

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Docteur

En

Médecine vétérinaire

THEME

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA CONTAMINATION MICROBIENNE DE LA VIANDE BOVINE

Présenté par : ZIAD Maissa – BOUDJEMIA Yasmine

Soutenu publiquement, le : 10-10-2021

Devant le jury :

M. GOUCEM R.	Maître Assistant A (ENSV)	Président
Mme BOUHAMED R.	Maître de Conférences B (ENSV)	Promotrice
M. HAMDI T.M.	Professeur (ENSV)	Examineur

Année universitaire 2020-2021

Remerciements

On remercie Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce travail.

Nous tenons en premier lieu à exprimer notre gratitude envers notre promotrice Mme BOUHAMED Radia qui nous a permis de bénéficier de son encadrement. Les conseils qu'elle nous a prodigués, la patience, la confiance qu'elle nous a témoignées ont été déterminants dans la réalisation de ce projet de fin d'études.

Nous remercions également les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font de juger ce modeste travail.

On tient à exprimer nos vifs remerciements au Professeur HAMDJ Taha-Mossadak, pour avoir accepté de présider le jury de soutenance, qu'il trouve ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

On tient également à exprimer notre remerciement à Docteur GOUCEM Rachid, qui a accepté d'examiner ce travail.

Enfin nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à la mémoire de mon défunt grand père (paix a son âme).

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce travail à ceux dont je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère, mes parents, qui n'ont cessé de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A mon aimable grande sœur, qui n'a pas cessé de me conseiller, m'encourager et me soutenir tout au long de mes études. Que dieu la protège et lui offre la chance et le bonheur dans la vie.

A mes ami (e)s pour leurs aides et supports dans les moments difficiles.

A mon binôme pour son entente et sa sympathie.

Maissa

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents, pour leur patience, soutien et affection.

A mon cher mari, pour son amour et sa bienveillance.

A mes adorables petites sœurs, pour leur douceur et gentillesse.

A mon binôme pour son entente et sa sympathie.

Yasmine.

Résumé :

La richesse de la viande bovine en nutriments essentiels pour l'homme fait d'elle un aliment noble et très demandé par le consommateur. De ce fait, la filière viande occupe une place importante dans l'industrie agroalimentaire.

Hormis ses qualités et sa noblesse, la viande est régulièrement mise en cause dans la survenue de problèmes de santé. Ses nutriments la rendent favorable à la prolifération microbienne. Si elle n'est pas contrôlée et bien suivie par la mise en place d'un système HACCP de l'animal vivant jusqu'à nos assiettes, elle risque de provoquer des toxi-infections alimentaires (TIAC) ou faire l'objet de déclarations de dangers physico-chimiques et microbiologiques.

Mots clés : viande bovine, nutriments essentiels, prolifération microbienne, HACCP, TIAC, dangers.

Abstract :

The richness of beef in essential nutrients for humans makes it a noble food and in high demand by consumers. As a result, the meat sector occupies an important place in the food industry.

Apart from its qualities and its nobility, meat is regularly implicated in the occurrence of health problems. Its nutrients make it a favorable ground for microbial proliferation. If it is not controlled and well monitored by a HACCP system from the living animal state to our plates, it risks causing food poisoning, or be the subject of a declaration of physicochemical and microbiological hazards.

Keywords: beef, essential nutrients, microbial proliferation, HACCP, food poisoning, hazards.

ملخص:

إن ثراء لحم البقر بالمغذيات الأساسية للبشر يجعله غذاءً نبيلًا ويزداد الطلب عليه من قبل المستهلكين. نتيجة لذلك، يحتل قطاع اللحوم مكانة مهمة في مجال الصناعات الغذائية.

بصرف النظر عن صفاته ونبله، يتورط اللحم بانتظام في حدوث مشاكل صحية. مغذيته تجعله أرضية مواتية للتكاثر الميكروبي، إذا لم يتم التحكم فيه ومراقبته بشكل صحيح بواسطة برنامج خاص من حالة الحيوان الحي إلى أطباقنا قد ينتج عنه حالات تسمم غذائي أو مخاطر فيزيوكيميائية ومكروبيولوجية.

الكلمات المفتاحية: لحم البقر، المغذيات الأساسية، قطاع اللحوم، التكاثر الميكروبي، تسمم غذائي.

LISTE DES ABREVIATIONS

ADP : Adénosine-Diphosphate.

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

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

ASPC : Agence de la santé publique du Canada

ATP : Adénosine-Triphosphate.

aw : Activité de l'eau

DFD : Dark Firm Dry

E.coli : *Escherichia coli*

FAO : Food and agriculture Organization of the United Nations

EHEC : *Escherichia coli* entérohémorragiques

HACCP : Hazard Analysis and Critical Control Point

IFIP : International Federation for Information Processing

mv : millivolt

ng : Nanogramme

pH : Potentiel Hydrogène

rH : Potentiel d'oxydoréduction

STEC : *Escherichia coli* productrice de shigatoxines

Stx : Shigatoxine

ufc : unité formant colonie

VTEC : *Escherichia coli* vérotoxiques

µg : Microgramme

Liste des figures

	Pages
Figure 1 : Exemples de dangers biologiques (FAO, 2001).	13
Figure 2 : Origines des contaminations : Diagramme Ishikawa (Focus Performance, 2020).	14
Figure 3 : <i>Clostridium botulinium</i> (Kunkel, 2008).	28
Figure 4 : <i>Clostridium perfringens</i> (Burne, 2012).	28
Figure 5 : <i>Staphylococcus aureus</i> (Matthew et Carr, 2012).	28
Figure 6 : <i>E.coli</i> (Canadien en Santé, 2012).	28
Figure 7 : <i>Yersina Enterocolitica</i> (Kunkel, 2014).	28
Figure 8 : <i>Campylobacter</i> (Chuck, 2013).	28

Liste des tableaux

	Pages
Tableau 1 : Pourcentage des acides gras des lipides des bovins (Craplet, 1966).	5
Tableau 2 : Dangers chimiques pouvant être présents en abattoir et en découpe dans les viandes et produits carnés (IFIP, 2007)	14
Tableau 3 : Dangers physiques et corps étrangers pouvant être présents en abattoir et en découpe dans les viandes et produits carnés (IFIP, 2007)	16

Table des matières

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA VIANDE BOVINE.....	2
I.1.DEFINITION	2
I.2.COMPOSITION	2
I.2.1.Eau.....	2
I.2.2. Matières azotées	3
I.2.3 Lipides.....	5
I.2.4 Glucides.....	5
I.2.5 Matières minérales	5
I.2.6 Vitamines	6
I.2.7 Hormones	6
I.3. QUALITES DE LA VIANDE	6
I.3.1 Qualités organoleptiques des viandes	7
I.3.2. Qualité Microbiologique	10
I.3.3. Qualités technologiques	10
I.3.4. Qualité nutritionnelle de la viande	11
I.4 DANGERS DE LA VIANDE.....	12
I.4.1 Dangers microbiologiques.....	12
I.4.2 Dangers chimiques	13
I.4.3 Dangers physiques	15
CHAPITRE II : CONTAMINATION MICROBIENNE DE LA VIANDE	17
II.1. CONTAMINATION DE LA VIANDE	17
II.2. TYPES DE CONTAMINATION DE LA VIANDE	17
II.2.1. Contamination profonde	17
II.2.2. Contamination superficielle.....	17
II.3. ORIGINE DE LA CONTAMINATION SUPERFICIELLE DES CARCASSES.....	18
II.3.1. Origine endogène.....	18
II.3.2. Origine exogène.....	18
II.4. CONDITIONS DE MULTIPLICATION DES MICROORGANISMES	19
II.4.1. Activité de l'eau (Aw)	20
II.4.2. Potentiel d'hydrogène (pH).....	20
II.4.3. Température	20
II.4.4. Potentiel d'oxydoréduction (rH).....	21
II.4.5. Facteurs nutritionnels.....	21
II.5. CONSEQUENCES DE LA CONTAMINATION.....	21
II.5.1. Altérations de la viande	22
II.5.2. Toxi-infection alimentaire	22
II.6. PRINCIPAUX MICROORGANISMES PATHOGENES DE LA VIANDE	24
II.6.1. <i>Clostridium botulinum</i>	24
II.6.2. <i>Clostridium perfringens</i>	24
II.6.3. <i>Staphylococcus aureus</i>	25
II.6.4. <i>Escherichia coli</i>	26
II.6.5. <i>Yersinia enterocolitica</i>	26
II.6.6. <i>Campylobacter</i>	27
CONCLUSION.....	29
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	30

INTRODUCTION

La consommation de la viande par l'homme remonte aux origines de la préhistoire ; c'est-à-dire dès le début de l'humanité (Patou-Mathis, 2009).

Concernant les viandes rouges consommées en Algérie, on distingue majoritairement trois types de viandes répartis selon leur disponibilité et le climat comme suit : les viandes bovines et ovines au Nord du pays, tandis que le marché de viandes rouges est composé principalement de viande cameline au Sud du pays (Ould el hadj *et al.*, 1999).

La viande et ses dérivés occupent une place de choix dans notre alimentation, et ce pour des raisons nutritionnelles (Clinquart *et al.*, 1999). La richesse de la viande en eau, en protéines de haute valeur biologique fait d'elle un aliment indispensable pour une alimentation équilibrée. Cependant, ces mêmes raisons font d'elle un terrain favorable à la prolifération microbienne (Daube, 2002).

La viande est une denrée périssable qui a été traditionnellement considérée comme le véhicule de nombreuses maladies d'origine alimentaire chez l'homme (Fosse *et al.*, 2006).

