustatives éprouvées au moment de la consommation de l'aliment (Rosset, 1978 ; Coibion, 2008). Elle dépend de plusieurs composés chimiques qui sont libérés au cours de la cuisson (Coibion, 2008).

En effet, la viande crue n'a qu'une flaveur peu prononcée liée à la présence de sels minéraux et de substances précurseurs de saveurs. C'est la fraction lipidique de la viande dont les composés sont classés en 2 catégories qui est responsable de la flaveur.

- **Les composés volatiles** (arôme et odeur) sont des composés soufrés, alcools, esters, hydrocarbures aliphatiques, etc...
- **Les composés non volatiles** (goût) comprennent les nucléotides, certains acides aminés, la créatinine. Ces précurseurs sont élaborés au cours de la maturation de la viande (Coibion, 2008).

La flaveur est influencée par divers facteurs: l'espèce, la race, l'âge, le sexe, le mode d'élevage et l'évolution post mortem (Rosset *et al.*, 1977).

5.3.4. Jutosité

La jutosité, appelée aussi succulence, caractérise la faculté d'exsudation de la viande au moment de la dégustation dont le facteur essentiel est le pouvoir de rétention d'eau du muscle (hydratation), qui est traduit par la faculté de la viande à conserver sa propre eau ou de l'eau ajoutée, ce qui est en relation avec la force de liaison de l'eau aux protéines de la fibre musculaire (Lamoise *et al*, 1984; Coibion, 2008).

5.4. La qualité de service ou d'usage

Selon Touraille (1994), La viande doit répondre aux critères essentiels attendus par le consommateur autres que ceux d'ordre strictement alimentaires tel que l'aptitude à la conservation se traduisant par la durée de vie de l'aliment après l'achat dans les conditions de conservation déterminées, la commodité d'emploi par la facilité de stockage (réfrigération) et opération de préparation facile et de courte durée.

5.5. La qualité hygiénique et sanitaire des viandes

La viande doit garantir une totale innocuité et préserver la santé du consommateur. Elle ne doit contenir aucun résidu toxique (métaux lourds, toxines bactériennes), aucun parasite, ni être le siège de développement bactérien (**Lameloise et al., 1984; coibion, 2008**).

La qualité hygiénique des viandes dépend, d'une part de la contamination pendant les opérations d'abattage et de la découpe, et d'autre part du développement de la croissance des flores contaminantes pendant le refroidissement, le stockage et la distribution (**Dennai et al, 2001**).

La qualité hygiénique de la viande constitue l'exigence élémentaire du consommateur. Elle peut être altérée par la prolifération des microorganismes néfastes et /ou la présence de composés toxiques (**Roux, 2006**).

5.6. Qualité technologique

D'après **Wavreille et al (2001)**, les caractéristiques physiques tels que le pH, biochimiques tels que les protéines des muscles changent rapidement après l'abattage et influencent la qualité de la viande d'un point de vue technologique c'est-à-dire aptitude de la viande à la conservation et à la transformation.

Chapitre II : Microbiologie de la viande rouge

1. Microflore naturelle de la viande rouge

La microflore initiale de la viande regroupe les germes provenant de l'animal vivant Jusqu'à l'obtention de la carcasse, mais avant le lavage de celle-ci. **(Fernandes, 2009).**

La microflore des viandes est composée essentiellement de germes saprophytes. La contamination par les germes pathogènes n'apparaît que rarement **(Cartier, 2007).**

Les germes saprophytes les plus rencontrés sur les viandes rouges sont les genres *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, les *Entérobacteriaceae* (*Escherichia coli*, *Klebsiella...*) *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* et *Clostridium*.

En plus des bactéries, une diversité de levures et moisissures sont rencontrées. Parmi les levures se trouvent les genres *Candida* (surtout *Candida lipolytica*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*) et parmi les moisissures ce sont le plus souvent les genres *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Rhizopus* **(Hamad, 2009)**

2. Origine de la contamination de la viande

Une fois contaminée, la viande peut être le siège d'une prolifération microbienne car elle constitue un excellent milieu de croissance pour un grand nombre d'espèces bactériennes. La contamination de la viande débute dès l'abattoir, et se poursuit pendant les opérations de désossage et de la préparation de la viande au niveau des boucheries **(Oumokhtar et al., 2008).**

L'abattage est la principale phase de contamination. Ainsi, 80% à 90 % de la microflore trouvées dans la viande provenant d'abattoirs **(Cartier, 2007).** Les opérations d'abattage offrent une multitude de possibilités de contacts directs (retournement du cuir) et indirects (le matériel, les hommes...) entre les masses musculaires et les éléments contaminés. Chacun de ces contacts entraîne le dépôt de nombreux germes en surface des carcasses **(Dennaï et al., 2001 ; Elhadef et al., 2005).**

Lors de l'éviscération, le contenu du tube digestif peut souiller la carcasse par l'un de ses deux orifices (rectum et oesophage) ou par blessure accidentelle par le couteau du sacrificateur **(Fosse et al., 2006).**

Les différentes sources de contamination microbienne de la viande sont diverses et d'importance inégale, dont elle est causée par des différents facteurs. Selon l'origine de la contamination, les microorganismes peuvent être endogènes ou exogènes (**Corry, 2007**).

2.1. Origine exogène

Selon **Hamad (2009)**, chaque contact avec les opérations d'abattage (retournement du cuir, éviscération), le matériel et le personnel entraîne le dépôt de nombreux germes en surface des carcasses.

2.1.1. Personnel

Pendant l'abattage, les carcasses peuvent être contaminées par les mains sales, les vêtements mal entretenus, le matériel de travail, l'eau, et le sol. Le risque de contamination est élevé lors de la chaîne d'abattage, où le personnel peut être exposé à la carcasse et aux matières contaminantes (habillage, éviscération) (**SCIONNEAU, 1993 ; CARTIER, 2007**).

2.1.2. Infrastructure et équipements

Les outils et les surfaces de travail mal nettoyées constituent une source certaine de contamination (**Cartier, 2007**). Les surfaces des locaux (sols, murs, plafonds), équipements (de lavage, Crochets, arrache cuir.) Ainsi que le matériel (haches, bacs, couteaux, seaux ...) s'ils sont mal conçus, peuvent être une source de contamination (**Hamad, 2009**).

2.1.3. Milieu d'abattage

La contamination microbienne atmosphérique est surtout constituée de bactéries, des moisissures, rarement des levures et des germes pathogènes. Les grosses pièces de viande sont moins exposées aux contaminations atmosphériques que les tranches. L'air est riche en spores de moisissures (**CUQ, 2007**).

L'atmosphère des abattoirs est polluée par le mouvement et le déplacement des animaux, du personnel et la manutention du cuir lors de la dépouille et les viscères maintenus dans le hall d'abattage (**Hinton et al., 1998 ; Fournaud, 1982**). Le degré de pollution dépend de plusieurs facteurs, comme le désigne la **figure 04** ainsi que le nombre de personnes présentes et le nombre d'animaux abattus (**Leyral et Vierling, 1997**).

2.1.4. L'eau

L'eau est énormément utilisée dans les abattoirs mais son utilisation n'est pas sans effet néfaste car elle peut constituer une source de multiplication de germes, surtout dans les endroits humides, non nettoyés régulièrement (Corry, 2007). L'eau non potable est une source importante de contamination puisqu'elle est un vecteur privilégié de nombreux parasites et germes pathogènes (Andjongo, 2006).

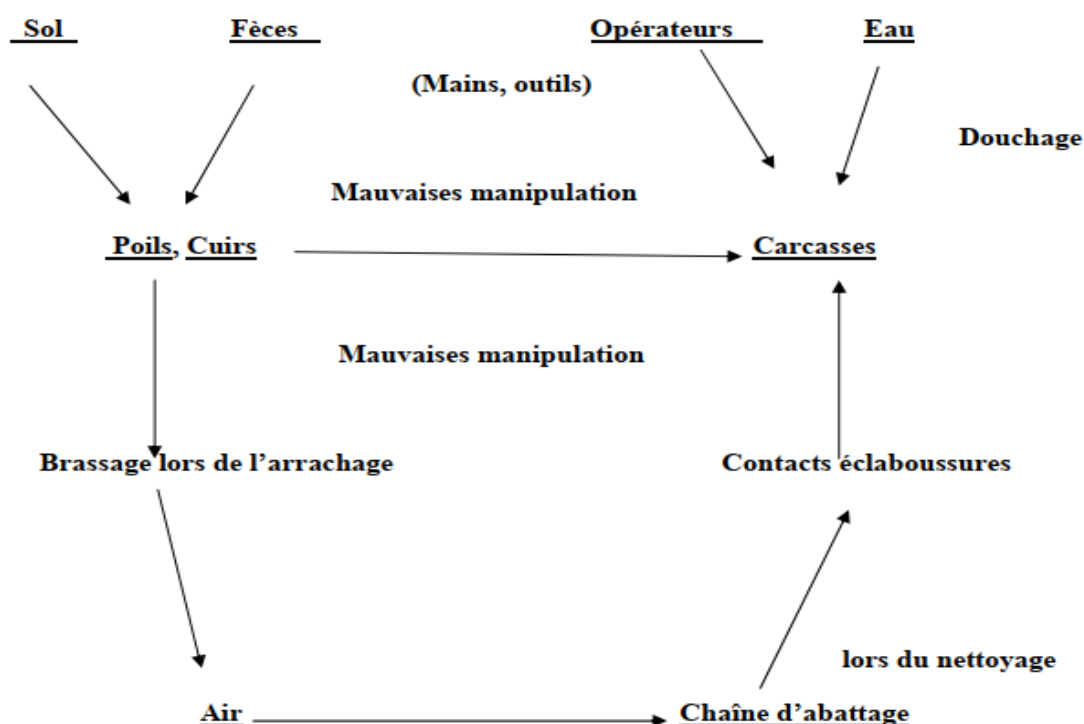


Figure 04 : Mécanisme de contamination superficielle des carcasses à l'abattoir (Nicole, 1989).

2.2. Origine endogène

Les microorganismes contaminants proviennent de l'animal à partir duquel l'aliment est produit. Les appareils digestifs et respiratoires et les cuirs des animaux sont un réservoir à microorganismes (Cartier, 2004).

2.2.1. Flore du tube digestif

Les germes de contamination endogène sont d'origine intestinale. Ce sont des bactéries anaérobies (*Clostridium*) aéroanaérobie (*Entérobactérie*) ou microaérophile (*Entérocoque*, *Campylobacter*). Ils contaminent le muscle lors de l'éviscération et de la découpe de la

carcasse. Le passage de bactéries de l'intestin vers le sang est relativement fréquent chez les animaux de boucherie (Cuq, 2007b).

2.2.2. Flore du cuir et des muqueuses

La contamination des cuirs provient en grande partie, du sol et de la poussière (Rosset et Liger, 1982 ; Loubamba, 2012).

Les cuirs sont porteurs de nombreux germes tels que : *Escherichia coli* et les coliformes (*Aerobacter*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Klebsiella*) (Cartier, 2007).

Les moisissures sont les plus présentes sur le cuir des animaux. Ce sont en général des moisissures saprophytes tel que *Penicillium*, *Sporotrichum*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Thamnidium*. On trouve également des levures (Cuq, 2007b).

2.2.3. Flore des voies respiratoires

Selon Morrisetti (1971), l'appareil respiratoire (cavité nasopharyngée) contient principalement des *Staphylocoques*.

3. Les micro-organismes contaminants les viandes

Selon le type de viande et les caractéristiques microbiologiques attendues, les micro-organismes susceptibles d'être pris en considération peuvent être de diverses natures : on parle de « contaminants microbiologiques » ce qui inclut les bactéries, les virus, les levures, les moisissures, les algues, les parasites, les protozoaires et les helminthes ainsi que leurs toxines ou les produits de leur métabolisme (Jouve J.L,1998).

3.1. Les marqueurs ou bactéries témoins de contamination

Certaines bactéries ou groupes bactériens mis en évidence par des tests spécifiques peuvent être considérés comme témoins de contamination d'origine humaine ou fécale et indiquer la présence possible de pathogènes d'écologie similaire. Ainsi en est-il par exemple de *Staphylococcus aureus* témoin de contamination cutanéomuqueuse ; du groupe des coliformes fécaux regroupant notamment *E. coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, des entérocoques, témoins de contamination fécale (Jouve J.L,1998).

D'autres groupes bactériens témoignent d'une contamination en cours de processus et plus particulièrement d'une recontamination après traitement thermique, tel est le cas du groupe des coliformes totaux incluant non seulement des espèces communes dans les fèces

humaines ou animales comme *E.coli*, mais surtout des micro-organismes ubiquistes tel que *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Erwinia*, *Aeromonas* (Jouve J.L,1998).

