

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

Contaminations des viandes : Etude bibliographique

Présenté par :
Mr : MEGHERBI Mohamed Yacine

Soutenu publiquement, le 15 Décembre 2020 devant le jury :

Mme BOUHAMED Radia

MCB (ENSV)

Présidente

Mme BOUAYAD Leila

MCA (ENSV)

Examinatrice

Mr HAMDI Taha Mossadak

Pr (ENSV)

Promoteur

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier Allah, le Tout Puissant et le Miséricordieux, de m'avoir donné la santé, la volonté et la patience pour mener à terme mes études.

Je tiens à remercier monsieur HAMDI Taha Mossadak le promoteur de ce mémoire, pour avoir encadré ce travail. Je tiens à le remercier pour son aide précieuse, son objectivité, sa disponibilité, et ses précieux conseils qui ont fait progresser ce travail.

Mes vifs remerciements vont aux membres du jury:

Madame BOUHAMED Radia, d'avoir accepté la présidence de jury, par ses conseils éclairés qui enrichiront cette étude.

Madame BOUAYAD Leila, pour avoir accepté de faire partie du jury, par ses conseils et remarques, elle contribuera à améliorer la qualité de ce travail.

Je tiens à remercier également tous les enseignants qui ont participé à l'accomplissement du cursus pédagogique de la médecine vétérinaire.

Je tiens également à exprimer ma gratitude et mes vifs remerciements à tous ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail, ainsi qu'à tous les amis et collègues.

DEDICACES

JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL À CEUX QUI M'ONT SOUTENU, M'ONT ENCOURAGÉ DURANT TOUTE MA PÉRIODE D'ÉTUDE, ET POUR LEURS SACRIFICES. À CEUX QUI ONT TOUJOURS VOULU QUE JE SOIS LE MEILLEUR :

À MES TRÈS CHERS PARENTS, QUI ONT ŒUVRÉ POUR MA RÉUSSITE, PAR LEUR AMOUR, LEUR SOUTIEN, TOUS LEURS SACRIFICES CONSENTIS ET LEURS PRÉCIEUX CONSEILS, POUR TOUTE LEUR ASSISTANCE ET LEUR PRÉSENCE DANS MA VIE, RECEVEZ À TRAVERS CE TRAVAIL AUSSI MODESTE SOIT-IL, L'EXPRESSION DE MES SENTIMENTS ET DE MON ÉTERNELLE GRATITUDE, AUCUNE DÉDICACE NE SERAIT ASSEZ ÉLOQUENTE POUR EXPRIMER MON RESSSENTIS.

À MA FAMILLE ET MES PROCHES QUI M'ONT FOURNIS L'AMBIANCE DANS MA VIE, LA JOIE ET LA PAIX.

À TOUS MES CHERS AMIS ET À TOUS LES ÉTUDIANTS DE L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE ET SPÉCIALEMENT DE MA PROMOTION.

À MON CHER AMI MAYOUCHE MOHAND, JE LUI SOUHAITE DE RÉUSSIR DANS SES ÉTUDES ET DANS LA VIE.

Déclaration sur l'honneur

Je soussigné **Mr MEGHERBI Mohamed Yacine**, déclare être pleinement conscient que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature

A handwritten signature in dark ink, appearing to be 'Megherbi' with a stylized flourish at the end.

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
Figure 1	Production mondiale de viande par région	4
Figure 2	Consommation de viande par habitant, par pays ou région	5
Figure 3	Diagramme du processus d'abattage	10
Figure 4	Origines des contaminations : Diagramme d'Ishikawa	16
Figure 5	Origines de la contamination superficielle des carcasses à l'abattoir	17

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AFSSA : Agence française de sécurité sanitaire des aliments

BRICS : Brésil, Russie, Inde, Chine et Afrique du Sud

Camp : *Campylobacter*

C : carbone

E. coli : *Escherichia coli*

EFSA : Autorité Européenne de Sécurité des Aliments

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

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

ISO : Organisation internationale de normalisation

Log : Logarithme

MADR : Ministère de l'Agriculture, du développement rural et de la pêche

Mt : Mégatonne (Million de tonnes)

O₂ : oxygène

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economiques

OMS : Organisation mondiale de la Santé

P : *Pseudomonas*

pH : Potentiel hydrogène

r : ratio

S. : *Salmonella*

Spp : *Species pluralis*

TIA : Toxi-infection Alimentaire

TIAC : Toxi-infection Alimentaire Collective

UE : union européenne

UFC : Unités Formant Colonies

Y : *Yersinia*

Liste des figures

Liste des abréviations

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
Chapitre I : Généralités sur la viande	2
1. Définitions	2
2. Types de viandes	2
3. Production et consommation de viande.....	3
3.1. Production de viande dans le monde	3
3.2. Production de viande en Algérie.....	4
3.3. Consommation de viande dans le monde	5
4. Qualités de la viande	5
4.1. Qualité organoleptique.....	5
4.1.1. Tendreté.....	6
4.1.2. Couleur	6
4.1.3. Flaveur.....	7
4.1.4. Jutosité.....	7
4.1.5. Odeur	7
4.2. Qualité nutritionnelle de la viande.....	8
4.3. Qualité hygiénique et sanitaire	8
5. Origine des viandes	8
5.1. Abattoir	8
5.2. Conception d'un abattoir	9
5.3. Etapes de l'abattage	10
5.3.1. Abattage	10
5.3.2. Transport des animaux	10
5.3.3. Stabulation.....	11
5.3.4. Inspection ante mortem	11
5.3.5. Amenée.....	11
5.3.6. Etourdissement	11
5.3.7. Saignée	11
5.3.8. Dépouillement	12
5.3.9. Eviscération.....	12
5.3.10. Inspection post mortem.....	12
5.3.11. Préparation commerciale de la carcasse	13
5.4. Transport.....	14
5.5. Conservation des viandes en boucherie	15
6. Contamination des viandes.....	15
6.1. Origines et sources de la contamination	16
6.1.1. Origines	16
6.1.2. Sources de contamination.....	16
Chapitre II : Flores de contamination des viandes et leurs conséquences	20
1. Caractéristiques microbiologiques de la viande	20
2. Flores de la contamination des viandes	21
2.1 Flore aérobie mésophile.....	21

2.1.1 <i>Pseudomonas</i>	22
2.1.2 <i>Enterobacteriaceae</i>	22
2.2 <i>Acinetobacter</i>	24
2.3 <i>Campylobacter</i>	24
3. Conséquences de la contamination microbienne.....	25
3.1 Altération des viandes	25
3.1.1 Conséquences technologiques.....	26
3.1.2 Conséquences hygiéniques.....	27
3.1.3 Conséquences sanitaires	29
3.1.4 Conséquences économiques	30
3.2 Moyens de réduction de la charge microbienne de la viande.....	30
CONCLUSION	31
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	

INTRODUCTION

En ancien français, le terme « viande » signifiait plutôt « nourriture », *vivenda* signifiant en latin « ce qui sert à la vie » (**Reveillard, 2016**). La production mondiale de viande a augmenté de 1% pour s'établir à 327 Mt en 2018, sous l'effet des hausses enregistrées dans les filières bovine, porcine et avicole, ainsi que de la très modeste avancée de la filière ovine. La production de viande est toujours dominée par le Brésil, la Chine, les États-Unis et l'Union européenne (**FAO, 2019**).