Une grande partie des microorganismes contaminant les carcasses suite aux différentes étapes de l'abattage (dépouillement et éviscération) sont saprophytes. Il s'agit de bactéries, de levures et de moisissures. Ce sont des microorganismes d'altération qui provoquent la putréfaction de la viande. Par ailleurs, la présence de microorganismes pathogènes responsables de toxi-infections alimentaires est possible. Elle est souvent liée à des défauts d'hygiène (Durand *et al.*, 2006 ; Cartier, 2007).

Ces toxi-infections peuvent être assez graves et sont souvent causées par *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* et *Bacillus cereus* (Cottin *et al.*, 1985). La mise en évidence de ces divers microorganismes peut être effectuée grâce à la réalisation d'analyses microbiologiques servant à limiter les risques d'altération et de toxi-infections alimentaires.

Cette étude bibliographique est scindée en deux chapitres. Le premier traite les généralités sur la viande bovine (composition, qualités et dangers). Alors que le deuxième chapitre vise à étudier la contamination microbienne de la viande rouge. Enfin, une conclusion générale permettra de faire ressortir les points les plus importants de cette étude.

CHAPITRE I : Généralités sur la viande bovine

I.1.Définition

Plusieurs définitions de la viande, plus moins anciennes, sont retrouvées dans la littérature.

- Le mot viande vient du latin –vivenda-, signifiant « ce qui sert à la vie » (Nicot, 1606)
- Le Codex Alimentarius (2005) (CAC/RCP 58-2005) la définit comme étant « Toutes les parties d'un animal qui sont destinées à la consommation humaine ou ont été jugées saines et propres à cette fin ».
- 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...), des oiseaux (poulet, dinde, pintade ...) et celle des poissons (Fosse, 2003 ; El-Ramouz, 2008).

Les viandes se caractérisent par une grande hétérogénéité, elles sont principalement constituées de muscles striés squelettiques qui comportent aussi d'autres tissus en quantité très variable, selon les espèces, les races, les âges, les régimes alimentaires et la région anatomique concernée. Les viandes sont aussi classées selon la couleur en viandes rouges et viandes blanches, et selon la richesse en graisse en viandes maigres et viandes plus ou moins riches en graisse (Elramouz, 2008). Sa consommation est controversée et elle fait l'objet de certains interdits dans diverses cultures et religions.

I.2.Composition

I.2.1. Eau

Le muscle comprend 60 à 80 % d'eau si bien que le tissu musculaire constitue la principale réserve d'eau du corps. L'eau de la cellule musculaire se présente sous des états différents qu'il est important de connaître, car ils réagissent différemment et expliquent notamment les phénomènes d'évolution de la viande (Craplet, 1966) :

- L'eau liée (10%) se présente sous deux formes :
 - Eau fixée très fortement à l'état monomoléculaire par des liaisons électro-statiques sur les groupements polaires des protéines (5%) ;

- Eau liée par l'orientation moléculaire et qui est un peu moins solide comme liaison (5%).
 - L'eau libre (70%) se présente également sous deux formes :
- Eau condensée proche de l'eau monomoléculaire (5 %) ;
- Eau capillaire (65 %) qui est l'eau labile à l'origine du suc musculaire.

La teneur en eau varie avec l'âge, le muscle envisagé et surtout la teneur en lipides qui est le principal facteur de variation ; pour un muscle déterminé la teneur en matière sèche délipidée est pratiquement constante. La teneur en eau du muscle et la liaison eau-protéine sont 2 caractéristiques fondamentales : plus la fibre musculaire contient d'eau solidement liée aux protéines, plus elle est gonflée, tendre et juteuse. Grau et Hamm (1953) ont étudié l'exsudation par la méthode des compresseurs en plexiglass : un morceau de viande standard comprimé laisse exsuder le suc qui imprègne un buvard, l'augmentation du poids du buvard ou la dimension de la tache sur le buvard renseigne sur la quantité et l'état de l'eau musculaire, car la pression exercée sur la viande peut éliminer l'eau. Grau et Hamm ont ainsi tracé la courbe fondamentale du pourcentage d'eau restant dans le muscle après compression qu'ils ont baptisé WHC (Water Holding Capacity). Le pH est un facteur capital de la capacité de rétention d'eau et il a été montré que la viande d'animaux jeunes à un pH plus bas 5,3 au lieu de 5,8, ce qui explique chez les bovins très précoces une plus grande perte d'eau pendant la conservation d'où une justification de l'attitude réservée des bouchers vis-à-vis de ce type de production. Le point cryoscopique du suc musculaire de bovin renseigne sur la teneur en ions : pour la viande pantelante on trouve -0,81 °C et pour la viande ayant subi une maturation de 92 heures à la glacière on trouve -1,03 °C (Craplet, 1966).

I.2.2. Matières azotées

I.2.2.1. Classification chimique

Selon la nature chimique, on distingue :

A. Les protides qui contiennent 90% de l'azote total et comprennent en allant du simple au complexe :

- Les acides aminés, éléments constitutifs,
- Les dipeptides composés de 2 acides aminés telles la carnosine, la diméthylcarnosine (ansérine),
- Les polypeptides composés de plusieurs acides aminés,

- Les protéines composées de nombreux acides aminés formant des architectures compliquées et fragiles où les phénomènes d'orientation et de structure des chaînes sont de première importance. On y distingue les holoprotéines ne contenant que des acides aminés, les hétéroprotéines contenant des acides aminés et des autres composés chimiques et qui comprennent notamment les nucléoprotéines (Craplet, 1966).

B. Les matières azotées non protidiques représentant 10% de l'azote total comprennent :

- L'urée,
- Les cyclouréides dérivant de la purine (xanthine, hypoxanthine, adénine, guanine) se forment dans les heures qui suivent l'abattage à partir de molécules plus complexes.
- Les guanidines substituées : méthylguanidine, créatine, créatinine.
- Les corps dérivés des acides aminés : taurine, carnitine, sarcosine (Craplet, 1966).

I.2.2.2 Classification physiologique des protéines

Dans les protéines, d'après le rôle et l'emplacement il est possible de distinguer :

I.2.2.2.1 Protéines plasmiques

A) protéines intra-cellulaires :

- Myosine 67%
- Myogène 10%
- Globuline X 22 %
- Myoprotéine 01%

B) Les protéines extra-cellulaires du tissu collagène interstitiel :

- Collagène,
- Elastine.

I.2.2.2.2 Protéines enzymatiques

Ce sont des hétéroprotéines extrêmement nombreuses, on commence seulement à connaître leurs mécanismes d'action et leurs rôles avant et après l'abattage.

I.2.2.2.3 Protéines accessoires

Parmi les protéines accessoires, nous pouvons citer la myoglobine (Craplet, 1966).

I.2.3 Lipides

Les lipides se trouvent soit dans la fibre musculaire elle-même, soit dans le tissu conjonctif entre les faisceaux musculaires où ils forment le persillé et le marbré, ce sont surtout des glycérides et accessoirement un peu de lécithine. Contrairement à ce qui se passe chez les monogastriques où la composition lipidique dépend du régime alimentaire, les lipides des bovins ont une composition presque constante ; le tableau N 01 donne le pourcentage des divers acides gras (Craplet ,1966).

Le tableau N°01 indique le pourcentage des divers acides gras des lipides des bovins.

Tableau 1 : Pourcentage des acides gras des lipides des bovins (Craplet, 1966).

Acide oléique	Acide palmitique	Acide stéarique	Acide palmitoléique	Acide linoléique	Acide arachidonique	Acide divers
42%	29%	20%	2,0%	0,5%	0,1%	6,3%

I.2.4 Glucides

On retrouve dans le muscle environ 2% de glycogène, lequel constitue la réserve énergétique pour la contraction musculaire ; sa teneur baisse avec le jeûne et l'état de fatigue ; en petites quantités existent des dérivés phosphorés des glucides notamment l'ester hexose-monphosphorique. Seul le foie est un organe riche puisqu'il contient 60 g de glycogène par kg. Dans la viande et les organes on ne trouve ni cellulose ni indigestible glucidique (Craplet, 1966).

I.2.5 Matières minérales

Dans la viande il y a peu de différences suivant l'espèce et le morceau considéré et par kg de viande on trouve :

- 1500 à 2000 mg de phosphore dont les deux tiers sont sous une forme minérale.
Les composés phosphorés organiques jouent un rôle très important dans la contraction musculaire et dans la maturation de la viande :
- ATP = Adénine + Ribose + 3PO₄ H₃
- ADP = Adénine + Ribose + 2PO₄ H₃
- Phosphagène ou phosphocréatine.
- 100 mg de calcium.

- Sodium, potassium, manganèse, sous forme de phosphates minéraux et organiques.
- Chlore.
- 25 mg de fer.
- Des oligo-éléments : 25 mg de zinc, 5 mg d'aluminium, 1 mg de cuivre, 600 µg de manganèse, 40 µg d'iode (Craplet, 1966).

I.2.6 Vitamines

La teneur vitaminique varie avec de nombreux facteurs dont les 2 principaux sont :

- L'état d'engraissement. La viande maigre est riche en vitamines hydrosolubles et pauvre en vitamines liposolubles, la viande grasse présente les caractéristiques inverses.
- L'alimentation.

I.2.7 Hormones

Parmi les hormones retrouvées dans les muscles, on retrouve :

- Des ostéogènes en très petite quantité dans la viande, en quantité appréciable dans les graisses : 10 mg d'équivalent d'estrone/kg ; ces dosages étant effectués sur des animaux n'ayant pas reçu d'implant d'œstrogène.
- Des corticostéroïdes qui font que la viande a une teneur représentant 10 % de celle des surrénales ce qui pour certains nutritionnistes pourrait expliquer la valeur fortifiante de la viande (Craplet, 1966).