La présence de ces bactéries (coliformes totaux ou *Enterobacteriaceae*) ne doit pas être corrélée à une éventuelle contamination d'origine fécale : elle indique seulement un défaut de maîtrise de l'hygiène générale (Jouve J.L,1998).

3.2. Les bactéries pathogènes

Les bactéries pathogènes sont celles rencontrées en pratique dans un aliment, celui-ci pouvons alors devenir le vecteur de maladies transmissibles, en particulier de toxi-infections alimentaires. La liste de ces agents pathogènes peut être longue ; elle ne saurait être exhaustive, compte tenu de l'émergence permanente de nouveaux agents pathogènes et de l'évolution constante des connaissances. A partir d'une telle liste, le choix des pathogènes à retenir dépend du type de produits considérés (Jouve J.L,1998).

De façon générale toutefois, il est devenu classique de regrouper certains pathogènes parmi les plus fréquemment rencontrés dans les aliments selon la gravité des conséquences liées à leur présence, à des niveaux indésirables, on peut distinguer ainsi :

- Risque grave, par exemple : *Clostridium botulinum*, *Shigella*, *Vibrio cholerae*, *Salmonella typhi* et *paratyphi A et B*, *Brucella (abortus, melitensis, suis)*, *mycobacterium bovis*.
- Risque modéré, avec possibilité de large diffusion, par exemple : *Salmonella ubiquitaires*, *Escherichia coli vérotoxino-gènes*, *Streptococcus pyogènes*, *listeria monocytogenes*.
- Risque Modéré, avec diffusion limitée, par exemple : *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Coxiella burnetti*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*.

Les bactéries listées sous la rubrique « risque modéré, avec possibilité de large diffusion » sont associées initialement à certains produits spécifiques ; elles peuvent faire l'objet d'une dissémination par contamination de l'environnement ou par contamination croisée. La quantité nécessaire pour déterminer la maladie peut être basse (Jouve J.L, 1998).

Les bactéries listées sous la rubrique « risque modéré, avec diffusion limitée » peuvent être présentes dans de nombreux aliments, généralement en faible quantité. Le plus souvent,

la maladie fait suite à l'ingestion d'aliments contenant un nombre élevé de ces pathogènes (ou un nombre permettant l'élaboration et/ou l'accumulation d'une quantité suffisante de toxine) (Jouve J.L., 1998).

Il convient de souligner que la simple détection, par un test de présence ou d'absence de certains micro-organismes connus pour causer des toxi-infections alimentaires (comme *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus* ou *Vibrio parahaemolyticus*), ne signifie pas forcément que le lot de l'aliment concerné représente une menace pour la santé des consommateurs (Jouve J.L., 1998).

Selon les germes implantés, les contaminations peuvent avoir de plus au moins grandes conséquences allant de la simple altération de la viande, lui faisant perdre ses qualités organoleptiques ou sa valeur commerciale, à des toxi-infections graves (Bourjois *et al.*, 1996 ; Rosset, 1982).

Cependant, la composition de la viande constitue un excellent milieu de croissance pour un grand nombre des bactéries (Dennai *et al.*, 2001 ; Bourjois *et al.*, 1996). Mais, dans la pratique on ne trouve avec une certaine fréquence que les cinq agents suivants : *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, coliformes fécaux, microorganismes aérobies totaux, les anérobies sulfito-réducteurs (Ait Abdelouahab, 2001 ; Heredia *et al.*, 2001).

3.2.1. *Salmonella*

Salmonella appartient à la famille des Enterobacteriaceae. Elle est constituée d'Oreobacterium (bacille droit) Gram négatif non sporiforme (non sporulés). Des anaérobies facultatifs mesurent 0,7 à 1,5 µm de taille et 2,0 à 5 µm de longueur (figure 05). Ces bactéries se déplacent généralement à cause des flagelles périnataux.

Elles produisent généralement de l'acide et du gaz à partir du glucose et utilisent le citrate comme seule source de carbone. Elles se développent à une température de 8 ° C à 45 ° C, mais sont sensibles à la chaleur (Daube, 2002).

Leur recherche est importante car la viande qui arrive au consommateur ne doit pas en contenir (Dennai *et al.*, 2001). Ces bactéries sont responsables de fièvres typhoïdes et paratyphoïdes et de toxi-infections alimentaires se manifestant le plus souvent par des gastro-entérites (Oumokhtar *et al.*, 1998).

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).

Tous les sérotypes peuvent être impliqués; ils varient avec les pays et les époques. *Salmonella* non typhoïdiennes provoquent des abcès dans différents tissus, voire une septicémie. Ces germes résistent au pH acide de l'estomac, entrent en compétition avec la flore normale de l'intestin grêle et franchissent la barrière épithéliale pour proliférer dans les plaques de Peyer et envahir les ganglions mésentériques (Hanes, 2003).

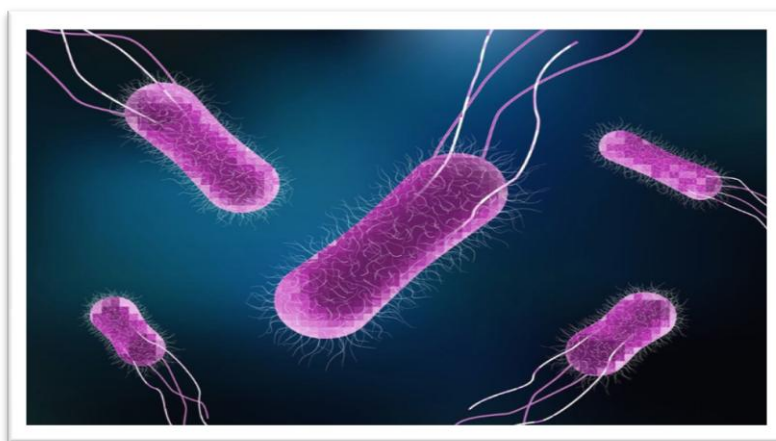


Figure 05 : *Salmonella*

3.2.2. *Staphylococcus aureus*

Le nom commun *staphylococcus* dérive du grec («staphylé » grappe de raisin, et «kokkos» grain), il s'agit de bactéries commensales de la peau des animaux et de l'homme (au niveau des muqueuses, du rhino- pharynx, des plaies et les abcès...) (Dennai *et al.*, 2001; Guiraud, 1998).

Les staphylocoques pathogènes sont toujours les facteurs le plus commun qui cause une intoxication alimentaire, et sa recherche et son dénombrement sont très importants pour l'évaluation de la qualité des aliments, en particulier de la viande (Guiraud, 1998).

Au sein du genre *Staphylococcus* produise une coagulase positive, *S.aureus* occupe une place particulière. A la coloration de Gram, *S.aureus* apparait sous forme de coques à Gram positif de 0.5 à 0.1 µm de diamètre, associés par paires, en chaînettes de 3 à 5 coques, ou en amas irréguliers en grappes de raisin (figure 06). Elle est de type respiratoire anaérobie facultatif, non sporulée, sa croissance est plus rapide et plus abondante en condition aérobie qu'en condition anaérobie (Federichi, 2005).

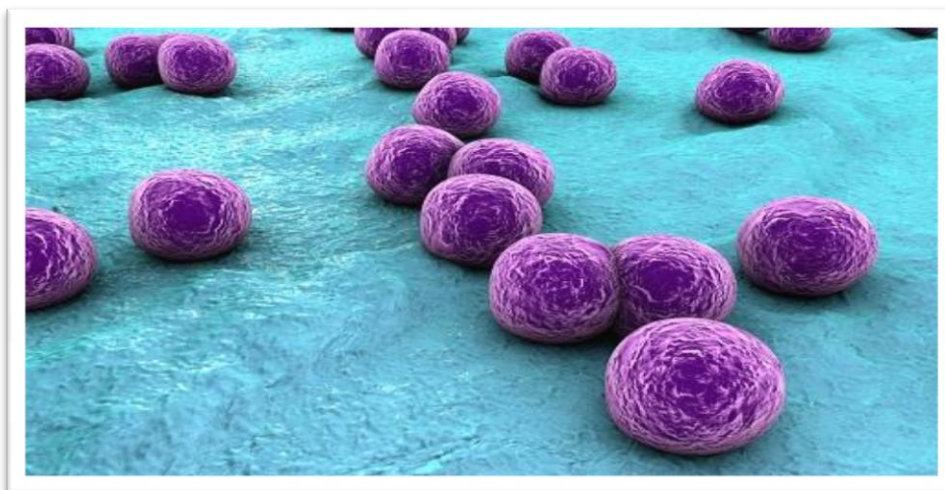


Figure 06 : *Staphylococcus aureus*.

Chez l'homme, il vit dans la cavité nasale, dans les glandes sébacées et sudoripares, dans les bulbes pileux. Le principal site pour les mains est le bout des doigts (en relation avec l'habitude de se gratter le nez). 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 (Cavalli, 2003).

Les troubles (nausées, vomissements, diarrhées) peuvent apparaître chez les consommateurs après ingestion d'un aliment contenant les toxines. La dose minimale à ingérer pour provoquer les premiers symptômes reste mal définie (Cavalli, 2003).

L'entérotoxine staphylococcique étant très stable à la chaleur, la simple cuisson reste inefficace pour assurer la destruction de la toxine et assainir en toute sécurité un produit de viande contaminé (Cavalli, 2003).

3.2.3. *Pseudomonas*

Pseudomonas est un genre composé de bacilles Gram négatifs, droits ou légèrement incurvés, mesurant de 0,5 à 1,0 μm sur 1,5 à 5,0 μm (figure 07). Ils sont aérobies, oxydase positive, non sporulés et sont généralement mobiles par un ou plusieurs flagelles polaires. Certains génèrent des pigments fluorescents hydrosolubles appelés pyoverdine, d'un jaune-vert qui joue le rôle de sidérophores. Ils peuvent se développer entre 4°C (voire inférieur) et 43°C (Euzéby, 2007).

Les *Pseudomonas* sont des protéobactéries ubiquistes, qui peuvent évoluer dans des milieux écologiques très variés. Plusieurs souches sont peu virulentes, mais elles sont des

pathogènes opportunistes pour l'homme et des agents de dégradation des viandes, des poissons et des produits laitiers. *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *P. putida* et *P. stutzeri* sont les espèces les plus couramment observées chez l'homme (Euzéby, 2007).

Les bactéries psychrotrophes sont principalement les *Pseudomonas* présentes dans les viandes, le lait. S'ils sont présents dans les aliments, la réfrigération favorise leur croissance et la synthèse d'enzymes protéolytiques et lipolytiques qui provoquent des altérations.

On les retrouve constamment dans les chaînes d'abattage et notamment dans les chambres froides, ce qui entraîne une contamination permanente des viandes. Selon Labadie *et al.* (1996), *Pseudomonas* est principalement employé comme signe d'altération des viandes fraîches et du lait.



Figure 07 : *Pseudomonas*.

3.2.4. *Campylobacter*

Le genre *Campylobacter* est constitué de fins bacilles Gram négatifs incurvés en spirale (figure 08), 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 (Ghafir 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. Ces bacilles sont plus sensibles aux conditions défavorables, telles que la dessiccation, la chaleur, l'acidité, les désinfectants ou l'irradiation, que la plupart d'autres bactéries pathogènes intestinales (Hu et Kopecko, 2003).

La transmission a lieu généralement par la consommation d'aliments (viande de volaille insuffisamment cuite), d'eau, des contacts directs ou la manipulation d'animaux infectés (animaux de boucherie et de compagnie) (Hu et Kopecko, 2003).

Les mécanismes de virulence de *Campylobacter* ne sont pas encore bien connus. Ils auraient comme composantes des toxines, l'adhérence, la mobilité, la capacité de capter le fer et l'invasion bactérienne. La campylobactériose donne lieu à de la fièvre, de la diarrhée et de fortes douleurs abdominales. La guérison a généralement lieu sans traitement, après 2 à 6 jours. Des infections extra intestinales sont décrites dans 1,5 cas/1000 infections intestinales (Hu et Kopecko, 2003; Butzler, 2004).

Les conséquences peuvent en être le syndrome de Guillain-Barré (une polyneuropathie inflammatoire aiguë résultant en une paralysie neuromusculaire) et le syndrome de Reiter (une arthropathologie impliquant de multiples articulations) (Hu et Kopecko, 2003; Butzler, 2004).