En Algérie, selon la Commission Nationale des Ressources Génétiques Animales (2003), l'étude des systèmes de production s'est essentiellement limitée au bovin, à l'ovin et à l'aviculture industrielle et à un moindre degré, au caprin et à l'apiculture. La production de viandes rouges est passée de 76.000 tonnes en 1968 à 310.000 tonnes en 1999, soit une progression de près de 5% en moyenne par an, et la consommation moyenne de viandes rouges est de 10 kg/habitant/an.

Selon ce même rapport, la production de viandes blanches a connu une progression conséquente passant de 24.000 tonnes en 1968 à 200.000 tonnes en 1999, permettant d'atteindre une consommation moyenne de 9 kg/an/habitant en 1995.

La viande est par excellence, la première source de protéines animales, grâce à sa richesse en acides aminés indispensables, qui la classe parmi les protéines nobles. Les viandes bovines et ovines sont les plus consommées en Algérie (**Ould El Hadj, 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 la rendent un terrain favorable à la prolifération microbienne (**Cottin, 1985**).

La viande étant une denrée périssable, elle a été traditionnellement considérée comme le véhicule de nombreuses maladies d'origine alimentaire chez l'homme (**Fosse et al., 2006**). La contamination peut s'effectuer tout au long de la filière viande : C'est la succession d'étapes au cours desquelles s'effectue le passage progressif des animaux de boucherie à la viande et aux produits carnés, c'est-à-dire de l'abattage à la distribution (**Girard et Valin, 1988**).

Notre étude bibliographique comporte deux grands chapitres : le premier chapitre traite des généralités en matière de viande et le second est relatif aux différentes flores de contamination des viandes et leurs conséquences.

Chapitre I : Généralités sur la viande

1. Définitions

Plusieurs définitions de la viande, plus moins anciennes, sont retrouvées dans la littérature. Selon un site internet spécialisé dans les viandes (**Anonyme 1, 2020**), le terme « viande » peut désigner des produits très différents, c'est donc une appellation générique recouvrant une grande variété de « viandes ». Dans le sens le plus général on entend par "viande" l'ensemble des matières que l'homme obtient par la mise à mort des animaux domestiques réputés comestibles. Le dictionnaire Larousse (2017) la définit comme étant « l'aliment tiré des muscles des animaux, principalement des mammifères et des oiseaux ».

Une autre définition de la viande « toutes les parties d'un animal qui sont destinées à la consommation humaine ou ont été jugées saines et propres à cette fin »

(FAO, 2020).

Ferrando (1966), donne la définition suivante de la viande : « chair des animaux dont on se nourrit : la portion rouge des muscles qui est la partie la plus nutritive de tous les tissus animaux : viande de boucherie ».

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**).

2. Types de viandes

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 (**Staron, 1982**).

Le terme « viande de boucherie » désigne la chair musculaire des animaux comestibles. La viande de boucherie représente plus spécialement la chair des bovins (veau et bœuf), des ovins (mouton, agneau), des équidés et des porcins. En restauration, les produits de boucherie sont classés en fonction de leur couleur (**Anonyme 2, 2017**), on distingue :

- Viandes rouges (animal adulte) : Bœuf, Mouton, viande chevaline.
- Viandes blanches (jeune animal) : Veau, Agneau de lait, Chevreau.
- Viandes roses : Porc
- Viandes noires : Gibier.
- Viandes blanches : La viande blanche regroupe toutes les parties comestibles des volailles et du lapin. La couleur de la chair permet également de les classer en :
 - volailles à chair blanche (poules et coqs)
 - et volailles à chair rose (lapins d'élevage).
- Viandes de poissons : La couleur de leur chair varie selon plusieurs paramètres (la saison, le sexe, l'âge, etc.) allant du blanc au rouge.

3. Production et consommation de viande

3.1. Production de viande dans le monde

Selon les données de la FAO (2019), la production mondiale de viande en 2018 est estimée à 336,4 millions de tonnes, soit 1,2% de plus qu'en 2017, principalement à partir des États-Unis, de l'Union Européenne et de la Fédération de Russie. Mais compensée partiellement par une baisse de la Chine et la stagnation du Brésil, deux des plus gros producteurs de viande au monde (**Figure 1**).

En ce qui concerne les différents types de viande, la production de viande bovine est celle ayant enregistré la plus forte croissance (+2,1%), suivie de la viande de volaille (+1,3%), tandis que les résultats sont restés stables pour la viande ovine et caprine (+0,6%) et le porc (+0,6%) (**FAO, 2019**).

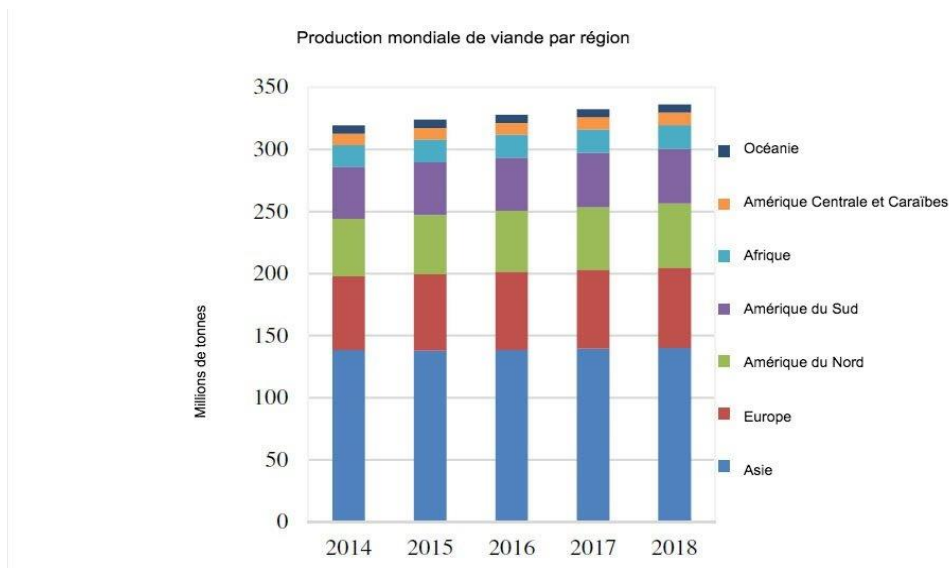


Figure 1 : Production mondiale de viande par région (FAO, 2019).