I.3. Qualités de la viande

La qualité se définit comme «l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un service ou d'un produit qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites » (Coibion, 2008).

Selon Vautier (2005) pour le consommateur, la qualité d'un aliment peut être définie à partir d'un certain nombre de caractéristiques, à savoir :

- Qualité sensorielle (organoleptique),

- Qualité microbiologique,
- Qualité technologique.

I.3.1 Qualités organoleptiques des viandes

Les qualités organoleptiques sont des caractéristiques perçues par les sens du consommateur. Elles recouvrent l'aspect et la couleur, le goût et la saveur, l'odeur et la flaveur, ainsi que la consistance et la texture d'un aliment. De ce fait, elles jouent un rôle prépondérant dans la préférence alimentaire. On parle aussi de propriétés sensibles.

Les propriétés organoleptiques ou sensorielles d'un aliment sont les caractéristiques que le consommateur peut percevoir directement grâce à ses sens. Elles sont classées selon trois modalités :

- Qualitative : qui est la caractéristique de ce qui est perçu (goût salé, etc.),
- Quantitative : qui représente l'intensité de la sensation (peu intense à intense),
- Hédonique : qui caractérise le plaisir ressenti par le consommateur (Craplet, 1966).

Pour la viande de ruminant, les principales caractéristiques sensorielles sont la couleur, la tendreté, la jutosité et la flaveur (Touraille, 1994).

I.3.1.1 Tendreté

Parmi les qualités organoleptiques de la viande, couleur, flaveur, tendreté, jutosité, la tendreté joue un rôle important dans l'acceptabilité de la viande par le consommateur (Rosset, 1982).

Elle représente la facilité avec laquelle la viande est coupée et broyée au cours de la mastication (Virling, 2003). Elle représente souvent un critère de qualité, mais elle peut varier beaucoup d'un morceau à l'autre et dépend essentiellement :

- ✓ Du collagène du tissu conjonctif,
- ✓ Des protéines myofibrillaires des fibres musculaires (Craplet, 1966).

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

L'origine des différences de tendreté observées se situe au niveau de la répartition des caractéristiques et de l'évolution du collagène et des myofibrilles et cela en fonction de deux types de facteurs qui influencent la tendreté :

- ✓ Facteurs intrinsèques liés à l'animal lui-même,
- ✓ Facteurs extrinsèques, liés à la technologie appliquée depuis l'abattage jusqu'à la cuisson, en passant par les conditions de conservation (Rosset, 1992).

➤ **Facteurs intrinsèques**

Les différents facteurs intrinsèques sont cités dans les points suivants :

- La tendreté est fonction **du pourcentage de tissu conjonctif et de la longueur des fibres musculaires** (Henry, 1992) ;
- **L'âge** : le vieillissement du tissu conjonctif favorise les liaisons intramoléculaires du collagène (Virling, 2003) ;
- **Le sexe** : l'influence du sexe diffère en fonction du muscle, les muscles du faux filet du bélier sont significativement moins tendres que ceux des brebis ;
- **La place du morceau** sur le muscle, la tendreté diminue à proximité du tendon ;
- La tendreté est en fonction de l'orientation de la trame conjonctive, donc de la **découpe du morceau** (Virling, 2003).

➤ **Facteurs extrinsèques**

- **Conditions de conservation**

L'utilisation du froid négatif pour limiter la multiplication microbienne inévitable doit se faire lorsque la rigidité cadavérique est établie, sinon la viande subit un « cryochoc » provoquant des contractions musculaires irréversibles, quelle que soit la maturation qui induit normalement un attendrissage musculaire, la viande restera dure (Virling, 2003).

- **Cuisson**

En règle générale, la cuisson a une action d'attendrissage sur le tissu conjonctif du fait de la transformation du collagène en gélatine ; par contre, la cuisson augmente la dureté des protéines myofibrillaires qui coagulent (Rosset, 1982).

I.3.1.2. Couleur

La couleur de la viande dépend essentiellement de la teneur en myoglobine qui est un pigment sacroplasmique assurant le transport de l'O₂. La myoglobine va subir une évolution au cours des différentes phases post-mortem, évolution qui dépend de l'état chimique de la myoglobine du muscle (tonalité) mais également de sa capacité de réflexion de la lumière (Girard, 1986).

La couleur est liée principalement aux facteurs suivants :

- La couleur est liée principalement aux facteurs suivants :
 - La qualité du pigment,
 - L'état physique des autres composants de la viande,
 - L'état de fraîcheur de la coupe, la nature de l'atmosphère, la température de l'entreposage, les interactions avec les composés lipidiques sont les éléments qui conditionnent l'état chimique du pigment et donc la couleur de la viande (Girard, 1986).

La couleur est la première caractéristique perçue par le consommateur. C'est souvent la seule dont il dispose pour choisir la viande au moment de l'achat. Car la couleur de la viande influence les décisions d'achat plus que tout autre facteur de qualité. De plus, les consommateurs utilisent à tort ou à raison la décoloration comme un indicateur de la nature et de la détérioration éventuelle de la qualité du produit (Smith *et al.*, 2000).

I.3.1.3. Flaveur

La flaveur correspond à une impression olfacto-gustative (goût et odorat) éprouvée lors de la mastication de la viande. Elle est liée à la teneur en gras intramusculaire (marbré et persillé) présent dans la viande. Ces perceptions s'appuient sur l'odeur à travers le nez et sur les sensations de salé, sucré, amer et acide sur la langue.

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

La viande crue a une flaveur peu prononcée (Micol *et al.*, 2010).

I.3.1.4. Jutosité

La jutosité ou succulence d'une viande correspond à l'aptitude de la viande à laisser exsuder son suc musculaire ou sensation de libération du jus sous l'effet de mastication. Elle dépend

de la teneur en eau (jutosité initiale) et du persillé ou marbré, c'est-à-dire de la présence du gras intramusculaire par son action stimulante de la sécrétion salivaire (jutosité finale). Une viande dépourvue de persillé est moins succulente (Henry, 1992).

La succulence dépend également de la température (60°C perte de 5% d'H₂O ; à 80°C perte de 15% d'H₂O) ; et du pH, à pH élevé la succulence est faible (Henry, 1992).

I.3.1.5. Odeur

L'odeur est une qualité organoleptique qui diffère selon l'espèce (bœuf, ovin, caprin, porc, poulet) mais ne devrait varier que légèrement au sein de chacune d'entre elles. La viande devrait avoir une odeur normale. Il faudrait éviter de consommer toute viande dégageant une odeur rance ou étrange (FAO, 2014).

I.3.2. Qualité Microbiologique

La viande est un substrat favorable au développement des micro-organismes pathogènes et qui peuvent produire des substances toxiques .il s'agit donc d'un produit fragile, qui en raison du danger présenté par les altérations et la présence éventuelle de microorganismes pathogènes doit être strictement surveillé (Guiraud, 1980).

❖ Flore originelle de la viande

Les bactéries sont des microorganismes unicellulaires invisibles à l'œil nu qui décomposent les déchets et les corps des organismes morts. Dans des conditions microbiologiques favorables, la détérioration démarre vite dans les produits frais et non acides, tels que le poisson et la viande. Certaines provoquent des infections et des toxi-infections alimentaires en plus de la détérioration des produits (salmonelle, coliformes, etc.). D'autres forment des spores (clostridies) qui les rendent résistantes aux techniques de conservation et leur développement recommence après un traitement insuffisamment chaud (Guiraud, 1980).

I.3.3. Qualités technologiques

Les caractéristiques technologiques représentent l'aptitude de la viande à la conservation et à la transformation (Monin, 1991).

a) Pouvoir de rétention d'eau

Le pouvoir de rétention d'eau ou capacité de rétention d'eau est la capacité qu'a la viande à retenir fermement sa propre eau ou de l'eau ajoutée, et ce lors de l'application d'une force quelconque (Hamm, 1986). Il est primordial de prendre en compte ce paramètre parce qu'il influence la rentabilité du secteur de la transformation et, plus important encore, les qualités organoleptiques de la viande.

b) pH

Bien qu'il s'agisse en fait d'un paramètre chimique, le pH est habituellement classé parmi les caractéristiques technologiques parce qu'il influence de façon très importante sur l'aptitude à la conservation et à la transformation des viandes (Hofmann, 1988).

La valeur du pH intramusculaire mesuré in vivo est proche de 7. Dans les heures qui suivent l'abattage, on observe, au sein du tissu musculaire, une chute du pH liée à l'accumulation de l'acide lactique produit par la dégradation du glycogène intramusculaire. Lorsque les réserves de glycogène ont été épuisées, on observe une stabilisation du pH. C'est le pH ultime ou pH final dont la valeur est proche de 5,5. La valeur finale atteinte influence très fortement l'aptitude à la conservation de la viande : ainsi par exemple, un pH élevé, supérieur à 6, favorise le développement des microorganismes altérants, responsables d'une altération du goût et de l'odeur de la viande, mais aussi des micro-organismes pathogènes (Monin, 1988).

I.3.4. Qualité nutritionnelle de la viande

La première fonction d'un aliment est de couvrir les besoins physiologiques d'un individu (Protéines, glucides, lipides, oligo-éléments, etc.) (Touraille, 1994).

La viande est un élément qui apporte de nombreux nutriments indispensables à une alimentation équilibrée. Cette caractéristique est prouvée scientifiquement pour la viande et s'appuie sur les données relatives à sa composition. C'est une source de protéines d'excellentes qualités car ces protéines contiennent 40% d'acides aminés essentiels. Cet aliment apporte également des minéraux tels que le fer, en particulier, dans les viandes rouges et le zinc et aussi des vitamines du groupe B. La viande peut être une source d'acides gras polyinsaturés à chaîne longue (C18 :2 et C18 :3) (Chougui, 2015).