La dose infectieuse varie de 500 à 900 bactéries (ASPC, 2012). *Campylobacter* est fréquemment présent dans le tractus intestinal des volailles, porcs et bovins, mais en raison des techniques d'abattage de cette espèce, la viande de volaille est la principale source de contamination de l'homme. Elle est inactivée par la chaleur à 70 °C pendant 1 minute (Jorgensen *et al.*, 2002).

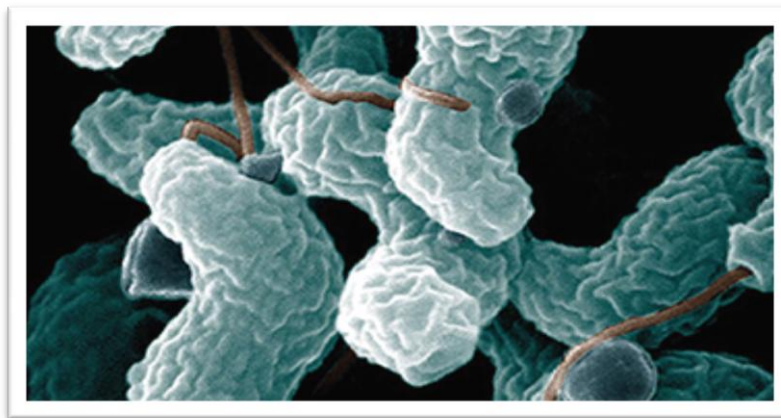


Figure 08: *Campylobacter*

3.2.5. *Clostridium botulinum*

Clostridium botulinum est un bacille Gram positif de 4 à 6 µm de longueur, aux extrémités arrondies (figure 09), mobile (ciliature pérित्रiche), anaérobie strict et sporulé. Les

souches de *C. botulinum* sont très hétérogènes d'après leurs caractères culturels, biochimiques et génétiques et elles sont divisées en quatre groupes (I à IV). C'est une bactérie mésophile pouvant se multiplier significativement à 15 °C (Fernandes, 2009).

Les spores ont une résistance de 20 mn à 110°C. Il est un agent d'intoxication et d'intoxication alimentaires humaine ou animale. Les toxines botuliniques se divisent en 7 types (A à G) selon leurs propriétés immunologiques, chacune étant neutralisée par un sérum spécifique. La toxine botulique est le poison le plus puissant qui existe (AFSSA, 2006a).

La toxine botulique A est la plus active. La dose létale chez un homme adulte est estimée de 100 ng à 1 µg par voie orale (AFSSA, 2006a).

Le réservoir de *C. botulinum*, comme des autres *Clostridium* est l'environnement : sol, poussière, sédiments marin ou d'eau douce, eaux souillées, lisiers et occasionnellement le contenu digestif de l'homme et des animaux sains. L'homme ou l'animal s'infecte en ingérant d'aliment contaminé (notamment conserves et semi-conserves mal stérilisées, jambons crus secs, produits de boucherie et fourrages). La durée d'incubation est de 1 à 10 jours, le plus souvent 1 à 3 jours (AFSSA, 2006a).

La maladie se manifeste par des paralysies flasques (oculaires et cardio-respiratoires), des troubles digestifs (nausées, vomissements, diarrhées ou constipations dysphagie) et urinaires, un tarissement de toutes sécrétions (et surtout des sécrétions salivaires). La maladie, plus ou moins grave, peut être mortelle en absence de traitement (AFSSA, 2006a).



Figure 09: *Clostridium botulinum*.

3.2.6. *Clostridium perfringens*

Clostridium perfringens appartient au groupe II du genre *Clostridium* et à la famille des *Bacillaceae*. Il s'agit d'un bacille Gram positif sporulé (**figure 10**), tellurique, anaérobie strict, sulfito- réducteurs, immobiles, possédant une capsule de nature polysaccharidique et facile à voir à l'état frais. Cette espèce est thermophile, sa température optimale de croissance étant comprise entre 40 et 45 °C, mais elle est toutefois capable de se développer à des températures comprises entre 15 °C et 50 °C. La durée doit être supérieure à 0,93 et le pH compris entre 5,5 et 8 (**Cavalli et al., 2003; Fosse et al., 2004**).

Clostridium perfringens est une bactérie dont les spores peuvent être retrouvées partout dans l'environnement. Ces spores sont des hôtes normaux du tube digestif des animaux et de l'homme (**Bailly et al., 2012**).

Clostridium perfringens est une bactérie mésophile et anaérobie stricte, d'où son développement essentiellement dans les plats cuisinés en grande quantité. La forme végétative (forme non sporulée) est facilement détruite par la cuisson, mais la spore est thermorésistante (**Bourgeois et Leveau, 1991**).

Clostridium perfringens peut être responsable d'une toxico-infection alimentaire chez l'homme. Contrairement à *Staphylococcus aureus*, la production de toxine a lieu dans ce cas dans l'intestin au moment de la sporulation des bactéries présentes sous forme végétative dans l'aliment consommé (**Leyral et Vierling, 2007**).

La maladie survient 8 à 12 h après la consommation d'un aliment contaminé par *Clostridium perfringens*. Le symptôme principal est une diarrhée sans fièvre, des douleurs abdominales et des ballonnements régressant spontanément en 1 à 2 jours (**Leyral et Vierling, 2007**).



Figure 10: *Clostridium perfringens*.

3.2.7. *Escherichia coli*

Escherichia coli fait partie de la famille des *Enterobacteriaceae*. Il s'agit de courts bâtonnets mobiles au moyen de flagelles péritriches Gram négatifs (**figure 11**), anaérobies facultatifs, non sporulés, oxydase négative, mesurant de 2 à 4 µm de long et d'un diamètre d'environ 0,6 µm. Ils sont capables de fermenter plusieurs sucres, mais leur fermentation du lactose avec production de gaz est caractéristique. La multiplication à 44°C (optimum 40 °C et extrême à 45,5 °C), la production d'indole et la présence d'une activité β-glucuronidase, sont également caractéristiques (**Feng, 2001 ; Eslava et al., 2003**).

Les germes *E. coli* sont normalement présents parmi la microflore digestive de l'homme et de nombreux animaux à sang chaud, comme par exemple les bovins. La plupart des *E. coli* sont sans danger pour l'homme et l'animal (**Fernandes, 2009 ; Bailly et al., 2012**).

Cependant certaines souches sont pathogènes pour l'homme, à l'exemple de *Escherichia coli* entéro-hémorragiques ou EHEC (*Entero- Hemorrhagic E. coli*), dont la plus connue est *E. coli* O157:H7 et ayant un lien épidémiologique assez étroit avec le boeuf (**Fernandes, 2009 ; Bailly et al., 2012**).

La principale maladie qu'elles provoquent chez l'homme est la colite hémorragique. Outre la colite hémorragique, les EHEC peuvent causer de la diarrhée, le syndrome hémolytique et urémique (SHU) principalement chez le jeune enfant ou le micro-angiopathie thrombotique (MAT) chez l'adulte (**Feng, 2001 ; Ray, 2001**).

Les EHEC libèrent des toxines, les shigatoxines (encore appelées vérotoxines), qui induisent des lésions de l'endothélium vasculaire, principalement intestinal, rénal et cérébral. Les shigatoxines, *Stx1* et *Stx2*, sont codées par les gènes *stx* (**ANSES, 2011**).

Toute souche de *E. coli* possédant un gène *stx* est appelée *E. coli* producteur de shigatoxine ou STEC (shigatoxin-producing *E. coli*) ou encore VTEC (verotoxin-producing *E. coli*). La prévalence du portage de STEC par les bovins varie en fonction des élevages. Les sources du danger sont les animaux porteurs, les sols contaminés (prairies, champs), les eaux superficielles contaminées par des déjections animales ou d'engrais de fermes, les aliments (herbes, fourrages) et l'eau d'abreuvement des animaux (**ANSES, 2011**).

Les infections sont le plus souvent causées par la consommation de viande de boeuf contaminée et insuffisamment cuite, mais peuvent également être dues à la consommation

d'eau, de lait cru, de fruits, de légumes, à des baignades et à des contacts entre personnes (Feng, 2001).

Le temps de réduction décimal est compris entre 0,5 à 3 mn à 60 °C, mais une augmentation de la thermo-résistance est possible si la viande est fortement riche en matière grasse (ANSES, 2011).

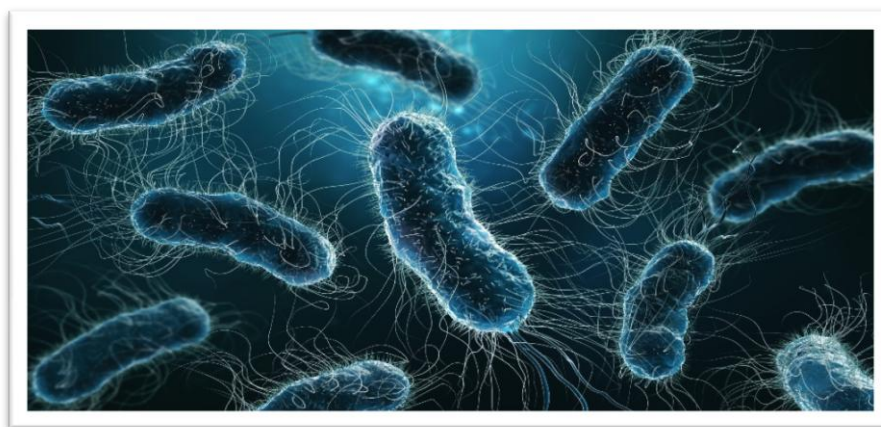


Figure 11 : *Escherichia coli*.

4. Facteurs de la prolifération des microorganismes de la viande

Par sa composition chimique, la viande représente toujours un milieu privilégié pour la contamination microbienne, il va dépendre des facteurs intrinsèques et extrinsèques que la prolifération soit rendue possible ou non. (Letouze *et al* ,1986)

4.1. Facteurs intrinsèques

- **Structure du muscle :** La structure interne du muscle, organisée en cellules séparées par une membrane et du tissu conjonctif, limite la propagation et la prolifération des germes dans la masse de la viande. Mais les microorganismes sécrètent des hydrolases (protéases) qui leur permettent de franchir ces barrières (Bourgeois *et al.*, 1996).
- **Composition du muscle :** D'après Bourgeois *et al.* (1996) et Leyral et Vierling (1997), les bactéries contaminent les aliments en provoquant des modifications de leurs caractéristiques. Les aliments contenant des hydrates de carbone, des protéines et des graisses constituent des environnements idéals pour la multiplication des microorganismes.
- **Activité de l'eau (aw) :** Elle mesure la disponibilité de l'eau dans un produit et varie de

0 à 1. L'activité de l'eau de la viande fraîche se situe entre 0.98 et 0.99. Elle est favorable à la multiplication de toutes les espèces microbiennes (**Bourgeois et al., 1996**). Par contre de nombreuses moisissures et levures sont très sensibles à une diminution de l'activité de l'eau (**Leyral et Vierling, 1997**).

- **Le pH** : La viande en raison de son pH situé entre 5,5 et 5,6 constitue un milieu très favorable à la croissance des bactéries (**KARIB H. ,1995**), de tels aliments sont donc souvent dégradés par les bactéries, ces dernières sont souvent inhibées à des pH acides (environ 4,0) (**Roset, 1982**)
- **Le potentiel d'oxydo-reduction** : En fonction du pouvoir d'oxydo-reduction de la viande, quatre types de MCO sont définis : aérobies qui ne se multiplient qu'en présence d'oxygène ou dans des milieux ayant un fort pouvoir oxydatif, des anaérobies qui ne se développent qu'en absence totale d'oxygène ou exigent des milieux réducteurs; entre ces deux extrêmes, se trouvent des microorganismes capables de bien se développer en présence d'oxygène des anaérobies facultatifs (**Deterville, 1980**).

4.2. Facteurs extrinsèques

La contamination de la viande est influencée par d'autres paramètres en relation avec les conditions d'entreposage, à savoir :

- **L'humidité ambiante**: Une atmosphère trop humide favorise le développement intense d'une microflore de surface (**GYANG, 1984**).
- **La température**: Le maintien continu de la viande dès l'abattage à des températures voisines le plus possible de 0°C limite la multiplication des germes d'altérations (**figure 12**) (**Bourgeois et al., 1996 ; Leyral et Vierling, 2001**).