3.2. Production de viande en Algérie

La filière des viandes rouges en Algérie, repose globalement sur les élevages bovins et ovins ainsi que marginalement sur des élevages camélins et caprins dont les niveaux de production restent modestes. De ce fait, la production de viandes rouges provient essentiellement des élevages extensifs ovins (56%) et bovins (34%) (Élevage caprin, 8 %, et camelin, 2 %)

(Agroline, 2014).

Selon la chambre du commerce et de l'industrie (2005), l'élevage bovin en Algérie n'arrive pas à satisfaire les besoins de la population en viande, de plus en plus croissants. En 2007, la production de viande bovine a été de 450 000 tonnes, ce qui est nettement inférieur à la demande **(Guerra, 2007).**

Avec quelque 26 millions de têtes dont est composé le cheptel ovine, l'Algérie est classée au 5ème rang mondial en matière de production ovine, derrière la chine 24%, l'Australie 8%, la nouvelle Zélande 5% et le soudan 4%. En matière de viande ovine, l'Algérie représente 3% de la production mondiale **(Sadoud, 2019).**

La production des viandes rouges a été évaluée à 4,7 millions de quintaux en moyenne durant la période 2010-2017, soit une progression de 55% par rapport à la décennie précédente (3 millions de quintaux). Les viandes blanches ont connu une forte augmentation durant la période 2010-2017 avec un taux d'accroissement de 109% par rapport à la décennie 2000-2009 **(MADR, 2019).**

3.3. Consommation de viande dans le monde

Selon la FAO, il se consomme plus de 10.000 kilos de viande chaque seconde dans le monde, soit 323 millions de tonnes pour l'année 2017. Cette consommation a progressé de 2,3% par an au cours de ces 10 dernières années. La consommation de viande par habitant dans le monde serait en moyenne de 42,9 kg/habitant (FAO, 2017) (Figure 2).

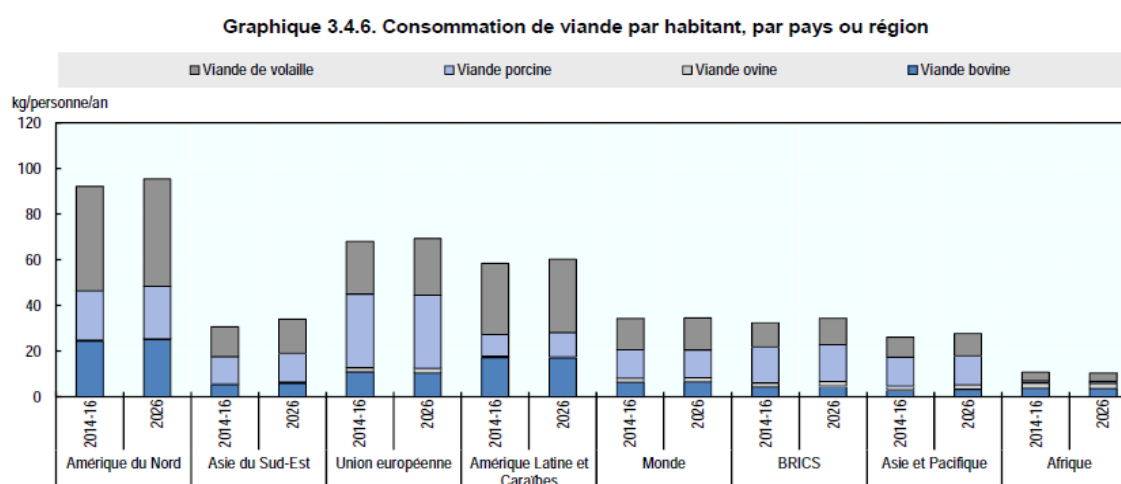


Figure 2 : Consommation de viande par habitant, par pays ou région (OCDE/FAO, 2017).

4. Qualités de la viande

La notion de qualité est définie selon la Norme ISO 8402:1994 comme étant «l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites». La qualité de viande, se définit par un certains nombre de caractéristiques que nous développerons ci-dessous.

4.1. Qualité organoleptique

La qualité de la viande est en général identifiée par la valeur de sa composition (viande maigre et de gras) ainsi que par des facteurs liés au goût, la couleur, l'odeur, la tendreté, la flaveur et la jutosité.

4.1.1. Tendreté

Parmi les différentes qualités organoleptiques de la viande, la tendreté joue un rôle important dans l'acceptabilité de la viande par le consommateur. La tendreté d'une viande traduit la facilité avec laquelle les fibres musculaires sont coupées, déchirées, broyées, pendant la mastication (**Rosset, 1984**).

La tendreté dépend essentiellement de facteurs intrinsèques et extrinsèques:

- Parmi les facteurs intrinsèques, nous pouvons citer :
 - L'âge de l'animal : plus l'animal est vieux et moins sa viande est tendre;
 - Le sexe de l'animal : plus tendre chez la femelle
 - La qualité de la carcasse : une carcasse de mauvaise qualité donnera une viande dure;
 - L'alimentation de l'animal et son état d'engraissement : plus l'animal est gras et plus sa viande est tendre;
 - La catégorie : une viande de catégorie 1 est plus tendre qu'une viande de catégorie 2, elle-même plus tendre qu'une viande de catégorie 3;
 - La place du morceau sur le muscle : il y a diminution de la tendreté à proximité des tendons;
 - La découpe du morceau : un morceau non découpé dans le sens des fibres musculaires sera nettement moins tendre.
- Les facteurs extrinsèques responsables de la tendreté :
 - utilisation adéquate du froid;
 - cuisson adaptée en fonction de la catégorie. sous l'action de la chaleur, le collagène est progressivement solubilisé, alors que la résistance des myofibrilles augmente rapidement (**Girard, 1986 ; Fredot, 2007**).

4.1.2. 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 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**).

4.1.3. 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**).

4.1.4. 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**).

4.1.5. 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**).

4.2. 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...) (**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**),

4.3. Qualité hygiénique et sanitaire

La qualité hygiénique de la viande constitue l'exigence élémentaire du consommateur. Elle peut être altérée par la prolifération de microorganismes néfastes, de parasites et/ou la présence de composés toxiques. La viande peut être contaminée par des microorganismes à différentes étapes de la chaîne de transformation. Le contrôle des proliférations microbiennes dépend avant tout du respect de la chaîne du froid (**Lamois et Rosset, 1984 ; Coibion, 2008**).