I.4 Dangers de la viande

Un danger désigne un agent biologique, chimique ou physique présent dans les denrées alimentaires ou un état d'un aliment ayant potentiellement un effet nocif sur la santé (Règlement (CE) no 178/2002 du Parlement européen et du Conseil du 28 janvier 2002). Les denrées alimentaires d'origine animale peuvent présenter des dangers chimiques physiques et (micro)biologiques qui constituent un risque pour la sécurité et la santé du consommateur. Ces dangers peuvent trouver leur origine à l'exploitation agricole, à l'abattoir, à l'atelier de découpe, au commerce de gros, à la boucherie, chez le consommateur et durant les divers transports. Les additifs, les ingrédients auxiliaires autorisés et les autres denrées alimentaires peuvent également présenter des dangers, comme par exemple les allergènes (AFSCA, 2015).

Pour cerner les dangers, il va falloir comprendre et connaître les types de danger pour différentes entreprise alimentaire :

- Les dangers microbiologiques,
- Les dangers chimiques,
- Les dangers physiques.

I.4.1 Dangers microbiologiques

La richesse de la viande en nutriments (protéines, graisses, vitamines et minéraux), associée à sa grande disponibilité en eau (valeur a_w élevée) fait de cette denrée un milieu favorable pour le développement de nombreux micro-organismes (figure 1) (AFSCA, 2015).

Les dangers (micro)biologiques se présentent à tous les maillons de la chaîne alimentaire (AFSCA, 2015) :

- ❖ A la ferme, le bétail peut être infecté par :
 - Des parasites (p.ex. ver solitaire chez les bovins et les porcs, trichinose chez les porcs, les sangliers et les chevaux),
 - Des micro-organismes pathogènes,
 - Les prions responsables de la maladie des vaches folles ou ESB,
 - *Toxoplasma gondii* qui cause la toxoplasmose.
- ❖ Durant le processus d'abattage les micro-organismes provenant des intestins et de la peau peuvent se retrouver sur la viande,

- ❖ Dans l'atelier de découpe, durant le transport et dans la boucherie les microorganismes peuvent se retrouver sur la viande par l'atmosphère, l'eau, l'homme, le matériel, les équipements,

EXEMPLES DE DANGERS BIOLOGIQUES	
<p>Bactéries sporulantes</p> <p><i>Clostridium botulinum</i> <i>Clostridium perfringens</i> <i>Bacillus cereus</i></p>	<p>Virus</p> <p>Virus de l'hépatite A et E Groupe des virus Norwalk Rotavirus</p>
<p>Bactéries asporulantes</p> <p><i>Brucella abortus</i> <i>Brucella suis</i> <i>Campylobacter spp.</i> <i>Escherichia coli</i> enteropathogène (E.coli 0157, H7, EHEC, EIEC, ETEC,EPEC) <i>Listeria monocytogenes</i> <i>Salmonella spp.</i> (<i>S.typhimurium</i>, <i>S. enteridis</i>) <i>Shigella (S. dysenteriae)</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Streptococcus pyogenes</i> <i>Vibrio cholerae</i> <i>Vibrio parahaemolyticus</i> <i>Vibrio vulnificus</i> <i>Yersinia enterocolitica</i></p>	<p>Protozoaires et parasites</p> <p><i>Cryptosporidium parvum</i> <i>Diphyllobotrium latum</i> <i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giardia lamblia</i> <i>Ascaris lumbricoides</i> <i>Taenia solium</i> <i>Taenia saginata</i> <i>Trichinella spiralis</i></p>

Figure 2 : Exemples de dangers biologiques (FAO, 2001).

I.4.2 Dangers chimiques

Un danger chimique représente toute molécule, naturelle ou de synthèse, potentiellement présente dans les denrées alimentaires, notamment les viandes et produits carnés et pouvant avoir des effets adverses sur la santé de l'homme (Arnaud. B, Brice. M., 2007).

La production et la préparation des aliments entraînent souvent la présence de doses infimes de substance chimique (AFSCA, 2015).

Les contaminants chimiques peuvent exister naturellement dans les aliments ou y être ajoutés pendant leur traitement. À dose élevée, des produits chimiques nocifs ont été associés à des intoxications alimentaires aiguës et, à faible dose et répétitive, peuvent être responsables de maladies chroniques (FAO, 2001).

- Risques allergiques

Un allergène est une substance capable de provoquer une réaction allergique chez une personne sensibilisée. La réaction allergique peut être plus ou moins grave en fonction des individus. Dans certains cas, elle peut se révéler mortelle (ANSES, 2002).

Depuis 2009, la liste des allergènes présents dans les produits alimentaires doit obligatoirement figurer sur l'étiquetage. Cette obligation d'information incombe donc aux restaurateurs, boulangers et charcutiers (FAO, 2014).

Les dangers chimiques concernent les 5M (figure 2) et peuvent être présents en abattoir et en découpe dans les viandes et produits carnés (tableau 2).

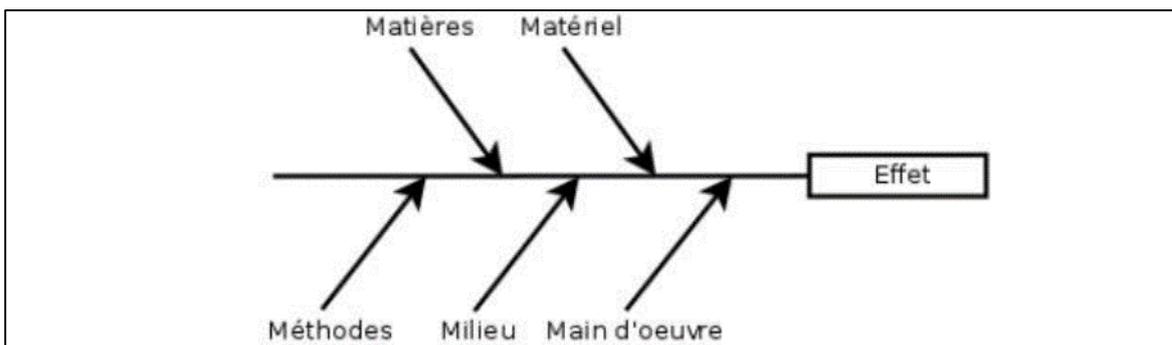


Figure 2 : Origines des contaminations : Diagramme Ishikawa (Focus Performance, 2020)

Tableau 2 : Dangers chimiques pouvant être présents en abattoir et en découpe dans les viandes et produits carnés (IFIP, 2007)

Source (5M)	Dangers chimiques
Main d'oeuvre	-
Matériel	Emballages alimentaires (phénomènes de migration)
Mode opératoire	<ul style="list-style-type: none"> _ Produits de nettoyage – désinfection _ Encre _ Anti-mousse _ Produits d'entretien (graisses, huiles, dégruppants) _ Sels, anticoagulants
Matière	<ul style="list-style-type: none"> _ Mycotoxines _ Métaux lourds _ Résidus de substances médicamenteuses _ Résidus de pesticides et de produits phytosanitaires _ Dioxines _ Radio contaminants
Milieu	<ul style="list-style-type: none"> _ Eau _ Appâts chimiques

I.4.3 Dangers physiques

Un danger physique constitue tout élément macroscopique inerte susceptible d'avoir des effets néfastes sur la santé de l'homme et potentiellement présent dans les viandes en abattoir (Fosse, 2003).

Les corps étrangers ingérés accidentellement (clous, bouts de métal...) peuvent migrer à partir de l'appareil digestif vers les organes adjacents ou rester présents au niveau de la bouche (langue). Les aiguilles servant à la réalisation d'injection peuvent se retrouver en profondeur du muscle. Parmi les corps étrangers identifiés, certains peuvent être des dangers (sécurité), mais tous rendent le produit inacceptable (salubrité) et doivent donc être accompagnés de mesures de maîtrise (Fosse, 2003).

Les dangers physiques et corps étrangers concernant les 5M pouvant être présents en abattoir et en découpe dans les viandes et produits carnés sont cités dans le tableau 3.

Tableau 3 : Dangers physiques et corps étrangers pouvant être présents en abattoir et en découpe dans les viandes et produits carnés (IFIP, 2007)

Source (5M)	Dangers physiques et corps étrangers
Main d'œuvre	<ul style="list-style-type: none"> • Bijoux • Papiers bonbons, médicaments, chewing-gum, lentille de contact • Consommables (tabliers, gants, manchettes jetables...)
Matériel	<ul style="list-style-type: none"> • Limaille due à érosion machines, rouille • Bois • Morceaux de plastique, de métal, d'étiquette, de ficelle... • Sonde cassée de pH-mètre
Mode opératoire	<ul style="list-style-type: none"> • Maintenance : boulons, pièce de soudure, etc • Carton
Matière	<ul style="list-style-type: none"> • Matières stercoraires, cailloux (spécifique intestin et estomac) • Esquilles osseuses • Aiguilles servant aux traitements injectables vétérinaires • Morceaux de métal
Milieu	<ul style="list-style-type: none"> • Verres et matériaux assimilés (bris) • Concrétions sur rail (huiles, graisses séchées ou rouille ...) • Nuisibles • Insectes

CHAPITRE II : Contamination microbienne de la viande

II.1. Contamination de la viande

La microflore initiale de la viande regroupe les microorganismes provenant de l'animal vivant jusqu'à l'obtention de la carcasse, mais avant le lavage de celle-ci (Fernandes, 2009). La succession des opérations d'abattage offre 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 microorganismes en surface des carcasses (Dennai *et al*, 2001).