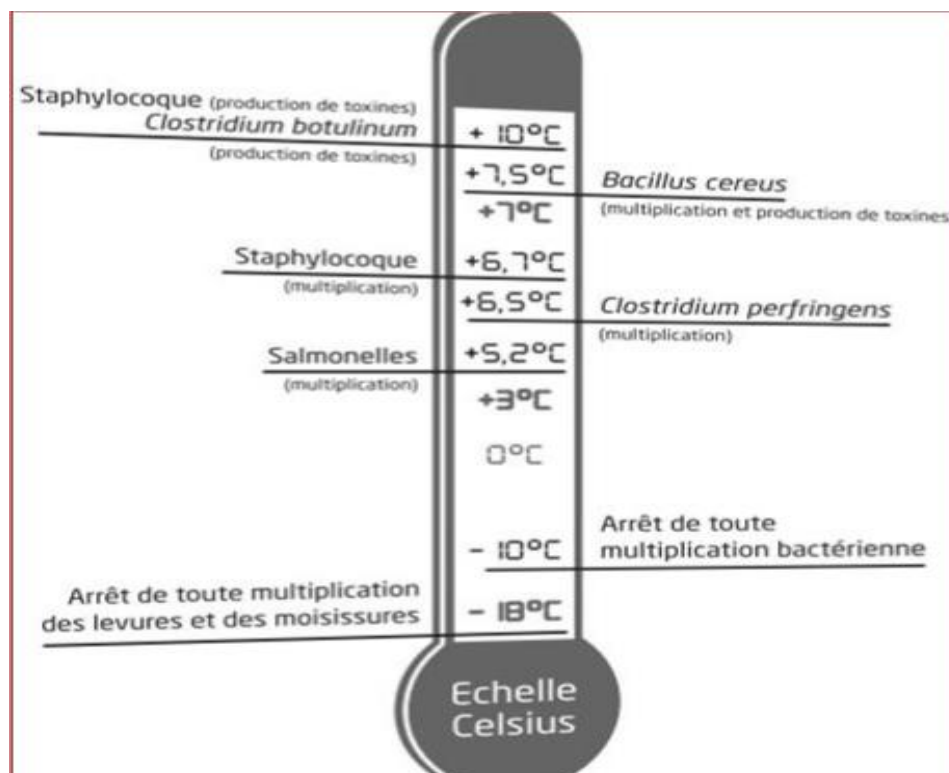


Figure 12 : Action de la température sur les microorganismes (Bailly *et al.*, 2012).

5. Contamination en boucherie

En boucherie, la contamination peut se produire de différentes manières :

- **Pendant la découpe**: les comportements hygiéniques graves dans les conditions de travail, tels que la température excessive dans les salles de découpe, le manque de nettoyage du matériel et des vêtements des travailleurs, favorisent la propagation des bactéries (Sylla, 1994). Les ateliers de découpe ne doivent pas utiliser du bois, car il est un réservoir pour les bactéries (Fournaud *et al.*, 1978).
- **Pendant le processus de stockage et de commercialisation**, toute modification des conditions de stockage et de commercialisation entraînera la multiplication des microorganismes dangereux. Il est toujours possible de contaminer l'air, les surfaces, les vendeurs et le personnel de service lors de la commercialisation (Mescle et Zucca, 1988).

6. Conséquences de la contamination

Plus de 95 % des accidents alimentaires sont causés par des microbes. Selon l'AFSCA (2015), les intoxications alimentaires sont principalement causées par les aliments riches en protéines tels que les viandes, les poissons et les produits laitiers.

La contamination microbienne de la viande peut avoir deux conséquences, l'une due à l'ingestion de microorganismes pathogènes et leurs toxines avec un effet sanitaire en provoquant des intoxications alimentaire (les TIAC). Les germes mis en cause sont surtout le *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia* etc... et l'autre due à l'altération de l'aliment et a un effet économique du essentiellement à une contamination par les levures (Cartier, 2007).

La flore fongique de contamination des viandes est exclusivement saprophyte. Les manifestations sont des altérations de surface (formation d'enduit muqueux, de taches, de pigments au niveau des graisses) avec l'apparition d'odeur et de goût anormaux pour le consommateur (Cuq, 2007). L'*Aspergillus*, le *Penicillium*, les *Candida* et *Rhodotorula* ont une action lipolytique (Hsieh et Jay, 1984). En générale, la flore fongique est riche en lipases et en protéases (Bornert, 2000).

7. Maladies pouvant être transmis par la viande

Il existe de nombreuses maladies qui se transmettent par la viande.

- **La listériose** : L'agent responsable de la listériose, *Listeria monocytogenes*, est très répandu dans l'environnement (sol, eau, végétaux) et donc dans les fourrages, et peut donc se retrouver dans le tube digestif d'animaux porteurs sains (bovins, ovins, caprins, pores). Il existe donc de nombreuses sources de contamination des aliments (Bailly et al., 2012).
- **Le botulisme** : Les spores de *Clostridium botulinum* sont les spores les plus résistantes à la chaleur des bactéries pathogènes. Elles sont utilisées comme point de référence pour évaluer l'efficacité des traitements thermiques utilisés lors de la production de conserves (Bailly et al., 2012).
- **Maladies parasitaires** :
 - ❖ *Ténia* (agent du téniasis).
 - ❖ *Toxoplasma gondii* (agent de la toxoplasmose).
 - ❖ *Trichinella spiralis* et autre trichines (agents de la trichinellose) (Bailly et al., 2012).

8. Principales altérations de la viande

Les principales altérations de la viande constatées sont :

- La lipolyse et la protéolyse dues aux : *Pseudomonas*, *Acinetobacters*, *Lactobacillus* ...

- La modification de la consistance de la viande due à la fermentation induisant le changement de couleur et l'altération visuelle de l'aspect du produit.

La conservation de la viande à des températures comprises entre 0°C et +2°C et le maintien continu de ces températures permet de limiter l'impact des bactéries responsables de la putréfaction superficielle (germes d'altération) et limite la multiplication des germes pathogènes (**Carip, 2008**).

La rapidité de la détérioration de la viande fraîche dépend outre des conditions d'hygiène et la température de conservation, de son degré d'acidité et de la structure de sa fibre (fibre musculaire ferme s'altère moins vite). La viande doit être conservée rapidement par réfrigération. L'absence de la réfrigération après l'abattage favorise l'installation de la putréfaction profonde dans les masses musculaires (**Maas van brekel et al., 2005**).

8.1. Signes d'altération

Aux températures de réfrigération, les germes de surface psychrotrophes sont à l'origine de la putréfaction des viandes. La viande est soumise à l'action de ses propres enzymes et celle des microorganismes (**Pierre, 1998**).

La putréfaction profonde s'installe dans les masses musculaires internes de carcasses, les viandes présentant ce type d'altération sont gonflés de gaz, de couleur anormale ((grise ou verdâtres) et dégagent une odeur très désagréable due au développement de bactéries protéolytiques strictement anaérobies telles que les *clostridium*, (**Bourgeois, 1980**). Tous ces germes se multiplient d'autant plus que rapidement que la température est plus élevée et que le refroidissement est plus lent, favorisé aussi par l'humidité du milieu, (**Collobert .F et al, 1995**).

8.2. Dégradation superficielle

Elle se traduit par l'apparition d'une couche visqueuse, accompagnée d'une odeur nauséabonde, les agents de cette putréfaction appartiennent aux genres *Pseudomonas* et *Achromobacter*, sont psychrotrophes et la contamination peut se développer même au froid et de mauvaises conditions d'abattage peuvent aussi être la cause.

Il y a également des altérations superficielles causées par d'autres bactéries telles que: *Micrococcus*, *Lactobacillus*, des levures ou des moisissures.

8.3. 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*, *Acinetobacters*, *Alcaligenes*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Flavobacterium*, *Clostridium*. (Maas Van Brekel *et al.*, 2005).

Les détériorations autolytiques par les enzymes (les enzymes toujours actives après la mort de l'animal), décomposent les constituants en unités plus petites et la viande devient molle (Maas Van Brekel *et al.*, 2005).

9. Bonnes pratiques d'hygiène en boucherie

Les bonnes pratiques d'hygiène (BPH), encore appelées «Programme pré-requis» par l'ISO 22000 (Organisation internationale de normalisation), sont les conditions et activités de base nécessaires pour assurer l'hygiène des aliments tout au long de la chaîne alimentaire.

Les guides de BPH sont des documents de référence d'application volontaires conçues pour les professionnels de son secteur. Ils sont validés par les services officiels. Un guide doit proposer des moyens, des méthodes à mettre en œuvre pour appliquer la réglementation et répondre aux objectifs de sécurité, dans un cadre d'activités précis. Il peut s'adresser à tout ou partie des entreprises impliquées dans le secteur d'activité considéré. Le champ d'application indique la nature des entreprises concernées (Afssa, 2007).

Les bonnes pratiques d'hygiène (BPH) doivent être mises en place dans toutes les boucheries et mises en œuvre en permanence. Il est essentiel de respecter les principes généraux très importants dans le commerce de viandes fraîches et dans toutes les opérations de manipulation de denrées.

Grâce à ces BPH, les bouchers peuvent réduire les risques pour la sécurité alimentaire (AFSCA, 2015).

10. Méthodes de décontamination de la viande

Bien qu'interdites par la réglementation française, diverses méthodes, par leur action bactéricide, pourraient contribuer à décontaminer la viande. Elles mettent en œuvre des rayonnements (irradiations), des gaz ou des lipides.

- L'irradiation par les rayons ionisants ou les UV provoque des ruptures des molécules, entraînant ainsi des perturbations du métabolisme microbien et la mort de certains germes. Son action bactéricide est fonction du micro-organisme et de l'intensité de la dose appliquée.

- L'ozone, grâce à son pouvoir oxydant de certains composés organiques, a une action bactériostatique et même bactéricide. Mais aux doses normalement utilisées, non toxiques pour l'homme (inférieures à 0,1 ppm), l'assainissement n'est pas efficace.

- La vaporisation ou l'immersion dans des lipides (eau chaude, produits chlorés, acides organiques, vapeurs distillant) ont fait l'objet d'études expérimentales, en voie d'application à l'étranger. Retenons notamment, en raison de leur efficacité, l'intérêt du recours à l'eau chaude (température supérieure à 70 °C) et à l'hypochlorite de sodum à faible concentration (200-250 mg/l). Les réductions des numérations microbiennes sont souvent supérieures à 99% de la flore initiale.

L'emploi de composés chimiques pose cependant un problème de toxicité et rejoint d'une façon générale celui de la contamination chimique des aliments (**R.BOCCARD *et al*, 1981**).

Matériel et méthodes

Matériels et méthodes

1. Objectif

Le but du contrôle de qualité des viandes rouges est de s'assurer que les viandes commercialisées et consommées sont de bonne qualité en respectant les normes de sécurité alimentaire établies par la législation. Cela implique de vérifier que les viandes rouges sont propres à la consommation humaine, qu'elles ne présentent pas de risques pour la santé publique, et qu'elles répondent aux critères de fraîcheur, de sécurité et de qualité nutritionnelle.

Le contrôle de qualité vise à garantir que les viandes rouges sont produites, manipulées, stockées et distribuées dans des conditions d'hygiène et conformes aux réglementations en vigueur, afin de protéger la santé des consommateurs.

2. Lieu et période de travail

Les analyses microbiologiques de nos échantillons de viande ont été effectuées au niveau du Laboratoire vétérinaire régional (LVR) de Laghouat, plus précisément au sein du Service des Sciences alimentaires (contrôle de la qualité des produits alimentaires et de leur conformité aux normes), durant la période entre février- mars.

3. Echantillonnage

Nous avons choisi quelques des zones commerciales (boucheries) dans la wilaya de Laghouat, mais elles sont différentes et éloignées les unes des autres. Nous avons acheté 5 échantillons, soit un échantillon dans chaque point de vente dans la ville de Laghouat. Nous avons nommé ces échantillons V1, V2, V3, V4 et V5. Les échantillons V1 et V2 sont du type bœuf. L'échantillon 1 est abattu localement et le second est importé. Quant aux échantillons V3 et V4, ils sont du type agneau. Le 5ème échantillon V5 provient directement du lieu d'abattage avant-vente et est de type ovin.