5. Origine des viandes

5.1. Abattoir

L'abattoir est le siège d'activités diverses dont le but principal est d'obtenir, à partir d'animaux vivants sains, des carcasses dans les conditions d'efficacité techniques, sanitaires et économiques les meilleures possibles (**Frayse et Darre, 1990**).

Un abattoir est une usine alimentaire dont les principes fondamentaux d'hygiène alimentaire générale s'y appliquent.

5.2. Conception d'un abattoir

- **Parc d'attente**

On adjoindra à l'abattoir un parc d'attente pouvant loger un nombre d'animaux égal à celui que l'abattoir traite en un jour et demi.

Chaque étable sera assurée d'une distribution d'eau potable et conçue pour le logement d'environ 15 bovins. Il faudra prévoir au moins un enclos pour les animaux malades ou suspects et y aménager un box de contention. On prévoira également les installations nécessaires pour l'inspection ante-mortem. Le sol des étables sera revêtu de matériaux imperméables et présentera une pente aboutissant à des rigoles ouvertes pour faciliter le lavage. Entre le parc et l'abattoir, on laissera une bande d'au moins 10 mètres, dans laquelle on aménagera un couloir à bestiaux assez étroit pour que l'animal ne puisse pas se retourner. Autant que possible, on couvrira l'enclos d'une toiture légère pour protéger les bêtes du soleil et de la pluie (**Eriksen, 1978**).

- **Séparation des opérations propres et malpropres**

Pour éviter la contamination des carcasses parées et des abats comestibles, il est indispensable de bien séparer les opérations propres et les opérations malpropres. Le directeur et le contremaître devront surveiller la circulation du personnel entre les aires “propres” et “malpropres” de l'abattoir. Dans les petites villes et dans les campagnes, il est parfois difficile d'assurer pendant les opérations d'abattage un approvisionnement suffisant en eau courante chaude et froide; le risque de contamination s'en trouve aggravé si l'on ne sépare pas les opérations propres et les opérations malpropres. En rationalisant l'ordonnance des locaux des activités, on réduit le danger de contamination, même dans des conditions sub-optimales. Si, pour commencer, le parc d'attente est toujours tenu propre, les animaux seront aussi indemnes de contamination qu'il est possible à l'entrée de l'abattoir. L'aire d'étourdissement et de saignée doit être le seul lieu d'abattoir où la carcasse est en contact avec le plancher. Ce plancher, tenu toujours propre, devra être incliné vers une rigole ouverte conduisant directement à une cuve à sang enterrée. A défaut d'eau, on utilisera un racloir de caoutchouc pour nettoyer le plancher. Si l'on n'observe pas une propreté rigoureuse sur l'aire d'étourdissement et de saignée, les peaux devront être nettoyées plus à fond dans un stade ultérieur et les carcasses parées seront plus exposées à une contamination (**ERIKSEN .P.J, 1978**).

5.3. Etapes de l'abattage

5.3.1. Abattage

L'abattage est l'opération qui consiste en la mise à mort d'un animal d'élevage, elle doit être effectuée dans des conditions minimales de stress, après avoir mis l'animal en repos et en diète hydrique de 24h. Cette opération englobe un ensemble d'étapes précises, conduisant à l'obtention de carcasses, de muscles ou d'abats prêts à la commercialisation (**Figure 3**).

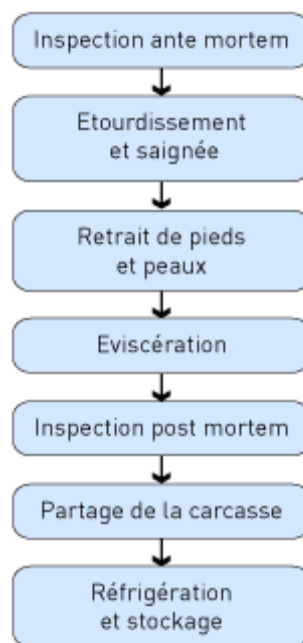


Figure 3 : Diagramme du processus d'abattage (FAO, 2020).

5.3.2. Transport des animaux

Les animaux prêts à l'abattage sont en général dispersés dans les élevages, ce qui implique qu'ils doivent être rassemblés et transportés vers les lieux d'abattage (**Frayse et Darre, 1990**).

Le processus du transport fait partie des opérations nécessaires, généralement appelées manipulations avant l'abattage ou manipulations ante-mortem, consistant à transporter un animal de la ferme à l'abattoir. Les manipulations avant l'abattage peuvent être très stressantes pour les animaux et donc entraîner une diminution importante de la qualité du produit fini si elles ne sont pas effectuées avec le soin nécessaire (**FAO, 2006**).

5.3.3. Stabulation

La stabulation consiste à laisser aux animaux le temps qui leur est bénéfique pour se reposer ; elle est, outre son utilité pratique, un moyen de corriger plus ou moins les défauts du transport et du stress. Pendant la stabulation, les animaux sont maintenus en diète hydrique pour éviter qu'ils ne soient abattus au cours de digestion et pour que les viscères soient le plus vide possible (**Frouin et Joneau, 1982**).

5.3.4. Inspection ante mortem

L'inspection ante-mortem de l'animal (vivant) avant l'abattage est une étape importante pour la production d'une viande saine destinée à la consommation humaine (**FAO, 2006**). L'inspection ante-mortem se déroule en deux phases successives. D'abord une inspection rapide d'orientation et de tri, puis une inspection systématique complète.

Dans les 24 heures précédant l'abattage, l'exploitant doit obligatoirement effectuer un premier tri des animaux et le service d'inspection doit effectuer une inspection ante-mortem. La direction de l'établissement doit s'assurer que tous les animaux ont fait l'objet d'une inspection ante-mortem avant d'être abattus (**St-Georges et al., 2020**).

5.3.5. L'amenée

C'est le transfert des animaux du parc de stabulation à la salle d'abattage par un couloir dit couloir d'amenée. Cette opération nécessite, un minimum de stress et une cadence régulière.

5.3.6. L'étourdissement

La plupart des pays ont une réglementation qui exige que les animaux soient étourdis de façon humaine avant de pouvoir être saignés. L'étourdissement facilite la tâche de l'employé chargé de l'égorgeage ou de la saignée (**Abdelouaheb, 2009**).

5.3.7. La saignée

Elle se définit comme la mort par extravasation sanguine. La saignée permet de tuer les animaux en endommageant le moins possible la carcasse et en retirant le maximum de sang car ce dernier constitue un milieu particulièrement propice à la prolifération des bactéries (**FAO, 1994**).