II.2. Types de contamination de la viande

De nombreuses études microbiologiques réalisées sur la viande ont permis de confirmer la présence de différents microorganismes sur la viande, soit qu'il s'agit de la viande fraîche, de la viande hachée ou des préparations à base de viande (Dennai *et al*, 2001).

II.2.1. Contamination profonde

La viande peut être contaminée en profondeur *in vivo*. Cette contamination n'est pas très fréquente car les animaux malades sont systématiquement éliminés. Néanmoins, il reste les animaux apparemment sains. Des contaminations au cours de l'abattage et de la préparation des carcasses par l'environnement, la peau (le cuir), les instruments, les manipulateurs et les matières fécales aussi peuvent avoir lieu. Parmi les causes, les matières fécales sont les plus redoutées (Kamoun, 1993).

II.2.2. Contamination superficielle

La contamination superficielle des carcasses est beaucoup plus importante que la contamination en profondeur. Elle se situe aux environs de 10^3 à 10^4 microorganismes /cm². Ces derniers proviennent essentiellement de l'animal lui-même (poils, excréments), de l'environnement d'abattage (sol, manipulateurs) des ateliers de découpe et des chambres de stockage (Kamoun, 1993).

II.3. Origine de la contamination superficielle des carcasses

Les sources de contamination microbienne de la viande sont diverses et d'importance inégale. Selon l'origine de la contamination, les microorganismes peuvent être endogènes ou exogènes (Corry, 2007).

Pour la contamination superficielle, les microorganismes sont apportés soit au cours de l'abattage (contamination agonique) ou au cours de la préparation des carcasses (contamination post mortem). Ainsi, il a été estimé que 80 à 90% de la microflore des viandes parvenant aux consommateurs résulte de contaminations survenant à l'abattoir (Rosset, et Lebert, 1982 ; Jouve, 1990).

II.3.1. Origine endogène

Dans ce cas de contamination les microorganismes proviennent de l'animal lui-même. Les appareils, digestif et respiratoire ainsi que le cuir des animaux sont un réservoir à microorganismes. Ces éléments constituent les principales sources de contamination endogène des carcasses (Cartier, 2004).

II.3.2. Origine exogène

II.3.2.1. Personnel

Lors de l'abattage, le personnel est susceptible de contaminer les carcasses et les surfaces avec lesquels ils sont en contact, par ses mains sales, ses vêtements mal entretenus, son matériel de travail, l'eau et par le sol. Sur la chaîne d'abattage, le risque de contamination est élevé, où le personnel souffrant d'infections de l'appareil respiratoire, peut être mené à être en contact avec la carcasse. La peau et les appareils respiratoire et digestif de l'homme sont des réservoirs de microorganismes variés. Les régions de la bouche, du nez et de la gorge contiennent des staphylocoques (Sionneau, 1993).

II.3.2.2. Infrastructures et équipements

Parmi les sources de contamination, nous pouvons citer les surfaces des locaux (sols, murs, plafonds), les équipements (treuil de soulèvement, crochets, arrache cuir...) ainsi que le matériel (couteaux, bacs, seaux ...). En effet, les sols et les murs comprenant des crevasses

et des fissures, difficiles à nettoyer, les outils et les surfaces de travail mal nettoyés constituent une source de contamination certaine (Cartier, 2007).

II.3.2.3. Environnement

II.3.2.3.1. Eau

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

II.3.2.3.2. Sol

Le sol est une importante source des micro-organismes. On y trouve, les algues microscopiques, les bactéries et les champignons. Parmi les groupes bactériens les plus représentés figurent les *Actinomycètes*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Azotobacter*, *Clostridium*, *Bacillus* et *Micrococcus*. Parmi les moisissures figurent *Penicillium*, *Aspergillus*, (Leyral et Vierling, 2007).

II.3.2.3.3. Air

L'atmosphère des abattoirs est polluée par les déplacements des animaux et du personnel. La manutention du cuir lors de la dépouille et les viscères maintenus dans le hall d'abattage, peuvent aussi constituer une source de contamination (Fournaud, 1982).

II.4. Conditions de multiplication des microorganismes

L'évolution des microorganismes dépend d'un certain nombre de paramètres dont les plus importants en technologie de la viande sont : l'activité de l'eau (A_w), le potentiel d'hydrogène (pH), la température, potentiel d'oxydoréduction (rH), pression osmotique, et le facteur nutritionnels (Fournaud et al, 1978) (Lawrie et Ledward, 2006).

II.4.1. Activité de l'eau (Aw)

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

Si la profondeur de la viande conserve une aw élevée, il n'en est pas de même à la surface. Les microorganismes peuvent se trouver dans l'eau, soit sous forme libre dans les couches superficielles de la carcasse, soit dans l'atmosphère environnante. Une faible humidité relative provoque une forte évaporation qui ne sera plus compensée par le passage de l'eau des tissus profonds.

L'activité de l'eau diminue et rend le milieu défavorable à la croissance des bactéries comme *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*. Inversement, une forte humidité relative limite l'évaporation de l'eau et facilite le développement des bactéries psychotrophes. L'activité de l'eau des produits à base de viande peut être réduite par le séchage, l'adjonction de sucre ou de sel, l'ajout de matières grasses ou par congélation (Feiner, 2006).

II.4.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Après abattage, le pH du muscle passe d'un niveau proche de 7,0 dans le muscle vivant, à environ 5,5-5,7 (chez le bovin) dans le muscle de référence, le faux-filet (Cartier, 2007). Cette valeur ne varie plus lorsque la viande est normalement conservée. Les microorganismes sont extrêmement sensibles aux variations de pH. D'une façon générale, on observe que leur vitesse de développement se trouve réduite par tout abaissement de ce paramètre. Les bactéries sont les premières touchées puis viennent les levures et les moisissures. Toute viande de pH supérieur à 6,0 est plus sujette aux actions microbiennes notamment à la putréfaction, que la viande normale (James et James, 2000).

II.4.3. Température

La température est le facteur le plus important, régissant la croissance microbienne. De façon générale, plus la température est élevée, plus le taux de croissance des microorganismes est grand. Beaucoup de microorganismes de la viande se développent dans une certaine mesure à toutes les températures, allant de -15°C à 65°C et même à 90°C (Rozier *et al*, 1985).

II.4.4. Potentiel d'oxydoréduction (rH)

Après la mort, le muscle ayant des réserves en oxygène, présente un potentiel d'oxydoréduction (rH) profond, élevé et positif (+250 mv) ; ce qui est favorable à la multiplication des microorganismes aérobies (James et James, 2000). Ensuite, les réserves en oxygène n'étant plus renouvelées par le sang, le rH profond diminue très rapidement, devient négatif et en 8 à 10 h atteint la valeur de -150mv (James et James, 2000). Les conditions réductrices ainsi créées dans la profondeur de la viande sont propices au développement des microorganismes anaérobies de la putréfaction. Dans le cas de viande «normales», le pH acide (5,7) s'oppose à leur multiplication, mais il n'en est pas de même pour les viandes DFD (viandes sombres, collantes et sèches) où le pH reste élevé (6,3- 6,7).

II.4.5. Facteurs nutritionnels

La viande est un aliment riche en nutriments nécessaires à la multiplication des microorganismes. Les glucides simples, les acides aminés, entrent dans la composition de cet aliment et sont largement utilisés par une grande variété de microorganismes comme source de carbone et d'énergie (Lyreal et Vierling, 2007).

II.5. Conséquences de la contamination

Si l'hygiène est insuffisamment ou n'est pas du tout appliquée, il y a un risque de contamination de la viande. En effet, les microbes et d'autres agents non microbiens présents dans les denrées alimentaires peuvent être à l'origine de maladies telles que les toxi-infections et intoxications alimentaires et les maladies infectieuses d'origine alimentaire.

Toutes ces manifestations sont regroupées sous le terme générique officiel de toxi-infection alimentaire collective (TIAC) (Mfouapon, 2006).

La contamination microbienne de la viande, ne se manifeste pas obligatoirement par une altération. Puisque la majorité des bactéries rencontrées sur cet aliment, sont incapables de croître à des températures de réfrigération. Ces bactéries sont principalement utilisées comme indicateurs du respect des bonnes pratiques d'hygiène dans la filière viande, comme la Flore Aérobie Mésophile, *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae* et *E. coli* (Ghafir et Daube, 2007). Toutefois, la multiplication des microorganismes de la contamination initiale peut donner naissance à des quantités de microorganismes viables à l'origine d'altération

conduisant à la putréfaction (microorganismes d'altération) ou aux intoxications alimentaires (microorganismes pathogènes).

II.5.1. Altérations de la viande

La dégradation de la viande par les bactéries en s'attaquant aux composés protéiques et lipidiques due à leur activités protéolytiques et lipolytiques, contribue à l'altération des qualités organoleptiques des viandes. Fait apparaître des substances de faible poids moléculaire, responsables de l'aspect et de l'odeur des viandes altérées. L'altération des viandes est un phénomène progressif (Cartier, 1997).

Les principaux micro-organismes responsables de la putréfaction superficielle des viandes sont des bactéries aérobies. Ces bactéries sont toujours présentes sur les viandes dès le stade de l'abattage. La croissance et l'activité de ces bactéries sur la viande crue est favorisée par l'action de ses propres enzymes. Les microorganismes se développent en fonction des caractères physiques (surface d'exposition à l'air, découpage) et chimique (pH, teneur en eau et des conditions extérieures aération et température) (Guiraud, 2003 ; Corry, 2007 ; Ghafir et Daube, 2007 ; Benaïssa *et al.*, 2014).