4. Matériel utilisé

- **Incubateur** : En biologie, un incubateur est un récipient thermostaté utilisé en laboratoire de microbiologie pour Cultiver différents microorganismes.
- **Autoclave** : Un autoclave est un récipient à parois épaisses et à fermeture hermétique conçu pour réaliser sous pression (de quelques bars) la stérilisation à la vapeur.
- **Balance**: afin de Mesurer le poids d'un milieu de culture ou les portions de viande.
- **Agitateur** : Utilisé pour homogénéiser les solutions et les suspensions.
- **Bec Bunsen** : utilisé pour une variété d'applications, y compris : crier une zone stérile sur la paillasse et stériliser le matériel de prélèvement.
- **Pincés anatomiques** : Nous avons utilisé des pincés pour faciliter le processus de découpe de la viande en petits morceaux
- **Bain-marie** : utilisé pour préparer les milieux de cultures et les transformer à l'état liquide
- **Tubes à essais** : Utilisés pour déplacer et contenir de petites quantités de solutions et pour tester des réactions chimiques avec de petites quantités de réactifs. Généralement en verre ou en plastique. Peuvent être chauffés en toute sécurité avec la flamme d'un bec Bunsen.
- **Pipettes calibrées** : Utilisées pour prélever des volumes variables de 0,1 à 25 ml. Pipettes volumétriques à une course ; les pipettes volumétriques à deux courses sont utilisées pour prélever des volumes constants de 0,1 à 200 ml.
- **Stomacher** : Est un instrument de laboratoire essentiel pour mélanger les échantillons alimentaires. Un sac en plastique est nécessaire.
- **Les compteurs de colonies** : sont conçus pour compter le nombre de colonies bactériennes et fongiques qui se sont développées après une période d'incubation
- **Les boîtes de Pétri** sont largement utilisées en microbiologie pour la culture des micro-organismes, Elles permettent de cultiver des bactéries, des virus et des cellules eucaryotes.
- **Le milieu de culture**: les milieux de culture utilisés sont représentés dans l'annexe.
- **Les pipettes Pasteur**: sont utilisées pour transférer de petites quantités de liquide (quantités très approximatives allant de quelques gouttes à plusieurs ml). Nous l'utilisons également dans l'ensemencement et le prélèvement.

5. Méthodes d'analyses microbiologiques

5.1. Préparation de la suspension mère

A proximité du bec bunsen, la technique se déroule comme suit : peser 25g de chaque échantillon à l'aide d'une balance de précision ; le transférer d'une manière aseptique dans un sac stomacher stérile contenant 225 ml de diluant (eau physiologique : voir Annexe), homogénéiser pendant 30 à 60 secondes, Cette solution mère correspond alors à la dilution 10^{-1} .



Échantillon



Peser 25g de
chaque échantillon



225 ml du diluant



Solution mère
 10^{-1}



Homogénéiser au
stomacher

5.2. Préparation des dilutions décimales

A partir de la solution mère, un volume de 1ml est introduit dans un tube à essai contenant 9ml d'eau physiologique stérile à l'aide d'une pipette graduée stérile, C'est la dilution 1/100 (10^{-2}). La dilution 1/1000 (10^{-3}) sera préparée de la même façon mais à partir de la dilution précédente. Nous continuons avec cette méthode jusqu'à ce que nous atteignons la dilution 10^{-5} .

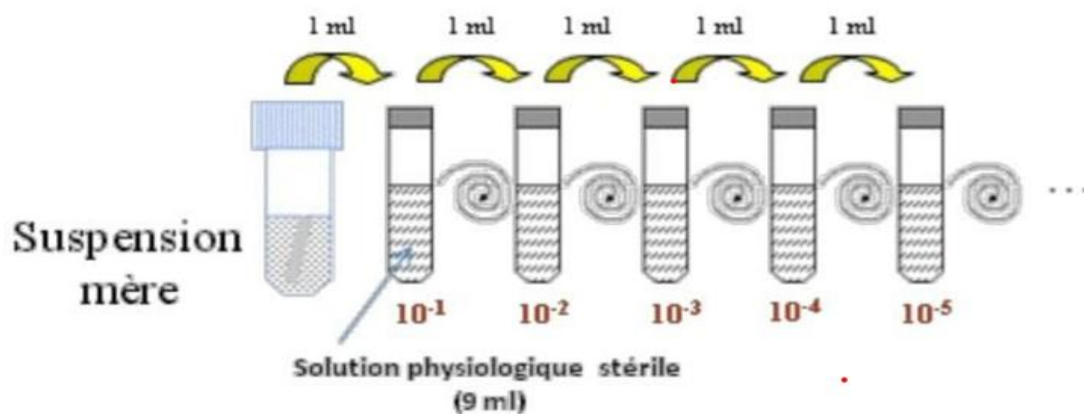


Figure 01 : Schéma de la préparation des dilutions décimales.

5.3. Le dénombrement des colonies :

Pour calculer le nombre de microorganismes par millilitre, on retient les boîtes contenant de 10 à 300 colonies. Le calcul du nombre de microorganismes par millilitre se fait selon la formule suivante :

$$N = \frac{\sum c}{1,1 \times d}$$

Où :

N : nombre d'UFC par ml de produit initial.

Σ C : est la somme des colonies de toutes les boîtes (boîtes contenant entre 30 et 300 colonies) .

d : est le facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.

5.4. Recherche et dénombrement des germes de contamination

Une fois contaminée, la viande peut être le siège d'une prolifération microbienne car elle constitue un excellent milieu de croissance pour un grand nombre d'espèces bactériennes.

Dans ce travail, les échantillons de viandes rouges prélevées (Portion unitaire de viande rouge, réfrigérée ou congelée) sont analysés conformément aux directives du Journal officiel de la république algérienne n°39 (JORA, 2017). Les germes recherchés sont :

1. *Pseudomonas*
2. *Salmonella*
3. *Escherichia coli*

Tableau 02 : l'ensemble des germes recherchés dans la viande rouge selon l'arrêt ministériel du 2 juillet 2017 (JORA N°39).

Germes recherchés	Milieu utilisé	Type d'ensemencement	T° et Durée d'incubation
<i>Pseudomonas</i>	Cétrimide	En masse	25°C/48h
<i>Salmonella</i>	Hektoen	En surface	37°C /24h
<i>E.coli</i>	TBX	En masse	44°C/24h

5.4.1. Recherche et dénombrement de *Pseudomonas*

Pseudomonas est considéré comme signe d'altération des viandes fraîches car on les retrouve constamment dans les chaînes d'abattage et notamment dans les chambres froides, ce qui entraîne une contamination permanente des viandes.

Mode opératoire

Pour rechercher *Pseudomonas*, l'ensemencement a été fait en masse (en profondeur), un volume de 1 ml de suspension microbienne (ou des dilutions) est placé dans la boîte de Pétri vide puis une quantité du milieu de culture (cétrimide) à été coulée sur la suspension microbienne. Les boîtes ont été homogénéisées, en effectuant des mouvements circulaires et de «va-et-vient» en forme de «8» pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose et laissées solidifiées puis incubées à 25°C pendant 48h.

5.4.2. Recherche et dénombrement de *Escherichia coli*

E. coli est le meilleur indicateur d'une faute d'hygiène (contamination fécale). elle témoigne le non-respect des règles d'hygiène par contamination directe (mains sales ou produits souillés) ou indirecte (environnement des ateliers).

Mode opératoire

E.coli est isolée sur un milieu gélosé sélectif (TBX). Porter aseptiquement 1 ml de la solution mère et des dilutions décimales dans des boîtes de Pétri vides, couler le milieu de culture TBX fondue, puis homogénéiser le contenu en effectuant des mouvements circulaires et de «va-et-vient» en forme de «8» pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose puis incuber à 44°C pendant 24 h.

5.4.3. Recherche et dénombrement de *Salmonelles*

Ces *Entérobactériaceae* sont pathogènes pour l'homme et pour l'animal. Leur recherche est importante car la viande qui arrive au consommateur ne doit pas en contenir.

Mode opératoire

Selon la Norme ISO 6579, la recherche de *salmonella* nécessite quatre (4) phases successives :

- Le pré-enrichissement
- l'enrichissement
- L'isolement
- L'identification

1. Pré-enrichissement

Introduire aseptiquement 25 g de produit à analyser (viande) dans un sachet stérile de type stomacher contenant 225 ml d'eau physiologique, bien homogénéiser et incuber à 37°C pendant 24 heures.

2. Enrichissement

Il consiste à porter aseptiquement 1 ml de pré-enrichissement et l'ensemencer dans 10ml de bouillon Müller -Kauffmann, bien homogénéiser et incuber à 37°C pendant 24h.

3. Isolement

À partir des bouillons d'enrichissement, les tubes montrant une croissance ont ensuite été isolés sur la gélose Hecktoen par la méthode de strie sur la surface. Les boîtes de pétri sont ensuite incubées à 37°C pendant 24h.

Lecture : Les colonies des *Salmonelles* sont de taille moyenne, lisses et colorées en bleu violacé avec un centre noir.

Résultats et Discussion

Résultats et discussion

Afin d'évaluer la qualité microbiologique des viandes rouges, la législation algérienne recommande la recherche et le dénombrement de quelques germes de contaminations.

Les différents résultats de l'analyse microbiologique obtenus sont comparés aux normes nationales publiées par l'arrêté interministériel du 2 Moharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires. J.O N°:39 du 02/07/2017. Ces résultats sont représentés dans le **tableau 3**.

Tableau 03 : Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur les viandes rouges.

Germes	V1	V2	V3	V4	V5	m (ufc/g)	M (ufc/g)
<i>Pseudomonas</i>	Absence	10^2	Absence	10^2	Absence	10^5	10^6
<i>Salmonella</i>	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence dans 25 g	
<i>E.coli</i>	Absence	Absence	$3,9 \times 10^2$	$2,5 \times 10^3$	Absence	10^2	10^3

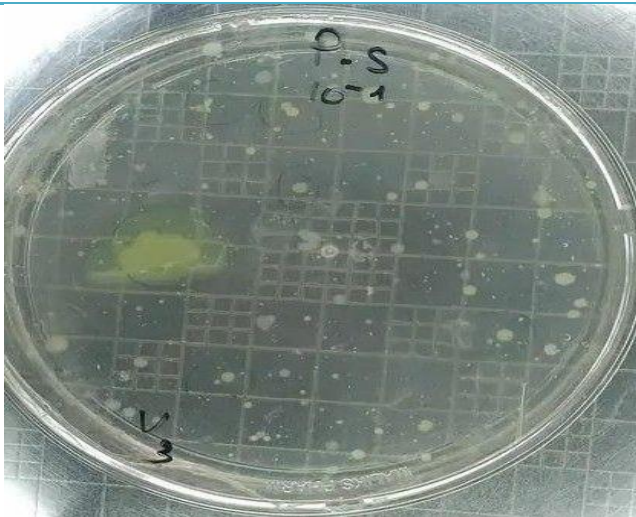
Les résultats s'expriment de la façon suivante :

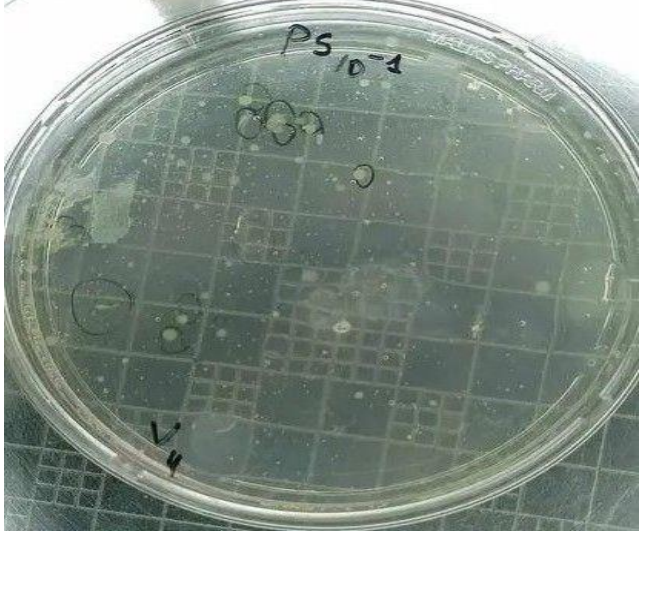
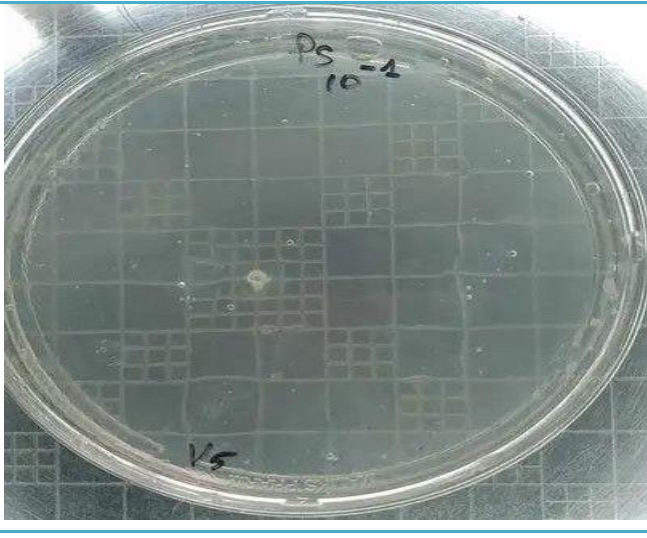
- Si le résultat de l'analyse est inférieur ou égal à « m », le résultat du critère microbiologique est satisfaisant ;
- Si le résultat de l'analyse n'excède pas (ne dépasse pas) « M », le résultat du critère microbiologique est acceptable ;
- Si le résultat de l'analyse excède (dépasse) « M », le résultat du critère microbiologique est non satisfaisant.