Selon **Craplet (1966)**, si la saignée survient après un délai supérieur à 2mn, la rigidité cadavérique devient insuffisante.

La saignée sans étourdissement correspond à l'abattage rituel ou halal. Cette saignée consiste en une section transversale de la gorge (égorgement), et l'animal en position horizontale est

dirigé vers la Mecque. Ces viandes doivent être abattues et préparées selon les lois musulmanes.

5.3.8. Dépouillement

Cette opération consiste à séparer le cuir, du reste de l'animal auquel il adhère dans les meilleures conditions pour une bonne présentation et une bonne conservation de la carcasse (**Abdoulaye, 2011**). Le dépouillement est une opération onéreuse, et demande une main d'œuvre qualifiée (**Frouin et Joneau, 1982**).

5.3.9. L'éviscération

Elle consiste en l'ablation des viscères thoraciques, abdominaux et pelviens, elle se pratique 30 minutes après l'abattage et se fait obligatoirement sur animaux suspendus. La technique d'éviscération se fait en deux temps :

- Eviscération thoracique

Elle nécessite une fermeture complète de l'œsophage après détachement et ablation du diaphragme. Puis la fente du sternum et l'ablation du cœur et des poumons.

- Eviscération abdominale et pelvienne.

Elle nécessite la fente médiane complète de la paroi abdominale ensuite la fente Ischio-pubienne, la ligature du cardia et du duodénum et l'ablation de tous les organes abdominaux et pelviens (**Frayssse et Darre, 1990**).

Tous les viscères doivent être clairement identifiés avec les carcasses correspondantes jusqu'à ce que l'inspection sanitaire ait lieu (**FAO, 1994**).

En cours d'éviscération, l'inspection doit être très vigilante : participation à la mise en place et au maintien des règles d'hygiène, contrôle des poumons, du foie, de la langue ((**Frayssse et Darre, 1990**).

5.3.10. Inspection post mortem

L'inspection post mortem des carcasses fait partie du processus de sélection d'animaux et de viandes propres à la consommation humaine, à savoir une démarche qui englobe la surveillance à la ferme, l'inspection ante-mortem et la mise en œuvre de la démarche HACCP dans les abattoirs (**FAO, 2006**).

L'examen ou l'inspection post mortem de routine des carcasses de viande rouge est fondée sur l'examen des têtes et de leurs nœuds lymphatiques, des viscères thoraciques et abdominaux et de leurs nœuds lymphatiques, et des parties exposées des carcasses (**Agence canadienne d'inspection des aliments, 2017**).

Cette opération est suivie soit de l'estampillage des carcasses salubres, soit de la saisie. La consigne permet un délai d'observation ou d'analyse avant de prendre la décision d'estampillage inaptés à la consommation humaine (**Lemaire, 1982**).

L'inspection *post mortem* doit être exécutée de façon systématique et garantir que la viande reconnue propre à la consommation humaine est saine et conforme à l'hygiène (**FAO, 1994**).

5.3.11. Préparation commerciale de la carcasse

Elle doit passer par plusieurs étapes :

5.3.11.1. La fente

Se fait en général avec une scie alternative sous jet d'eau continu sur des animaux suspendus, ce procédé automatique à trois avantages :

- suppression du travail pénible du fendeur
- précision dans la coupe : pas de brisure
- continuité de la chaîne (**Frouin et Joneau, 1982**).

5.3.11.2. L'émoussage

Cette opération se pratique au couteau ou à l'aide d'une émousseuse sur la carcasse. Le gras de surface est retiré pour une meilleure présentation de la carcasse.

5.3.11.3. Douchage

Le lavage sert à faire disparaître les saletés visibles et les tâches de sang, à améliorer l'aspect des carcasses ; les carcasses doivent être lavées par pulvérisation d'une eau qui doit être propre (**FAO, 1994**). Mais ce lavage risque aussi d'homogénéiser la pollution de la carcasse si l'opération est insuffisante ou mal conduite (**Frayssé et Darre, 1990**).

5.3.11.4. Pesage

Les carcasses sont pesées à chaud, et une réfaction de 2% est appliquée pour obtenir le poids commercial pour les bovins et les ovins (**Frayssse et Darre, 1990**).

5.3.11.5. Ressuage et stockage de la carcasse

C'est la phase de refroidissement de la carcasse ; c'est un compromis pour l'obtention d'une viande de bonne qualité alimentaire (**Frayssse et Darre, 1990**). Pour avoir une viande de qualité, il faut que la *rigor mortis* ait lieu avant réfrigération. Il faut aussi que la carcasse soit amenée rapidement à basse température pour éviter la prolifération bactérienne (**Frouin et Joneau, 1982**). Les carcasses sont stockées à une température stable comprise entre 0°C et 2°C pendant quelques jours.

5.4. Transport

Entre l'abattoir et le lieu d'utilisation des carcasses, un transport est nécessaire. L'opération de transport des carcasses est, elle aussi, très influente sur les possibilités de conservation des viandes selon le circuit commercial.

La durée de transport peut être variable si le trajet est direct de l'abattoir au point de transformation ou de vente au détail ; les risques sont généralement limités.

Par contre, si le transport comprend des étapes avec haltes dans un marché intermédiaire : (Passage dans un marché de gros par exemple), les risques augmentent par la multiplication des manipulations, des variations de température ambiante, tout particulièrement pendant les chargements et déchargements des véhicules (**Lemaire, 1982**).

Le véhicule qui sert au transport de la viande et des carcasses doit être considéré comme le prolongement de l'entrepôt frigorifique (**FAO, 1994**).

La présence d'insectes et de rongeurs est interdite, les plateaux d'abats doivent être placés sur des étagères et non pas sur le sol.

La viande transportée par camion ou wagon doit être suspendue et il est déconseillé de prolonger le voyage au delà d'un jour après la vente (**FAO, 1994**).

5.5. Conservation des viandes en boucherie

La consommation d'aliments frais est toujours préférable car la conservation diminue la valeur nutritive des produits. Autrement dit, les aliments conservés sont moins nutritifs que les aliments frais (**Maas Van Brekel *et al.*, 2005**).

Le froid n'est pas un moyen de stérilisation ou de désinfection, mais simplement un agent inhibiteur des processus biologiques, notamment du développement des microorganismes et de l'activité des enzymes car ces deux processus sont proportionnels à la température (**Craplet C, 1966**).