Dans les conditions d'entreposage à basse température, les microorganismes psychrophiles (*Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium* et *Enterobacteriaceae*), sont détectés, ainsi qu'une prolifération lente de moisissures à la surface de la viande (*Aspergillus*, *Cladosporium*, *Thamnidium*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Mucor*) participant aux réactions d'hydrolyse et d'oxydation des lipides. Des levures (*Candida*, *Monilia*, *Torula*) ont été signalées. Ces microorganismes psychrophiles qui vont être les agents privilégiés de la détérioration des viandes, entraînant surtout leur altérations superficielles (Bourgeois *et al.*, 1996 ; Guiraud, 1998 ; Fernandes, 2009).

Aux températures plus élevées, ce sont les putréfactions profondes qui sont favorisées car à ces températures la multiplication des microorganismes mésophiles, essentiellement les *Clostridium* anaérobies est favorisée. Ces microorganismes se développent très rapidement dans la profondeur des masses musculaires conduisant au phénomène de putréfaction profonde. Cette altération précède dans le temps des altérations de surface (Larpen, 1997).

II.5.2. Toxi-infection alimentaire

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que près de 30% des habitants des pays industrialisés souffrent chaque année d'une toxi-infection alimentaire (Bailly *et al.*,

2012). Tous les cas sont susceptibles d'être provoqués par les viandes. Sur 1032 foyers déclarés en 2010 en France, 22% ont été associés à la consommation des produits carnés en général (viande de boucherie, volailles, viandes de charcuterie) (Bailly *et al.*, 2012). Aux USA, le nombre de cas de toxiinfections d'origine alimentaire annuel est estimé à 38,6 millions (Ghafir et Daube, 2007). Parmi ces cas, 71,7% des mortalités survenues seraient dus à des bactéries. (Bourgeois *et al.*, 1996). En Afrique subsaharienne, les toxi-infections alimentaires ne sont pas rares, mais leurs estimations sont largement sous-évaluées par les autorités sanitaires et leurs origines sont rarement élucidées du fait de la faiblesse des moyens de diagnostic notamment bactériologiques. Le Ministère de la Santé a enregistré plus de 10000 cas d'intoxication alimentaire en 2017 au niveau national, 40% des cas surviennent durant les fêtes et 60% au niveau des restaurants collectifs, particulièrement les écoles et les universités. Les chiffres rendus publics «ne reflètent pas la réalité» pour la seule raison qu'il s'agit de cas déclarés par les différents services sanitaires (Le Jour D'Algérie, 2018). En Algérie, 07 Wilayas de l'Est d'Algérie ont été touchées par le botulisme durant la période allant de Juillet à Septembre 1998, il a été déclaré 244 cas avec 38 décès, soit un taux de létalité de 15.57% (Khernane *et al.*, 2013). La restauration collective est la plus incriminée avec 60% (Madhkour *et al.*, 2013). Les intoxications alimentaires ont tendance à se généraliser pendant la période estivale et de grandes chaleurs, par l'eau, la nourriture des fast-foods et les repas de fêtes (Le Jour D'Algérie, 2018).

Les microorganismes pathogènes isolés dans les viandes sont : *Bacillus cerus* (taux relativement faible sur les carcasses) ; *Campylobacter* spp. (Rencontré plus fréquemment dans la volaille et le porc), *Escherichia coli* et principalement *E. coli* O157:H7 (retrouvé dans la viande bovine), *Listeria monocytogenes* (taux plus élevé souvent dans les viandes hachées), *Clostridium botulinium*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella* spp., *Yersina enterocolitica* (rencontré à un taux plus élevé dans la viande du porc), *Aeromonas* spp. se développe uniquement sur les viandes qui ont été emballées sous vide ou sous atmosphère modifié (Fernandes, 2009). *Bacillus anthracis*, *Mycobacterium tuberculosis* et *Brucella abortus* sont des microorganismes pouvant provenir de l'animal infecté et dont leur ingestion à travers la consommation de viande infectée et parfois pas cuite à coeur entraîne respectivement chez le consommateur la tuberculose, la brucellose et le charbon bactérien (Warris, 2000 ; Lawrie et Ledware, 2006). Ces maladies ont tendance à être localisées dans certaines régions du monde. De tous ces microorganismes, les plus incriminés dans les toxi-infections alimentaires en Europe et aux USA sont *Salmonella* sp. et *Campylobacter* (EFSA, 2006 ; Ghafir et Daube, 2007).

II.6. Principaux microorganismes pathogènes de la viande

II.6.1. *Clostridium botulinum*

Les souches de *C. botulinum* sont très hétérogènes d'après leurs caractères culturels, biochimiques et génétiques, 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. *C. botulinum* 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. 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 (ANSES, 2006a). Le réservoir de *C. botulinum*, comme des autres *Clostridium* est l'environnement : sol, poussière, sédiments marins 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 l'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. 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) (ANSES, 2006a). Cette maladie ubiquitaire se présente sous forme de cas isolés ou groupés (épidémie). L'Algérie a connu une épidémie en 1998 à Sétif (340 cas hospitalisés, 37 décès suite à la consommation du cachir) (Bensouici, 2018).

II.6.2. *Clostridium perfringens*

Clostridium perfringens appartient au groupe II du genre *Clostridium* et à la famille des *Bacillaceae*. Cette espèce est thermophile, sa température optimale de croissance est comprise entre 40 et 45°C, mais elle est toutefois capable de se développer à des températures comprises entre 15°C et 50°C. L'Aw doit être supérieur à 0,93 et le pH compris entre 5,5 et 8. Les spores thermosensibles de *C. perfringens* résistent 5 minutes à 100°C et produisent l'entérotoxine qui est responsable des toxi-infections alimentaires (Cavalli *et al.*, 2003 ; Fosse *et al.*, 2004). La dose minimale infectante est 10⁵ufc/g (ANSES, 2006b). Ce germe ubiquiste est un hôte normal du tube digestif des animaux et de l'homme. La viande

peut être contaminée au moment de l'éviscération si du contenu de l'intestin entre en contact avec la carcasse (Cavalli, 2003). L'homme se contamine en ingérant des aliments, notamment des produits carnés, contenant des bactéries. Les denrées incriminées sont les préparations à base de viande et en général cuites, conservées à l'abri de l'air (masses importantes, immersion dans un liquide, emballage étanche), refroidies lentement puis réchauffées lentement, ce qui favorise la multiplication des bactéries et la production de toxines (ANSES, 2006b). Les symptômes apparaissent entre 6 et 24 h, généralement 10 à 12 h, après l'ingestion du repas contaminé. Ils se traduisent surtout par la diarrhée et de violents maux de ventre, parfois de nausées. Le plus souvent, cette affection guérit spontanément en 2-3 jours. Toutefois, des mortalités ont été observées chez des personnes âgées et des jeunes enfants (Salifou *et al.*, 2013).

II.6.3. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est un germe de la famille des *Micrococcaceae*. Cette espèce fait partie des bactéries aéro-anaérobies facultatives, mais préférant le métabolisme aérobie. C'est un germe mésophile, capable de se multiplier entre 4°C et 46°C, de manière optimale à 37 °C, pour un pH allant de 5 à 9, avec un optimum de 7,2 à 7,6 et une Aw de 0,86 en aérobiose et 0,90 en anaérobiose. Au total, 70-80% des souches produisent des exotoxines (Cavalli, 2003), dont les entérotoxines *staphylococciques* A, B, C1, C2, C3, D, E et H, la toxine du choc toxique *staphylococcique* et les toxines exfoliatives A et B.

La toxinogénèse a lieu pendant la phase exponentielle de croissance, pour une température comprise entre 10°C et 45°C, un pH compris entre 5 et 8, (Fosse *et al.*, 2004). *Staphylococcus aureus* est un germe commensal de la flore cutanée des animaux et un agent possible de mammite chez les femelles en lactation (Cavalli, 2003). 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 ongles. La contamination des viandes est donc possible au moment du dépeçage, de l'ablation de la mamelle et surtout chaque fois qu'il y a un contact direct entre l'homme et la carcasse. Les troubles (nausées, vomissements, diarrhées) peuvent apparaître chez les consommateurs après ingestion d'un aliment contenant les toxines. La dose minimale à ingérer pour provoquer les premiers symptômes reste mal définie. 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. Il va falloir éviter la contamination ou s'opposer à la multiplication du germe et à la sécrétion de la toxine en ne traversant pas la zone dangereuse (20°C-50°C) ou en n'y résidant que fort peu de temps (Salifou *et al.*, 2013).

II.6.4. *Escherichia coli*

Les microorganismes *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. 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 bœuf (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). Toute souche de *E. coli* possédant un gène stx est appelée *E. coli* producteur de *Shiga* toxine 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 bœuf 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 décimale est compris entre 0,5 à 3 mn à 60°C, mais une augmentation de la thermorésistance est possible si la viande est fortement riche en matière grasse (ANSES, 2011).

II.6.5. *Yersinia enterocolitica*

Le genre *Yersinia* comprend 11 espèces appartenant aux *Enterobacteriaceae*. Il comprend 4 espèces pathogènes bien caractérisées : *Yersinia pestis* responsable des pestes bubonique et pulmonaire, *Y. pseudotuberculosis* pathogène des rongeurs et occasionnellement de l'homme, *Y. enterocolitica*, un pathogène intestinal, *Y. pseudotuberculosis* et *Y. enterocolitica* sont les 2 agents pathogènes d'origine alimentaire. Elles atteignent le tractus gastro-intestinal de l'homme et provoquent des entérites, entéocolites, lymphadénites. *Y.*

enterocolitica est également présente dans l'intestin d'animaux sains tels que des porcs, des bovins, des chiens et des chats (Krauss *et al.*, 2003 ; Robin-Browne et Hartland, 2003).