1. Résultats de la recherche et le dénombrement de *Pseudomonas*

La recherche des *Pseudomonas* s'effectue pour évaluer la qualité microbiologique des produits alimentaires, plus particulièrement les produits carnés. Dans notre travail, comme il est indiqué dans le tableau 03, nous avons enregistré l'absence de *Pseudomonas* dans les échantillons V1, V3 et V5 par un certains taux de contamination par *Pseudomonas* a été détecté dans les échantillons V2 et V4.ces résultats sont détaillés dans le **tableau 04**.

Tableau 04 : Résultats de la recherche et le dénombrement de *Pseudomonas*.

Numéro d'échantillon	Résultat obtenu	Lecture
V1		- Apparition de colonie (1 seule colonie) dans la dilution 10^{-1} - Les autres dilutions n'ont montré croissance.
V2		- Apparition de colonies dans la dilution 10^{-1} (11 colonies), et la dilution 10^{-2} (2 colonies), - les autres dilutions, n'ont montré aucune croissance.
V3		- Apparition de colonies (7 colonies) dans la dilution 10^{-1} - Les autres dilutions n'ont montré aucune croissance.

V4		• Apparition de colonies dans la dilution 10^{-1} (11colonie), et la dilution 10^{-2} (2 colonies) • les autres dilutions, n'ont montré aucune croissance
V5		• Pas de croissance dans toutes les dilutions.

Les résultats obtenus pour *Pseudomonas* sont inférieurs aux normes requises 10^2 dans les deux types de viande v2, v4. Les charges bactériennes trouvées dans ces échantillons sont similaires aux travaux de **Bailly et al. 2012**.

2. Résultats de la recherche et le dénombrement de *Escherichia coli*

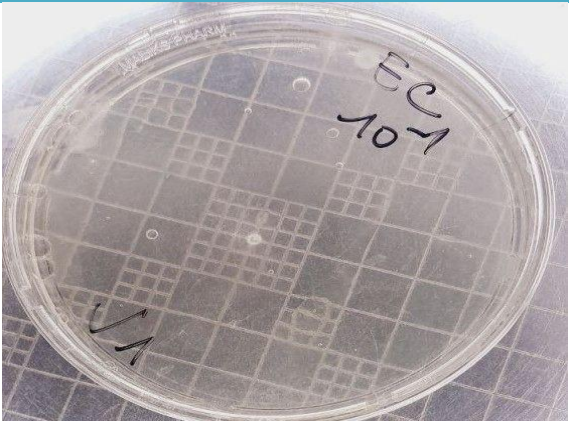
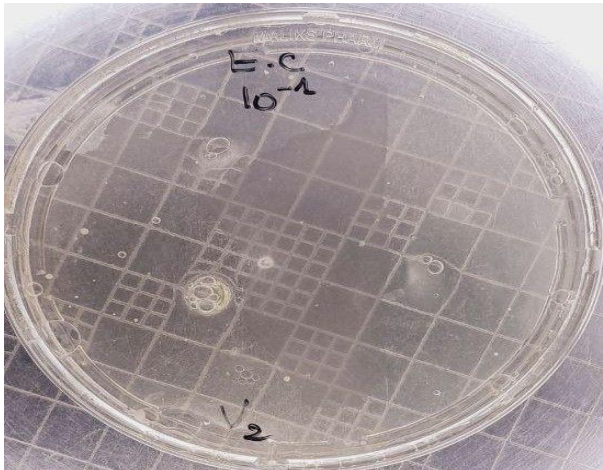
Si on parle des microorganismes indicateurs d'hygiène, on peut citer *E.coli*, cette bactérie est utilisée depuis très longtemps comme indicateur de la qualité microbienne parce qu'elle peut être indirectement associée à une pollution d'origine fécale.

Les maladies dues aux intoxications alimentaires collectives représentent au niveau mondial un nombre considérable de décès dans les pays en voie de développement. *E. coli* est considéré comme un hôte normal de la microflore digestive de l'Homme et de nombreuses

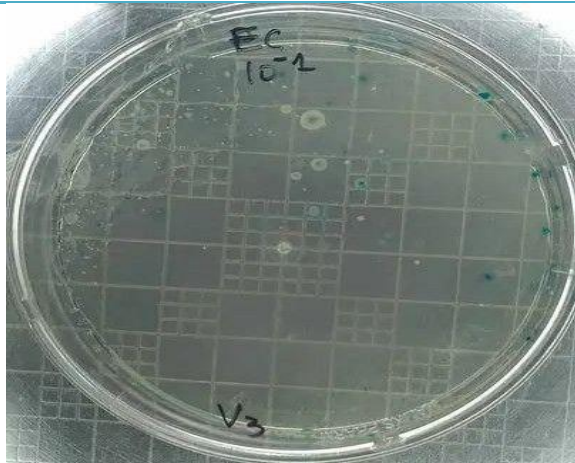
espèces animales, c'est pour cela la présence de *Escherichia coli* dans les Viandes rouges ne doit pas dépasser 10^3 UFC/g de viande.

Dans notre travail, nous avons trouvé que les échantillons V3 et V4 sont contaminés par *E. coli*. Cependant les résultats obtenus pour le reste des échantillons (V1, V2 et V5) sont négatifs car aucun germe de *E.coli* n'a été détecté dans ces derniers (**tableau 05**).

Tableau 05 : Résultats de la recherche et le dénombrement de *Escherichia coli*

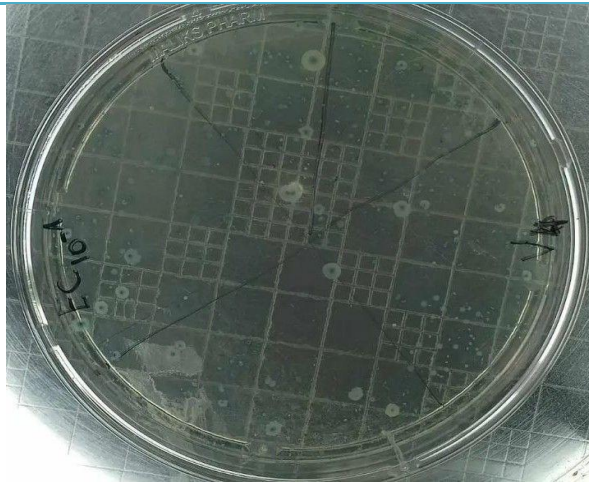
Numéro d'échantillon	Résultat obtenu	Lecture
V1		- Apparition de colonie dans la dilution 10^{-1} (1 seule colonie), - Absence de colonies dans toutes les autres dilutions.
V2		- Apparition de colonies dans la dilution 10^{-1} (2colonie) - Absence de colonies dans toutes les autres dilutions.

V3



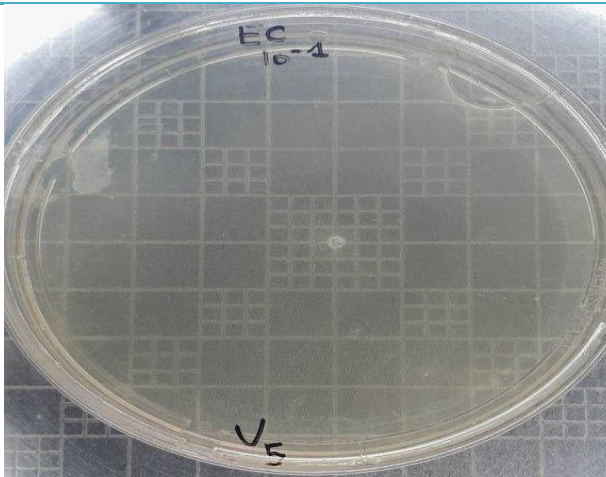
- Apparition de colonies dans la dilution 10^{-1} (43 colonies), et la dilution 10^{-2} (9 colonies)
- Absence de colonies dans toutes les autres dilutions.

V4



- Apparition de colonies dans la dilution 10^{-1} (360 colonies), et la dilution 10^{-2} (28 colonies)
- Absence de colonies dans toutes les autres dilutions.

V5



- Absence des colonies dans toutes les dilutions.

Après dénombrement de *E. coli*, nous avons enregistré la contamination de l'échantillon V3 mais qui ne dépasse pas les normes avec un taux de $3,9 \times 10^2$ UFC/g, d'après ce résultat on constate que cet échantillon est de qualité microbiologique satisfaisante.

Cependant on a trouvé un dépassement aux normes pour l'échantillon V4 avec un taux de $2,5 \times 10^3$ UFC/g. Ce qui reflète le manque du respect des règles d'hygiène. Ce dernier est donc de qualité microbiologique non satisfaisante et peut causer donc des conséquences néfastes sur la santé du consommateur. Ces résultats sont inférieurs à ceux remarqué par **(Adda et Kharroubi, 2019)**.

Les échantillons V1, V2 et V5 sont de qualité satisfaisante, les résultats obtenus conformément aux normes décrites par la législation algérienne. L'absence de ce germe dans ces échantillons de viandes rouges analysées révèle la bonne conduite d'hygiène et qu'il est de bonne qualité microbiologique et ne constitue aucun risque sur la santé du consommateur.

3. Résultats de la recherche de *Salmonella*

Après l'isolement sur le milieu Hektoen, on a enregistré l'absence totale de des colonies caractéristiques des salmonelles sur toutes les boîtes de pétriensemencées (**tableau 06**).

Tableau 06 : Résultats de la recherche de *Salmonella*

Numéro d'échantillon	Résultat obtenu	Lecture
V1 et V2		Absence de colonies vertes caractéristiques de <i>Salmonella</i>
V3 , V4 et V5		Absence de colonies vertes caractéristiques de <i>Salmonella</i> .

D'après les résultats présentés ci-dessus, on constate une absence totale des *Salmonelles* dans l'ensemble des échantillons de viandes rouges analysées. Cela est conforme à la norme algérienne qui stipule leur absence dans 25 g de viande (**Anonyme, 1998**). Tous les échantillons analysés sont donc de qualité satisfaisante.

Nos résultats sont similaires aux travaux de **Daabouz et al. (2010)** qui n'ont pas détecté cette bactérie sur le total des échantillons de viande analysés, de même le résultat de **Dennai et al. (2001)** qui n'ont pas trouvé les salmonelles dans les viandes fraîches du bovin.

Discussion générale

La viande doit garantir une totale innocuité pour protéger la santé des consommateurs. Par conséquent, il ne doit contenir aucun résidu toxique, aucun parasite, et il ne doit pas être un lieu de croissance pour des bactéries susceptibles de produire des éléments nocifs. Cette fonctionnalité doit être conforme aux normes et réglementations sanitaires en vigueur. Par conséquent, seules les viandes non nocives pour la santé peuvent être mises sur le marché. **(Coibion, 2008).**

La qualité hygiénique d'une viande dépend de sa qualité bactériologique. Le risque de contamination pour une viande transformée ou non est permanent tout au long de la chaîne alimentaire.

Selon les germes implantés, les contaminations peuvent avoir de plus au moins grandes conséquences allant de la simple altération de la viande, lui faisant perdre ses qualités organoleptiques ou sa valeur commerciale, à des toxi-infections graves **(Bourjois et al., 1996 ; Rosset, 1982)**. Cependant, la composition de la viande constitue un excellent milieu de croissance pour un grand nombre des bactéries **(Dennai et al., 2001 ; Bourjois et al., 1996)**.

Pseudomonas est considéré comme signe d'altération des viandes fraîches car on les retrouve constamment dans les chaînes d'abattage et dans les chambres froides car elle est une bactérie psychrophile.

Il est connu qu'*Escherichia coli* est un commensal normal de l'intestin Humain et animal et sa présence peut être indicateur de contamination fécale, cela révèle le risque de présence d'une autre entérobactérie pathogène et/ou toxigène dans l'échantillon, ce qui pourrait constituer un danger potentiel pour la santé Publique **(Brisabois et al., 1997 ; Soomro et al., 2002 ; Chye et al., 2004)**.

La recherche des *Salmonelles* est également importante car la viande qui arrive au consommateur ne doit pas en contenir **(Dennai et al., 2001)**. Ces bactéries sont responsables de fièvres typhoïdes et paratyphoïdes et de toxi-infections alimentaires se manifestant le plus souvent par des gastro-entérites **(Oumokhtar et al., 1998)**.