La réfrigération dans les chambres froides consiste à entreposer les aliments à une température basse, proche du point de congélation. Généralement, la température de réfrigération se situe aux alentours de 0°C à +4°C. La réfrigération permet donc la conservation des aliments périssables à court ou moyen terme, elle doit être faite le plus tôt possible après la collecte. La majorité des microorganismes tels que les coliformes fécaux et les germes pathogènes responsables de toxi-infections alimentaires ne sont plus capables d'activités métaboliques à des températures inférieures à 5°C. Cet abaissement de la température est aussi indispensable pour contrôler les propriétés organoleptiques post mortem de la viande (tendreté, flaveur et couleur). Ce mode de conservation ne peut en général excéder quelques jours, de l'ordre de deux à trois jours pour les viandes fraîches (**Collin, 1972 ; Montel, 1984 ; Maas Van Brekel, *et al.*, 2005**).

La conservation des viandes dépend presque exclusivement de l'évolution des bactéries responsables des altérations qui rendent le produit impropre à la consommation (**Fournaud, 1988**).

Les erreurs d'hygiène graves dans les conditions de travail telles que la température trop élevée dans les boucheries, le nettoyage insuffisant du matériel et des tenues vestimentaires des travailleurs favorisent la prolifération des bactéries (**Sylla, 1994**). Le bois est à proscrire dans les boucheries, car il sert de réservoir aux bactéries (**Fournaud *et al.*, 1978**).

6. Contamination des viandes

Ces germes proviennent soit des animaux eux-mêmes par contact direct via le cuir, les pattes, les sabots ou le tractus digestif, soit de l'eau utilisée, soit des hommes, de la méthode de travail, du milieu ou soit du matériel utilisé par contact indirect (**Salifou *et al.*, 2013**).

6.1. Origines et sources de la contamination

6.1.1. Origines

La contamination superficielle à une origine exclusivement exogène. Les germes sont apportés au cours de l'abattage (contamination agonique) ou au cours de la préparation des carcasses (contamination post mortem). Son origine exogène montre l'importance des règles d'hygiène (**Rosset et Lebert, 1982**).

6.1.2. Sources de contamination

Les sources de contamination microbienne de la viande sont diverses et d'importance inégale. Pour répertorier les différentes sources de contaminations, c'est-à-dire tout ce qui peut être à l'origine de la présence d'une population bactérienne à la surface des carcasses, il faut utiliser la méthode des « 5M » appelée également « le Diagramme d'Ishikawa » : Milieu (les bâtiments) ; Main d'œuvre (le personnel) ; Matières premières (viandes, eau, etc.) ; Matériel et équipement et la Méthode de travail (**Figure 04**).

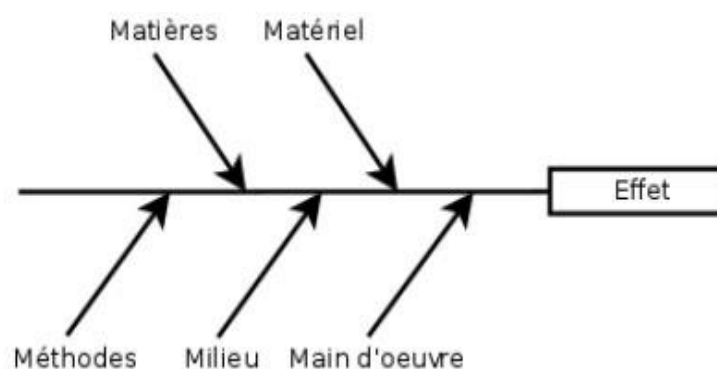


Figure 4 : Origines des contaminations : Diagramme Ishikawa (Focus Performance, 2020).

6.1.2.1. Milieu

Les différents éléments du milieu représentés par les bâtiments et locaux, l'infrastructure et la finition de la boucherie, air et poussières, eau, sol, nuisibles (rongeurs, oiseaux et insectes) et déchets, peuvent constituer des sources de contamination des carcasses. Une mauvaise infrastructure, des locaux mal entretenus et/ou difficilement nettoyables, favorisent l'augmentation de la pression bactérienne du milieu et donc du risque de contamination des carcasses. Une mauvaise finition des emplacements peut occasionner une souillure physique et rendre plus difficile le nettoyage et la désinfection. L'air pollué (germes, poussières, condensations) peut servir de vecteur et permettre le dépôt de souillures et germes sur les carcasses (Nicolle, 1986). En effet, l'étude de **Rahkio et Korkeala (1997)**, a montré qu'il existait une corrélation importante ($r=0,86$) entre le niveau de contamination de l'air par les bactéries et la contamination superficielle des carcasses. De même, l'eau servant en cours d'abattage (douchage post éviscération, fente) et pour le nettoyage, peut, si elle est impropre à la consommation être, une source primaire de contamination ou bien peut servir de vecteur pour la contamination des carcasses (notamment, lorsqu'elle éclabousse les carcasses à partir du sol). Le sol peut être une importante source des micro-organismes, et enfin les différents nuisibles (rongeurs, insectes, oiseaux ou autres) constituent également une source de contamination (**Figure N°05**).

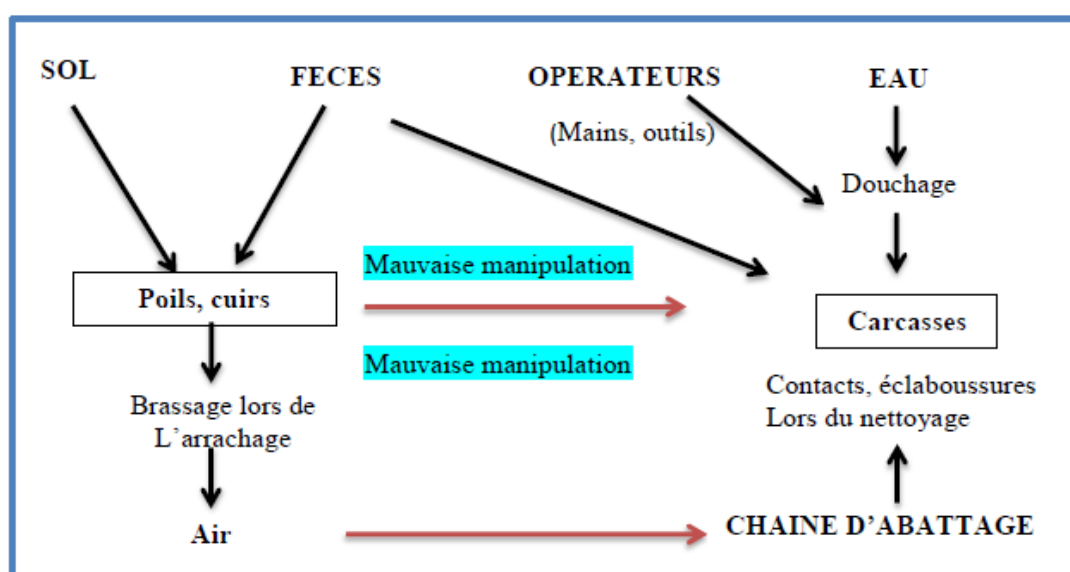


Figure 5: Origines de la contamination superficielle des carcasses à l'abattoir (Nicolle, 1986)

6.1.2.2. Main d'œuvre

Le personnel est aussi une source potentielle importante de germes (flore banale cutanée avec 10^2 à 10^5 germes/cm² (zone de peau sèche ou humide) (**Scott, 1988**), défaut d'hygiène personnelle (contamination des mains par des germes fécaux sachant que l'on rencontre en moyenne 10^{11} germes/g de selles chez l'homme), porteurs sains de salmonelles ou de *Staphylococcus aureus* (**Vallotton, 2004**).