Les sérotypes impliqués dans les pathologies humaines sont : sérotype O : 3 (en Europe), sérotypes O : 8, O : 5 et O : 27 (USA, Canada ou Japon). *Y. enterocolitica* est psychrotrophe, c'est-à-dire capable de se multiplier à des températures inférieures à 4 °C. Sa température optimale de multiplication est cependant de 28-30 °C (Krauss *et al.*, 2003 ; Robin Browne et Hartland, 2003). *Y. enterocolitica* est présente chez plusieurs espèces d'animaux, dans les aliments et dans les eaux.

Les symptômes cliniques se manifestent classiquement chez l'adulte par une entéocolite avec la triade : Fièvre, crampes abdominales, diarrhée liquide aigüe. La dose minimale infectante est de l'ordre de 10⁶ microorganismes (ANSES, 2006c). Les températures de pasteurisation détruisent les bactéries de *Yersina entéropathogènes*.

Ainsi, les principaux couples temps/températures dans les lignes directrices de production pour la cuisson des viandes sont de :

-15 secondes à 71°C à cœur du produit pour la cuisson, viandes hachées de bœuf, veau, agneau et porc,

-15 secondes à 74°C à cœur du produit pour les viandes hachées de volailles,

-15 secondes à 63 °C à cœur du produit pour les viandes coupées de bœuf, veau, agneau et jambon,

-<5 °C pendant 7 jours ; <7.2 °C à cœur du produit pendant 4 jours lors du stockage des aliments (ANSES, 2006c).

II.6.6. *Campylobacter*

Le genre *Campylobacter* est constitué de fins bacilles, à un métabolisme de type respiratoire et est micro-aérophile. Certaines souches peuvent occasionnellement se multiplier dans des conditions d'aérobiose ou d'anaérobiose. Ils sont incapables d'oxyder ou de fermenter les sucres (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 (Hu et Kopecko, 2003).

Le réservoir est le tractus intestinal des animaux domestiques et sauvages, particulièrement les oiseaux (Butzler, 2004). 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. 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 (Jorgensen *et al.*, 2002).

Les figures sous-jacentes représentent l'observation microscopique de certains micro-organismes suscités.



Figure 3 : *Clostridium botulinum* (Kunkel, 2008).



Figure 4 : *Clostridium perfringens* (Burne, 2012).

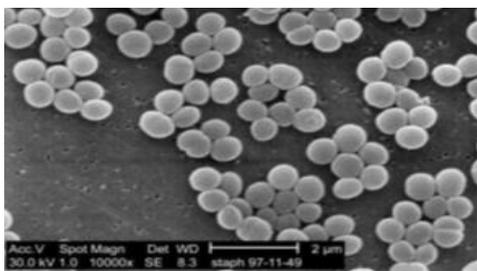


Figure 5 : *Staphylococcus aureus* (Matthew et Carr, 2012).

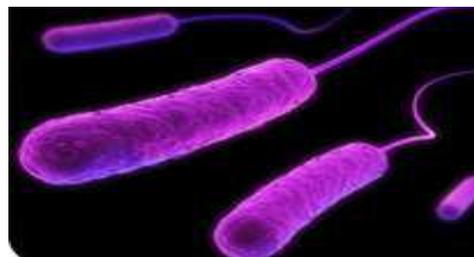


Figure 6 : *E. coli* (Canadien en Santé, 2012).

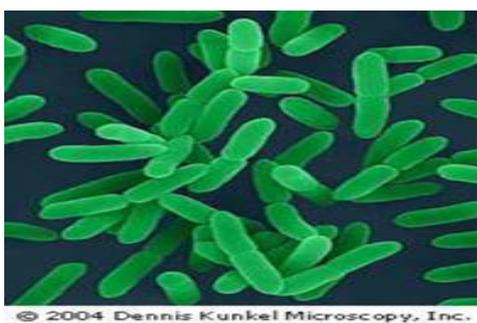


Figure 7 : *Yersinia Enterocolitica* (Kunkel, 2014).



Figure 8 : *Campylobacter* (Chuck, 2013).

Conclusion

Notre étude bibliographique a porté en premier lieu sur l'importance de la viande rouge de par sa composition, ses différentes qualités et les dangers qu'elle peut comporter. En deuxième lieu, cette étude a traité la contamination microbienne de la viande rouge, en exposant les différents types et origines de contamination, les conditions de multiplication des microorganismes ainsi que les conséquences de la contamination microbienne de la viande, non seulement sur cette denrée alimentaire elle-même mais aussi sur la santé du consommateur.

Ce travail nous a mené à conclure que la viande demeure un élément essentiel pour notre organisme. En effet, sa richesse en eau, en protéines de haute valeur biologique fait d'elle un aliment indispensable pour une alimentation équilibrée. Cependant, ces mêmes raisons font d'elle un terrain favorable à la prolifération microbienne. De ce fait, elle nécessite une surveillance tant sur le plan microbiologique que physico-chimique avant sa consommation.

Par ailleurs, les denrées alimentaires d'origine animale peuvent présenter également des dangers chimique et physique, en plus du danger microbiologique, constituant ainsi un risque pour la sécurité et la santé du consommateur.

La transformation du muscle en viande (animaux vivants en viande), entraîne inévitablement une contamination microbienne de surface des carcasses (par défaut de pratique à l'abattoir ou par présence de maladies non détectées). La multiplication des microorganismes de la contamination initiale peut donner naissance à des quantités de microorganismes viables à l'origine d'altération conduisant à la putréfaction (microorganismes d'altération) ou aux intoxications alimentaires (microorganismes pathogènes). Cependant, les microorganismes transférés aux carcasses pendant l'abattage sont généralement des agents pathogènes capables de provoquer des toxi-infections alimentaires chez les consommateurs dont la gravité dépend de leur type, de la dose et de leur adaptation aux conditions de conservation.

Références bibliographiques

ASPC. (2012). Agence de la santé publique du Canada. *Campylobacter coli* ; fiche technique santé-sécurité : agents pathogènes. <http://www.phacaspc.gc.ca/lab-bio/res/psdsftss/campylobacter-coli-fra> (consulté le 07-10-2021).

AFSCA. (2015). Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire. Guide d'autocontrôle en boucherie-charcuterie G-003 version 2 dd, 189 p.

ANSES. (2006a). Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail. Fiche de description de dangers transmissibles par les aliments : *Clostridium botulinum*, 4p.

ANSES. (2006b). Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail. Fiche de description des dangers transmissibles par les aliments : *Clostridium perfringens*. Agent de toxi-infection alimentaire, 4p.

ANSES. (2006c). Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail. Fiche de description de dangers transmissibles par les aliments : *Yersinia enterocolitica*, *Yersinia pseudotuberculosis*. Agent de la yersiniose, pseudotuberculose. 4p.

ANSES. (2011). Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments. *E. coli enterohémorragiques (EHEC)*. ANSES, 4p.

Andjongo. (2006). Etude de la contamination des surfaces dans les Industries de transformation des produits de la Pêche au Sénégal : cas de la pirogue bleue. Mémoire de Magister en médecine vétérinaire. p 29-30.

Bailly, JD., Brugere, H., Chadron, H. (2012). Microorganismes et Parasites des Viandes : les Connaître pour les Maîtriser de l'Eleveur au Consommateur. CIV, 150p.

Benaissa, A., Ould el hadj Khellil, A., Adamou, A., et Babelhadj, B. (2014). Microbiological characterization of camel and sheep meat preserved by refrigeration and lactic acid. Emir. J. Food Agric. 26 (5) : 465-471.

Bensouici, A., (2018). Botulisme. Polycopié 4^{ème} année. Hôpital militaire régional universitaire de Constantine. 3 p.

Bourgeois, CM., Mescle, JF., Zucca, J. (1996). La microflore de la viande (336-345). In Microbiologie Alimentaire : Aspect Microbiologique de la Sécurité et de la Qualité des Aliments. Lavoisier Tec et Doc : Paris ; 672 p.

Bozec, A., Minvielle, B. (2007). Dangers chimiques et physiques : Prise en compte dans le système HACCP et les bonnes pratiques d'Hygiène page 6.

- Butzler, JP. (2004).** Campylobacter, from obscurity to celebrity. Clin. Microbiol. Infect., 10: 868-876.
- Cartier, P. (1997).** Importance, origine et mode d'appréciation de la contamination *salmonellique* de la carcasse des Bovins. Examen de 222 vaches de réforme. Viandes et Prod. Carnés, 14, p 35-38.
- Cartier, P. (2004).** Points de Repères en Matière de Qualité Microbiologique Viandes Bovines. Collection Interbev ; 179p.
- 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'Élevage et Qualité, p 12, 58,
- Cartier, P. (2007).** Le point sur la qualité des carcasses et de la viande de gros bovins. Interbev. Institut de l'élevage, p 72.
- 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
- Chougui, N. (2015).** Technologie et qualité des viandes. Thèse de magister. Université
- Clinquart, A., Fabry, J., et Casteels, M. (1999).** Chapitre : La viande et les produits de viande dans notre alimentation. Edition du CNRS.p76.
- Codex Alimentarius. (2005).** Code d'usages en matière d'hygiène pour la viande1 CAC/RCP 58-2005, Définitions Codex Alimentarius. Manuel de procédure page 6 /55.
- Coibion, L. (2008).** Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine. Adaptation à la demande de consommateur. Thèse : Méd. Vét. Toulouse 03. 96p. 18.
- Corry, J.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, JH ., Bizon, C., et Carbonelle, B. (1985).** Study of *Listeria monocytogenes* in meat from 415 cattle.Sci.Aliment, 5: Series IV, p145-149.
- Craplet, C. (1966).** La viande de bovins. Tome I. Ed Vignot frère, Paris P 335-340.
- Daube, G. (2002).** Microorganismes et agents pathogènes émergents dans la filière viande.
- Dennaï, N., Kharrattib, B., et El Yachiouim, A. (2001).** Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Ann. Méd. Vet.*, 145: 270-274.
- Durand, D et al ., (2006).** Effet de la conservation de la viande bovine sur les processus de peroxydation lipidique et protéique. Congrès Journées « Sciences du muscle et technologies des viandes» No 11, Clermont-Ferrand, France, p77-78.
- Elramouz, R. (2008).** Etude des changements biochimiques post mortem dans le muscle des volailles. Contribution au détermination de l'amplitude de la diminution du pH. P3-4.