Après les analyses microbiologiques effectuées dans notre travail et sur la lumière des résultats obtenus, on constate que les échantillons V1, V2 et V5 sont de qualité microbiologique satisfaisante, l'échantillon V3, sa qualité est acceptable et l'échantillon V4 est de qualité non satisfaisante.

Conclusion

Conclusion et perspectives

Les aliments que l'on ingère ne sont pas stériles, ils renferment des micro-organismes en quantité plus ou moins importante, à la suite d'une contamination excessive ou de l'exposition à des conditions propices au développement microbien. En outre, la quantité de micro-organismes pathogènes peut dépasser le seuil tolérable, et les moyens de défense du corps sont alors débordés et des symptômes de toxi-infection apparaissent.

Dans le secteur alimentaire, la viande rouge est un produit largement consommé. Cette dernière peut poser des différents problèmes sanitaires qui sont souvent liés à des défauts d'hygiène.

Les résultats des analyses microbiologiques effectués sur les différents échantillons de viandes rouges utilisés dans ce travail montrent des points critiques concernant la sécurité alimentaire.

Tout d'abord, l'absence de *Salmonella* dans tous les échantillons est conforme aux normes algériennes, indiquant un bon niveau de contrôle pour ce pathogène. Toutefois, la détection de *Pseudomonas* dans les échantillons V2 et V4 suggère une contamination possible durant les étapes de manipulation et de stockage, notamment dans les chambres froides. La présence notable de *E. Coli* dans les échantillons V3 et V4 révèle une contamination fécale potentielle, probablement due à des pratiques d'hygiène insuffisantes pendant l'éviscération et la manipulation des carcasses. Ces résultats soulignent la nécessité d'améliorer les pratiques d'hygiène dans les abattoirs pour assurer une meilleure qualité microbiologique des viandes rouges.

Dans ce contexte, l'assurance de la qualité de la viande doit s'inscrire dans le cadre général d'hygiène qui commence depuis l'abattoir passant par le transport et la distribution jusqu'à la vente de la viande.

Pour améliorer la qualité microbiologique des viandes rouges et minimiser les risques de contamination, il est impératif de renforcer les mesures d'hygiène en mettant en place des protocoles stricts de nettoyage et de désinfection dans les abattoirs, en veillant à ce que tous les équipements et surfaces de travail soient régulièrement nettoyés. La formation et la sensibilisation du personnel aux meilleures pratiques d'hygiène et aux techniques de manipulation des viandes sont également essentielles pour prévenir la contamination.

Il serait donc pertinent d'adopter une stratégie nationale visant à sensibiliser le personnel des boucheries à l'hygiène et au problème des toxi-infections alimentaires. D'où la nécessité de mettre en œuvre certaines pratiques primordiales, notamment : une hygiène corporelle rigoureuse, le respect de la chaîne du froid.

En outre, il est crucial de mettre en place des programmes de surveillance microbiologique réguliers et de réaliser des audits fréquents pour détecter rapidement les problèmes de contamination et assurer la conformité aux normes.

La recherche et le développement doivent être poursuivis pour identifier les sources spécifiques de contamination et développer de nouvelles méthodes de prévention et de contrôle.

Enfin, l'utilisation de technologies avancées de détection rapide et précise des contaminants microbiologiques, ainsi que des systèmes de traçabilité basés sur la blockchain, peut grandement améliorer les contrôles de qualité et la transparence dans la chaîne d'approvisionnement.

En adoptant ces mesures, l'industrie de la viande rouge peut non seulement améliorer la sécurité alimentaire mais aussi renforcer la confiance des consommateurs et se conformer plus efficacement aux réglementations sanitaires.

Enfin, ce travail mérite d'être complété au futur par l'examen d'un nombre plus important d'échantillons à divers sites de la wilaya de Laghouat, et d'élargir la recherche car à l'heure actuelle, seules les bactéries sont recherchées dans les viandes. Il s'agit certes d'un facteur important de la prévention du consommateur, mais la recherche des résidus métaboliques et des antibiotiques doit être menée, car ces substances peuvent avoir des effets néfastes sur la santé publique.

Références bibliographique

Références bibliographiques :

- Adda, R., et Kharroubi, L. (2019).** Qualité hygiénique des carcasses bovines aux abattoirs De la wilaya de Blida. Mémoire de Docteur Vétérinaire, 42.
- AFSCA, (2015)** Guide d'autocontrôle en boucherie-charcuterie, Editeur responsable: Herman Diricks, Bd du Jardin botanique, 1000 Bruxelles. G-003 version 2.
- AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments). 2006a.** Fiche de description des dangers transmissibles par les aliments : Clostridium perfringens. Agent de toxoinfection alimentaire. AFSSA, 4p. <http://www.infectiologie.com>.
- AFSSA, (2007).** Apports en protéines: consommation, qualité, besoin et Recommandation. AFSSA, 461p
- AFSSA.2002** (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments) Fiche de description de dangers transmissibles par les aliments : Salmonella spp. AFSSA 6p.
- AIT ABDELOUAHAB N., (2001),** Microbiologie alimentaire .Ed, office. Publications universitaires. Alger. P 147.
- Anonyme 1, 2007.** Cours de nutrition humaine. Chapitre viandes, poissons et œufs, page 2-4. Magistère surveillance de la chaîne alimentaire de la filière viande. Laboratoire de nutrition humaine.
- Anonyme, 2008.** Guide de bonnes pratiques hygiéniques, édition des journaux officiels, paris, 221 p.
- Anonyme. 1998.** Critères microbiologiques des viandes rouges et leurs produits dérivés. Journal Officiel de la République Algérienne, n°35, p. 11.
- ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail).2011.** Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments. E. coli entéro-hémorragiques (EHEC), ANSES, Ap http://www.anses.fr/Documents/MIC-Fi-Escherichia_Coli.pdf

- 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>.
- Bailly JD, Brugere H, Chadron H. 2012.** Microorganismes et Parasites des Viandes : les Connaître pour les Maîtriser de l'Eleveur au Consommateur. CIV, 150p. www.civ-Viande.org.
- Belhadj, M 2008 :** Contribution à l'étude de la qualité bactériologie des viandes Blanches commercialisées dans la wilaya de bordj Bou Arreridj, p 7 mémoires de magistère Ecole national vétérinaire El Harrach Alger.
- Belitz HD, Grosch W, Schieberle P, (2009)** Meat Food Chemistry, 12: P 563- 616.
- Boccard R.L., Buchter L., Casteels E., Cosentino E., Dransfield E., et al. (1981):** Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Repor of a working group in the commission of the European communities (CEC) beef production research programmer.
- BORNERT G., (2000),** Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires Revue Méd. Vét. 2000, 151, 11, 1003-1010.
- Bourgeoi scM., MesclejF., ZuccaJ., 1998.** Microbiologie alimentaire. Tom1 : aspects microbiologiques de la sécurité et la qualité des aliments ; 2èmeédition. Ecole national vétérinaire de Toulouse.PP.273.
- Bourgeois CM,Mescle JF, Zucca J (1996).** Microbiologie alimentaire : Aspects Microbiologiques de la sécurité et de la qualité des aliments – Tome I. Edition Technique et Documentation Lavoisier, P 1195.
- Brisabois A., Lafarge V., Broui llard A., de buyserm. L., ColletteC., Gari nbastujiB. Et Thorelm. F., 1997.**Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : Situation n France et en Europe. Rev. sci. tech. Off.int. Epi z., 16(1) .pp: 452-471.
- Butzler JP. 2004.** Campylobacter, from obscurity to celebrity. Clin. Microbiol.Infect., 10: 868-876.

- CARIP C., (2008),** Microbiologie Hygiène. Bases microbiologiques de la diététique. Ed TEC et DOC. Médicale International. P 58,59 ,349 et 355.
- Cartier P. 2007 :** Le point sur La qualité des carcasses et des viandes de gros bovins, Compte rendu final n° 17 05 32 022, Service Qualité des Viandes, Département Techniques d'Elevage et Qualité, p 12, 58.
- Cartier P., (2004),** Points de repères en matière de qualité microbiologique viandes bovines, Institut de l'Élevage (I. MOËVI). P 175.
- Cavalli S. 2003.** Application de la méthode HACCP en établissement d'abattage : modèles théoriques et essai de mise en place. Thèse de Médecine Vétérinaire, ENVL, Lyon, 132p.
- Cheftel, J.C., J.L. Cuq and D. Lorient (1985)"**Protéines Alimentaires"**Tec & Doc Lavoisier,** Paris.
- CHINZI., (1989),** Produire de la viande bovine aujourd'hui.2eme Edition. .France . p 67,69.
- Chougui N, (2015).** Technologie et qualité des viandes. Thèse de magister. Université Abderrahmane Mira de BEJAIA.
- Chye F., Abdullah A., Ayob M., 2004.** Bacteriological quality and safety of raw milk in Malaysia. Food Microbiology, 21,535-541.
- Codex Alimentarius, (2005).** Code d'usages en matière d'hygiène pour la viande CAC/RCP 58-2005. Page 1 of 55.
- Coibion L., 2008.** Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine adaptation à la demande du consommateur. Edition. Lavoisier; p 7-25.
- Corry T.E.L. 2007:** Spoilage organisms of red meat and poultry (101-122). In Microbiological Analysis of Red Meat, Poultry and Eggs, Mead GC (Ed). Woodhead publishing limited and CRC press LLC: Cambridge, England; 348p.
- COTTIN, J.H., BIZON, C., CARBONELLE, B. (1985),** Study of *Listeria monocytogenes* in meat from 415 cattle. Sci.Aliment, 5: Series IV, p145-149.

- CRAPLET C., et CRAPLET M J., (1979)**, Dictionnaire des aliments et de la Nutrition. Ed LE HAMEDI .Paris .p 450-451.
- CUQ J L., (2007)**, Microbiologie Alimentaire : Les relations microorganismes / Aliments / consommateurs, Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires 4^{ème} année. Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc. P 2 – 17.
- CUQ J L., (2007)**, Microbiologie Alimentaire : Les relations microorganismes / Aliments / consommateurs, Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires 4^{ème} année. Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc. P 2 – 17.
- 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.
- 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., Kharrati B., El yachioui M., 2001.** Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. Université Constantine, Département de Biologie: 145p.
- Dumont et Valin., 1982.** Bases biochimiques de l'hétérogénéité du tissu musculaire et des Viandes. Ed INRA. Paris. P77.
- Dupin H., Cuq J.L., Malewiak M.L., Leynaud-Rouaud C et Berthier A.M., 1992.** Alimentation et nutrition humaines. Edition ESF. Paris. P 746.
- El hadef El okki s., El groud r., kenana h., and quessy s. 2005 :** Evaluation de la Contamination superficielle des carcasses bovines et ovines provenant de l'abattoir Municipal de Constantine en Algérie. Canadian vétérinaire Journal 46 (7) : 638-640.

- Eslava C, Villaseca J, Hernandez U, Cravioto A. 2003.** Escherichia coli (123-135). In International Handbook of Foodborne Pathogens, Miliotis MD, Bier JW (eds). Marcel Dekker: New York; 688p.
- Euzéby J.P: 2007.** Dictionnaire de bactériologie vétérinaire. Adresse URL : <http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/>, consulté le 15/03/2018.
- Federichi M., 2005.** Bactériologie alimentaire, Compendium d'hygiène des aliments. 2ème Edition. Edition Economica. Paris. P. 292.
- Feng P. 2001.** Escherichia coli (143-162). In Guide to Foodborne Pathogens, Labbé RG, García S (Eds). John Wiley and Son: New York; 400p.
- 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; 297p.
- Fosse J, Cappelier J-M, Laroche M, Fradin N, Giraudet K. and Magras C. 2006 :** Viandes bovines : une analyse des dangers biologiques pour la consommatrice appliquée à L'abattoir. Rencontre Recherche Ruminants13 : 411-414.
- Fosse J, Margas C. 2004.** Dangers Biologiques et Consommation des Viandes. Ed Lavoisier : Paris ; 220p.
- FOURNAUD J., (1982),** Type de germes rencontrés aux différents stades de la filière: In hygiène et technologie de la viande fraîche. Edition du C.N.R.S, pages: 109-119.
- Fournaud J., Gaffino G., Rosset R., et Jacquet R. (1978).** Contamination microbienne des carcasses a l'abattoir. Ind. Aliment. Agric., 95(4), 273- 282
- FRAYSSE J L., et DARRE A., (1989),** Production des viandes .Volume I .Ed Technique et documentation .LAVOISIER .Paris .p 374
- Ghafir Y, Daube G, (2007).** Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination Microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. Ann. Méd. Vêt., 151 : 79-100.