Bien évidemment les personnes souffrant des maladies graves (tuberculose, brucellose, salmonellose...) sont susceptibles de contaminer la viande et doivent être écartées. Cependant, la formation du personnel et le respect des règles d'hygiène permettent d'améliorer rapidement et considérablement la qualité microbiologique des carcasses (**Collobert et al., 2003**).

Au niveau de la vente au détail, il est déconseillé que la même personne soit affectée à la vente et à l'encaissement, la monnaie passant de main en main est une source de pollution majeure (**Rosset, 1982**).

6.1.2.3. Matière première

L'animal constitue lui-même une source de contamination, constituée par la flore qu'il héberge (réservoir naturel de germes), source potentielle de contamination de surface des carcasses.

Les bactéries sont introduites dans la chaîne de transformation des viandes par les animaux qui les véhiculent au niveau de leur tube digestif et de leur peau (**Rosset, 1982**), éléments qui constituent les principales sources de contamination des carcasses au moment de l'abattage (**Cartier, 2007**).

La surface de la carcasse peut être contaminée par contact avec la peau et les fèces de l'animal lui-même ou par un contact avec une carcasse adjacente contaminée (contamination croisée). Les autres sources de contamination superficielle sont le système respiratoire, la sphère uro-génitale, et les mamelles lors d'évolution de mammite.

Dans la boucherie, les matières premières sont la viande, l'eau, la glace et les ingrédients, qui peuvent entraîner des dangers chimiques, biologiques et physiques. Ainsi les déchets issus de la chaîne de transformation des viandes peuvent causer un danger (**Cartier, 2007**).

6.1.2.4. Matériel

La nature et le manque d'entretien du matériel et des équipements utilisés dans la transformation des viandes peuvent engendrer des dangers physiques et biologiques.

Le matériel (machines, outils) est le plus souvent responsable d'apports secondaires, dus à une conception imparfaite, une structure poreuse des matières utilisées qui augmentent le risque de foyers de micro-organismes. En effet, les anfractuosités dans le matériel peuvent héberger des germes difficilement accessibles au nettoyage. **Gill et al. (1998)** ont mis en évidence les contaminations consécutives à la présence de résidus dans les mécanismes des scies, malgré le lavage et la désinfection à l'aide d'ammoniums quaternaires. Ils mettent aussi en évidence un apport de germes dus à l'utilisation de gants, difficiles à laver correctement et à désinfecter. Mais de toutes les sources de contamination, les couteaux de saignée et de préparation sont les plus fréquentes (**Abdoulaye, 2011**). C'est pourquoi les instruments (**Mackey et al., 1993**), notamment les couteaux, après nettoyage, doivent être plongés dans de l'eau à 82 °C, pour les désinfecter. De plus, les surfaces des outils doivent être sèches en début de travail, car l'eau résiduelle est favorable au développement des bactéries.

6.1.2.5. Méthode

Le non-respect de certaines méthodes de travail ou une méthode de travail mal pensée peut augmenter le risque de contamination. **Biss et Hathaway (1998)** ont montré que le parage des souillures visuelles sur la carcasse après la dépouille contribuait à étaler la flore microbienne sur des zones restées plus propres. Une bonne méthode doit limiter les contacts entre la carcasse et les opérateurs.

Chapitre II : Flores de contamination des viandes et leurs conséquences

1. Caractéristiques microbiologiques de la viande

La qualité microbiologique de la viande constitue aujourd'hui une des attentes majeures des consommateurs, souvent plus importantes que la qualité organoleptique.

Tant que l'animal vit, ses muscles sont à l'abri des attaques microbiennes, il est protégé par la peau et par les anticorps véhiculés par le sang (**Soltner, 1979**).

La chair d'un animal sain est stérile. La viande d'un animal malade se contamine directement par le système hépatique. Elle peut alors contenir des germes pathogènes étiologiques de l'infection que l'animal a contracté ; ces germes sont les plus pathogènes pour l'homme (**Dennaï et al., 2001 ; El Hadeï El-Okki et al., 2005**).

S'il est généralement admis que les muscles des animaux sont naturellement stériles, il paraît inévitable qu'ils soient contaminés lors de la transformation du muscle en viande (**Bauchart et Picard, 2010**).

La viande, même si elle provient d'un animal exempt de toute maladie, se contamine au moment de l'abattage à partir des flores intestinale, cutanée et des muqueuses. La viande se contamine aussi par des germes extérieurs à l'animal au cours du stockage, des manipulations et du lavage. Les germes sont dans ce cas apportés par l'air, le sol, les manipulateurs, l'eau et le matériel de découpe et de préparation (**Collobert et al., 2007**).

La viande doit garantir une totale innocuité et préserver la santé du consommateur. Elle ne doit contenir aucun résidu agrochimique, de métaux lourds, de micro-organismes pathogènes, et de toute autre substance dangereuse pour la santé (**Lamoise et al., 1984 ; Coibion, 2008**).

La contamination est due au fait que l'essentiel des germes est apporté au cours de l'abattage et au cours de la préparation des carcasses. Certains germes pathogènes, saprophytes du tube digestif peuvent contaminer les muscles, d'où la nécessité de l'éviscération précoce et des mesures limitant le stress d'abattage qui favorise ce passage. Une contamination initiale aussi faible que possible, un respect rigoureux des règles d'hygiène et une application continue du froid assure une bonne consommation du point de vue sanitaire (**Vierling, 2003**).

Les règles d'hygiène en vigueur, basées notamment sur des approches telles que le système HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) particulièrement strictes tant au niveau des élevages que des abattoirs, puis des ateliers de découpe, permettent de réduire le niveau de contamination initiale, mais ne peuvent l'éviter complètement (**Bauchart et Picard, 2010**).

2. Flores de la contamination des viandes

De nombreuses recherches microbiologiques menées sur la viande ont permis d'isoler par stade de production, plusieurs types de bactéries, selon qu'il s'agit de la viande fraîche, de viande hachée ou de préparations à base de viande (**Dennaï et al., 2001 ; Benaïssa, 2011 ; Biswas et al., 2011 ; Kpodékon et al., 2013**).