- European Food Safety Authority. (2005).** The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance 97 and foodborne outbreaks in the European Union in 2005. *EFSA J.*, 2006, 94, 1-236.
- FAO. (2014).** Food and agriculture Organization of the United Nations. Qualité de la viande. http://www.fao.org/ag/againfo/themes/fr/meat/quality_meat (consulté le 07-10-2021).
- FAO. (2001).** Food and agriculture Organization of the United Nations. Énumérer tous les dangers potentiels associés à chacune des étapes, conduire une analyse des dangers et définir les mesures pour maîtriser les dangers ainsi identifiés Étape 6/Principe 1. <http://www.fao.org/3/w8088f/w8088f28.htm> (consulté le 07-10-2021).
- Feiner, G. (2006).** Definitions of terms used in meat science and technology (46-71). In *Meat Products Handbook Practical Science and Technology*. Wood head publish inglimited and CRC Press LLC: Cambridge, England; 629p.
- 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, JM., Laroche., Fardin, N., Giraud, K., Magras, C.(2006) .** Viandes bovines : une analyse des dangers biologiques pour le consommateur appliquée à l'abattoir. *Ren, Rech, Rum*, 13 :411-414.
- Fosse, J., Margas, C. (2004).** Dangers Biologiques et Consommation des Viandes. Ed Lavoisier : Paris ; 220p.
- Fosse, J.A.S. (2003).** Les dangers pour l'homme liés à la consommation des viandes. Evaluation de l'utilisation des moyens de maitrise en abattoir. Thèse de l'Ecole nationale vétérinaire de Nantes. p24-46.
- Fournaud, J. (1982).** Type de microorganismes 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 à l'abattoir. *Ind. Aliment. Agric.*, 95, 4: 273- 282.
- Ghafir, Y., et Daube, G. (2007).** Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. *Ann. Méd. Vét.*, 151: 79-100.

- Girard, JP., Bucharles, C., Gerardot, L., et Denoyer, C. (1986).** Actualité scientifique et technique en industries agroalimentaire : les lipides animaux dans la filière viandes. Volume 1, Ed., Intra- THEIX, Paris.
- Guiraud, JP. (1998).** Microbiologie alimentaire, microbiologie des principaux produits laitiers. Edition DUNOD, Paris. 65.
- Guiraud, JP., et Rose, JP. (2003).** Pratiques des normes en microbiologie alimentaire. AFNOR. 300.
- Hamm, R. (1986).** Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. In P. J. Bechtel (Ed.), Muscle as food (pp. 135-199). Orlando (USA) Academic Press.
- Henry, M. (1992).** Les viandes de boucherie dans l'alimentation et la nutrition humaine. ESF. Paris. p738-750, p739-741, p747-748.
- Hofmann, K. (1988).** Quality criterion for meat .Fleischwirtsch. 6867-70.
- Hu, L., Kopecko, DJ. (2003).** *Campylobacter* Species (181-198). In International Handbook of Foodborne Pathogens. Marcel Dekker: New York; 688p.
- James, SJ., James, C. (2000).** Microbiology of refrigerated meat (3-19). In Meat Refrigeration. Wood head publishing limited and CRC press LLC: Cambridge England; 347p.
- Jorgensen, F et al .,(2002).** International Journal of Food Microbiology Volume 76, Issues 1–2 Prevalence and numbers of *Salmonella* and *Campylobacter spp.* On raw, whole chickens in relation to sampling methods. Int. J. Food Microbiol. 76: 151-164.
- Joseph, G. (1980).** Analyse microbiologique dans les industries alimentaires : collection génie alimentaire, les éditions de l'usine, 1980 : 66 page.
- Journal officiel de l'Union européenne. (2011).** Annexe II, substances ou produits provoquant des allergies ou intolérances, règlement (UE) No 1169/2011 du parlement European et du conseil du 25 octobre 2011.
- Jouve, JL. (1990).** Microbiologie alimentaire et filière des viandes. Viandes et Produits Carnés. 11(6), 207-213.
- Khernane, I., Madhkour, I., Boussouf, N., Nezzal, L., Zoughailech, D. (1998).** Epidémie de botulisme : état des lieux à l'Est Algérien.
- Krauss, H et al., (2003).** Zoonoses: Infectious Diseases Transmissible from Animals to Humans. ASM Press: Washington; 456 p.
- L'école nationale vétérinaire de NANTES. p24-46.
- Larpent, JP. (1997).** Microbiologie alimentaire : Technique de laboratoire. Ed. Technique et documentation-Lavoisier, Paris, 1073 p.

- Lawrie, RA., Ledward , DA.(2006).**The spoilage of meat by infecting organism (157-188). In Lawrie's Meat Science (7th edition). Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Cambridge CB1 6AH: England, Abington; 442p.
- Layeral, G., Vierling, E. (2007).** Physiologie du monde bactérien (37-66). In Microbiologie et Toxicologie des Aliments : Hygiène et Sécurité Alimentaire. Sciences des Aliments. Ed. Rueil-Malmaison Doin ; Bordeaux CRDP d'Aquitaine ; 290p.
- Le Jour D'Algérie. (2018).** Dimanche 12 août 2018 n°:4551.
- Madhkour, I., Lahiouel, H., Hamada, I., Nezzal, L., Zoughailech, D. (2009).** Epidémiologie des TIAC, Algérie 2005-2009.
- Mfouapon, N. (2006).** Etude de la contamination des surfaces dans la restauration collective, universitaires de Dakar devant la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie de Dakar pour obtenir le grade de docteur vétérinaire diplôme d'Etat.
- Micol, D., Jurie, C., Hocquette, JF. (2010).** Qualités sensorielles de la viande bovine. Impacts des facteurs d'élevage In : Bauchard D., Picard B., Muscle et viande de ruminant. Paris : QUAE, pp. 163-169.
- Monin. (1988).** Facteurs biologiques des qualités de la viande des bovines. INRA Productions Animales, 4(2), 151-160.
- Monin, G. (1991).** Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. INRA Prod. Anim., 4 (2), 151-160.
- Ould el hadj, MD., Bouzgag, B., Bourase, A., et Moussaoui, S. (1999).** Etude comparative de quelque caractéristique physico-chimique et biochimique de la viande du dromadaire chez les individus de type sahraoui à différent âge. Première journée sur la recherche cameline-Ouargla. P19.
- Pathou, M. (2009).** Mangeurs de viande. De la préhistoire à nos jours. Paris, Edition Perrin, 40 pages.
- Ray, B. (2001).** Indicators of bacterial pathogens (409-417). In Fundamental Food Microbiology, Ray B (ed). CRC Press: Boca Raton; 355p.
- Robin-Browne, RM., Hartland, EL. (2003).** *Yersinia* species (323-355). In International Handbook of Foodborne Pathogens. : Marcel Dekker: New York; 688p.
- Rosset, R. (1982).** Les méthodes de décontamination des viandes dans traitement divers dans l'hygiène et technologie e la viande fraîche. CNRS .Paris.p193-197.
- Rosset, R., Lebert, P. (1982).** Nature des porteurs de microorganismes. In : Hygiène et technologique de la viande fraîche, Edition du CNRS. p 105 -106.
- Rozier., Carlier., Bolnot, F. (1985).** Base Microbiologique de l'hygiène des aliments. Paris : S.E.P.A.I.C.-230p.

- Salifou, C.F.A., Boko, K.C., Ahounou, G.S., Tougan, P.U., Kassa, S.K., Houaga, I., Farougou, S., Mensah, G.A., Clinquart, A. et Youssao, A.K.I. (2013).** Diversité de la microflore initiale de la viande et sécurité sanitaire des consommateurs. / *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(3) : 1351-1369
- Sionneau, O. (1993).** La contamination microbienne superficielle des carcasses des bovins: Origine, prévention et décontamination. Thèse de doctorat Vétérinaire de Lyon. p 2-11.
- Smith, GC., Belk, KE., Sofos, JN., Tatum, JD., et Williams, SN. (2000).** Economic implications of improved color stability in beef. John Wiley and Sons, New York.
- Touraille, C. (1994).** Incidences des caractéristiques musculaires sur les qualités Organoleptiques des viandes. *Renc Rech. Ruminants* p 169-176.
- Vautier, A. (2005).** Valeurs nutritionnelles de la viande de porc : Facteurs de variation. Version 2. Paris. 40p.p 6, 12, 14.
- Virling, E. (2003).** Les viandes dans l'aliment et boissons. CRDP. FRANCE . 58-78 : 170.
- Vongraevenitz, A., Zahner, H. (2003).** Zoonoses: Infectious Diseases Transmissible from Animals to Humans. ASM Press: Washington; 456 p.
- Warris, DP. (2000).** Meat Hygiene, Spoilage and Preservation (182-205). In *Meat Science: An Introductory Text*. CABI Publishing, School of Veterinary Science, University of Bristol: Bristol, UK; 29p.