- GUILLEM et al., (2009)**, La maîtrise de la tendreté de la viande bovine : Identification de marqueurs biologiques. P 331, 334.
- Guiraud JP., 1998.-** Microbiologie alimentaire, microbiologie des Principaux produits alimentaires. Ed. Dunod, Paris, 625 p.
- HAMAD B., (2009)**, Contribution à l'étude de la contamination superficielle bactérienne et fongique des carcasses camelines au niveau de l'abattoir d'EL-OUED. Mémoire de Magister en médecine vétérinaire. P 29-30.
- Hanes D. 2003.** Nontyphoid Salmonella (137-149). In International Handbook of Food-borne Pathogens, Miliotis MD, Bier JW (eds). Marcel Dekker: New York; 688p.
- Henri M, (1992).**Les viandes de boucherie dans l'alimentation et la nutrition humaine .ESF Paris. P738-750, p1533,p739-741, p747-748.
- Heredia N., Garcia S., Rojas G. et Salazar L, (2001).** Microbiological Condition of GroundMeat Retailed in Monterrey, Mexico. Food Prot., 64 (8): 1249-1251.
- HINTON MH., HUDSON W R., et MED G C., (1998)**, The bacteriological quality Of British beef carcasses sampled prior to chilling, Meat Sci., 50, p265-27.
- HSIEH DY., et JAY J M., (1984)**, Characterization and identification of yeasts from fresh and spoiled ground beef. In: Modern food Microbiology – Seventh edition. Food sciences text serie. 790 pages. 4 : 63- 95.
- Hu L, Kopecko DJ. 2003.** Campylobacter Species (181-198). In International Handbook of Foodborne Pathogens. Marcel Dekker: New York; 688p.
- Interbev. (2005)**, Le point sur l'alimentation des bovins et ovins et la qualité des viandes. Institut de l'Elevage (I. MOEVI). P 80, 98, 99,101.
- Jorgensen F, Bailey R, Williams S, Henderson P, Wareing DR, Bolton FJ, Frost JA, Ward L, Humphrey TJ. 2002.** Prevalence and numbers of Salmonella and Campylobacter spp. On raw, whole chickens in relation to sampling methods. Int. J. Food Microbiol., 76: 151-164.

- Journal Officiel de la République Algérienne. 2017. N° 39 du 02 Juillet 2017.** Arrêté interministériel du 2 Moharram 1438, correspondant au 4 octobre 2016, fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires, pp. 11-32.
- Journal Officiel de LA République Algérienne., (1993).** Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation, N° JORA : 069 du 27/10/1993.
- JOUBE.J.L.(1998):** la qualité microbiologique des aliments"maitrise critère"ed: C.N.E.R.N.A.C.N.R.s.2ième edition,p445-468.
- Karib H. (1995).** Etude de Yersinia enterocolitica dans les produits carnés. Thèse Doctorat d'Etat ès sciences agronomiques. IAV dou Hassan II, Rabat.
- 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.
- Lamoise P., Roussel-Ciquard N., Rosset R., 1984.** Evolution des qualités organoleptiques. Les viandes, informations Techniques des Services Vétérinaires. Edition. CRDP d'Aquitaine: 351 p.
- Laurent, C. (1981).** Conservation des produits d'origine animale en pays chauds, ACCT - Paris(France), 157.
- LAWRIE R A., (1998),** Chemical and Biochemical Constitution of Muscle, Pages 58-94,
- Lebret, B., and J. Mourot. 1998.** Characteristics and quality of pig adipose tissues. Influence of rearing factors. INRA Prod. Anim. 11 :131–143.
- Lecerf J, (2014).** La place de la viande dans la nutrition humaine Intérêt nutritionnel et effets Sur la santé de la consommation de viande. La revue scientifique Viandes & Produits Carnés Référence de l'article : VPC-2014-30-6-5. Institut Pasteur de Lille, Service de Nutrition, 1 rue du Professeur Calmette, 59019 Lille cédex.

- Letouze J.C., Vendevre J.L. & Rozier J. (1985).** La qualité microbiologique des carcasses de porc: Mise au point d'un plan de contrôle. Viandes Prod. Carnés, 8: 236-244.
- LEYRAL G., et VIERLING E., (1997),** Microbiologie et toxicologie des aliments. Editions Doin, p 54, 55, 81, 82, 82.
- Leyral, G., et Vierling, E. (2007).** Microbiologie et toxicologie des aliments- Hygiène et Sécurité 26. Alimentaires p. 287.
- Loubamba L. (2012).** Contribution à l'étude du ressuage des carcasses bovines aux abattoirs de dakar : Aspects technologiques et hygiéniques, faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie de Dakar.
- Louni Yamina, (2017).** La situation de la viande rouge dans la wilaya de Tizi Ouzou. Thèse de Master. Université Mouloud Mameri Tizi-ouzou.
- Maas Van Brekel B., Van Den Boogaard B., et Heijnen C., (2005),** La Conservation du poisson et de la viande. © Fondation Agromisa, Wageningen .p10.
- Mescle F,Zucca J, (1988).** L'origine des microorganismes dans les aliments. Aspects Microbiologiques de la sécurité et de la qualité alimentaire. Paris, éd Tec et Doc.Lavoisier, pp 9-14
- MORISSETTI M., (1971),** Public health aspect of food processing. In : Hygiène et Technologique de la viande fraîche, Edition du CNRS. P 105 -108.
- OMS, (2015).** Questionne et réponses. Cancer : cancérogénicité de la consommation de viande rouge et de viande transformée.
- Oumokhtar B, Berrada H, Ameer N, El fakir S. 2008 :** Analyse microbiologique de La viande hachée bovine commercialisée a Fès, Maroc. Les technologies de Laboratoire : 12.
- Oumokhtar, B., Karib, H., Bouchriti, N., et Araba, A. (1998).** Appréciation de la qualité bactériologique de la viande et des abats de taurillons fraîchement abattus dans les abattoirs De Rabat. Institut Agronomique et Vétérinaire, 18(3), 169–176.

- PIERRE J., (1998)**, Microbiologie alimentaire. Ed Dumod. Paris. P16.
- Poelma, P.L., Andrews, W.H. and Wildon, C.R. (1984)** Recovery of Salmonella Species from Nonfat Dry Milk Rehydrated under Rapid and Reduced Pre-Enrichment Conditions: Collaborative Study. Journal of the Association of official Analytical Chemists, 67, 807-810.
- Ray B. 2001.** Indicators of bacterial pathogens (409-417). In Fundamental Food Microbiology, Ray B (ed). CRC Press: Boca Raton; 355p.
- RENERRE R., (1997)**, La couleur acteur de qualité .Mesure de la couleur de La viande. Renc Rech. Ruminants. P 10 ,89.
- ROSSET et al. 1977**, Les méthodes de décontamination des viandes dans traitement divers dans l'hygiène et technologie e la viande fraîche CNRS Paris pp 193-197.p352.
- ROSSET M R., et LINGER P., (1978)**, La couleur de la viande .Actualités Scientifiques et techniques en industries agro-alimentaires .22eme Edition APRIAParis. P 1-3.
- ROSSET R., (1982)**, Les méthodes de décontamination des viandes : Traitement divers. Hygiène et technologie de la viande fraîche.
- Rosset, R et Liger, P.1982.** Nature des porteurs de germes. In: Hygiène et technologique de la viande fraîche, Edition du CNRS, pp. 105-106.
- Roudaut Het Lefrancq E., 2005.** Alimentation théorique. Biosciences et techniques, collection dirigée par J. Figarella et A. Calas. Sciences des aliments, série dirigé par G. Leyral. Edition Doin. Paris. P 303.
- ROUX M., (2006):** expression et polymorphisme du gène PRKAG3 bovin: implication dans le métabolisme musculaire et la qualité de la viande Ed ECOLE DOCTORAL sciences-technologie-santé 200p.
- Sadoud M. Chehat F, (2008).** Economie bouchère en Algérie : place de la boucherie dans la Filière viande de la région de Chlef Economy butchering in Algeria: the place of the Butchery in the meat industry in the Chlef region. Université H. Benbouali de Chlef – Faculté des sciences agronomiques et biologiques – Chlef (02000) – Algérie

- Salifou C.F.A., Youssao A.K.I., Ahounou G.S., Tougan P.U., Farougou S., Mensah G.A et Clinquart A, (2013a).** Critères d'appréciation et facteurs de variation des caractéristiques de la carcasse et de qualité de la viande bovine. Annales de Médecine Vétérinaire 157 : Pp 27-44. Journal of Applied Biosciences 124 : pp 12476-12487.
- Salmi C. Jaouad M., Sadraoui R, (2016).** Etude du système de commercialisation des viandes Rouges dans le Sud Est de la Tunisie : cas du Gouvernorat de Médenine. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 115, pp. 187- 193.
- Schmid A., 2011.** Valeur nutritive de la viande et des produits carnés. Edition Viande Suisse. PP 1-5
- SIONNEAU O., (1993),** La contamination microbienne superficielle des Carcasses des bovins : Origine, prévention et décontamination. Thèse de doctorat Vétérinaire de Lyon. P 2-11.
- SOLTNER D., (1979),** La production de la viande bovine .8eme Edition .Collection Sciences et Techniques agricole Angers .France. p 319.
- Soomro A. H., M. A. Arain, M. Khaskheli and B. Bhutto, 2002.** Isolation of Escherichia Coli from Raw Milk and Milk Products in Relation to Public Health Sold under Market Conditions at Tandojam, Pakistan. Pakistan journal of nutrition.
- STARTON T., (1982),** Viande et alimentation humaine .Ed. Apria, Paris. P 110.
- TOURAILLE C., (1994),** Incidences des caractéristiques musculaires sur les Qualités organoleptiques des viandes. Renc Rech. Ruminant's. P 169, 176.
- Touraille C., 1994.** Incidences des caractéristiques musculaires sur les qualités organoleptiques des viandes. Edition. Renc Rech. Ruminant's: p 169, 176.
- Valerie H. (2002).** Consommation de viande et cancer colorectal chez l'homme : une revue de l'épidémiologie et des mécanismes [Thèse de doctorat vétérinaire]. Université Paul-Sabatier de Toulouse. 11p

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

WAVREILLE J., FAES TH., SINDIC M., BARTIAUX THILL N., (2001):Facteurs d'influence de la qualité de la viande. Ed. Centre de recherche agronomiques de GEMLOUX: département production et nutrition animales 54-55.

Annexes

Annexe : Composition des milieux de culture**Gélose au Cétrimide**

La gélose au cétrimide est un milieu sélectif destiné à l'isolement et au dénombrement de *Pseudomonas*.

- Peptone pancréatique de gélatine 20,0 g
- Glycérol 10 ml
- Cétrimide 0,3 g
- Chlorure de magnésium..... 1,4 g
- Sulfate de potassium..... 10,0 g
- Agar agar 13,6 g
- Eau distillée..... 1000ml
- pH: 7,5 ± 0,2
- Stériliser à l'autoclave à 121 °C pendant 20 minutes

Milieu TBX : gélose tryptone-bile-glucuronate

La gélose TBX est un milieu chromogénique, sélectif et différentiel utilisé pour la détection et le dénombrement d'*Escherichia coli*.

- Peptone 20g
- Bile salts..... 1.5g
- X-β-D-glucuronide..... 0.075g
- Agar..... 15g
- Eau distillée..... 1000ml
- pH: 7.2 +/- 0.2
- Stériliser à l'autoclave à 121 °C pendant 20 minutes

Milieu Hektoen

La gélose Hektoen est un milieu d'isolement sélectif des bacilles à Gram négatif non exigeants et utilisé pour la recherche des *Salmonella* et des *Shigella*

- Protéase peptone..... 12g
- Chlorure de sodium5g
- Extrait de levure..... 3g
- Thiosulfate de sodium5g
- Sels biliaires.....9g
- Citrate ferrique ammoniacal.....1,5g
- Lactose12g
- Bleu de bromothymol..... 0,065g
- Saccharose12g
- Fuchsine acide0,10g
- Salicine..... 2 g
- Agar14g
- Eau distillée.....1000ml
- PH: 7,5 ± 0,2.
- Stériliser à l'autoclave à 121 °C pendant 20 minutes

L'eau physiologique

L'Eau physiologique à 0,85 % est un diluant isotonique utilisé pour les dilutions ou la réalisation de Suspensions bactériennes.

- Peptone..... 1,0 g
- Chlorure de sodium.....8.7g
- Eau distillée.....1000ml
- Stériliser à l'autoclave à 121 °C pendant 20 minutes