La microflore de surface retrouvée immédiatement après abattage sur les carcasses est principalement constituée de : *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Brochothrix thermosphacta*, *Lactobacillus*, *Flavobacterium*, *Kurthia*, les *Enterobacteriaceae* et les *Coryneformes*. On retrouve aussi une diversité de levures (genre *Candida*) et de moisissures (genres *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Rhizopus*) (**Fernandes, 2009 ; Benaïssa et al., 2011**).

La majorité de ces bactéries ne contribuent pas en général à la détérioration de la viande car elles sont incapables de croître à des températures de réfrigération. Par contre, elles peuvent représenter un danger pour le consommateur en causant des toxi-infections alimentaires. Sont principalement utilisés comme indicateurs du respect des bonnes pratiques d'hygiène dans la filière viande, la flore aérobie mésophile, les *Pseudomonas*, les *Enterobacteriaceae* et *E. coli* (**Ghafir et Daube, 2007**).

2.1 Flore aérobie mésophile

La flore aérobie mésophile regroupe des microorganismes formant des colonies dénombrables après leur multiplication dans des conditions de laboratoire définies (**Bonnefoy et al., 2002**).

Il s'agit des germes aérobies pouvant se multiplier dans des conditions ambiantes à 30 °C et ne constituant pas une famille bactérienne particulière. Cette flore regroupe des *Enterobacteriaceae*, des *Bacillus*, des *staphylocoques*, des *Pseudomonas*, des bactéries lactiques et d'autres agents éventuellement pathogènes (**Ghafir et Daube, 2007**).

Leur présence au-delà des limites définies peut signifier un défaut d'hygiène des procédés de fabrication. A titre d'exemple, si leur moyenne quotidienne sur les carcasses de bovins, ovins, caprins et équidés est supérieure à 5 log ufc/cm², la qualité hygiénique du procédé d'abattage est insatisfaisante (**UE, 2005**). Au-delà de 10⁷ ufc/g, ces germes entraînent un état de putréfaction de la viande (**Ghafir et Daube, 2007**). Leur forte charge dans l'aliment peut également être due à une conservation à des températures trop élevées, sauf lorsqu'il s'agit de

bactéries psychrotrophes (par exemple les bactéries lactiques, *Pseudomonas*, *Listeria*, *Yersinia*) (Ghafir et Daube, 2007).

2.1.1 *Pseudomonas*

Le genre *Pseudomonas* est constitué de bacilles Gram négatifs, droits ou légèrement incurvés, aérobies stricts, oxydase positifs, non sporulés et généralement mobiles grâce à une ciliature polaire. La plupart des espèces sont psychrotrophes. Leur croissance est possible entre 4 °C (voire moins) et 43 °C (Euzéby, 2007).

Les *Pseudomonas* sont ubiquistes et peuvent vivre dans des niches écologiques très diverses. Peu virulentes, plusieurs souches sont des pathogènes opportunistes pour l'homme et des agents d'altération des viandes, poissons et produits laitiers. Les espèces les plus fréquemment rencontrées chez l'homme sont *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *P. putida* et *P. stutzeri* (Euzéby, 2007).

Leur présence au niveau des chaînes d'abattage et en particulier dans les chambres froides constitue une source permanente de contamination des viandes. *Pseudomonas* est principalement utilisé comme indicateur d'altération des viandes fraîches et du lait (Bailly et al., 2012).

2.1.2 *Enterobacteriaceae*

La famille des *Enterobacteriaceae* comprend environ 30 types de genre formés par 100 différentes espèces bactériennes. Ce groupe est caractérisé pour être composé de bactéries à coloration de Gram négative principalement avec la morphologie d'un bacille, bien qu'on puisse également trouver des cocci et des formes pléomorphes. Les membres de ce groupe appartiennent au microbiote de l'intestin bien qu'ils puissent aussi être isolés dans d'autres organes humains, plantes, et animaux. Le dénombrement total des entérobactéries est utilisé comme marqueur de contamination fécale et de bonnes pratiques de fabrication. C'est donc un élément qui indique la qualité de la transformation des produits alimentaires. Un nombre élevé de ce marqueur serait indicateur d'un mauvais procédé de fabrication ou d'une contamination ultérieure possible du produit final, impliquant un risque hygiénique et sanitaire pour le consommateur (MOSSEL, 1985).

2.1.2.1 *Escherichia coli*

Les *Escherichia coli* font partie de la famille des *Enterobacteriaceae*. Il s'agit de courts bâtonnets mobiles au moyen de flagelles péricritiques, Gram négatifs, anaérobies facultatifs, non sporulés (Feng, 2001; Eslava *et al.*, 2003).

Dans les filières de production carnée, la principale source de contamination des denrées alimentaires par *E. coli* est le tractus intestinal des animaux. Leur présence correspond à un défaut dans la technique d'abattage, ou une contamination croisée, mais peut également être due à une contamination par les personnes manipulant les denrées alimentaires (Ray, 2001).

2.1.2.2 *Salmonella* spp.

Le germe *Salmonella* appartient à la famille des *Enterobacteriaceae*, ce sont des bacilles Gram négatifs, aéro-anaérobies facultatifs, souvent mobiles grâce à leur ciliature péricritique et non sporulés. Les *salmonella* sont des bactéries mésophiles, ayant une température optimale de croissance de 35/37°C, cependant les *Salmonelles* peuvent se multiplier de 5°C à 45/47°C avec une croissance nettement retardée par les températures inférieures à 10°C (Robinson *et al.*, 2000).

Actuellement on distingue plus de 2000 sérotypes de *Salmonella*. *Salmonella typhi* est strictement humaine, *Salmonella paratyphi A, B et C*, principalement humaine et rarement animale. *Salmonella typhi* est plus redoutée par sa fréquence et de par sa gravité. Cependant un seul germe de *Salmonella Typhi* entraîne la typhoïde, la gastro-entérite est plus une maladie qu'un véritable empoisonnement alimentaire. Il s'agit de sérotypes ubiquistes qui peuvent être hébergés dans le tube digestif de l'homme, des animaux domestiques et sauvages, des animaux de compagnie et plus particulièrement des volailles pour *S. enteritidis*. En ce qui concerne la viande bovine, *S. dublin* est également souvent incriminée. Les TIA à salmonelles dues aux viandes sont sérieuses tant par le nombre de malades que par la gravité des symptômes (AFSSA, 2002).

Parmi les symptômes, on observe des maux de tête, de la nausée, des vomissements et de la fièvre (39-40°C). Ces signes sont suivis de douleurs abdominales, de diarrhée, de frissons et un état de faiblesse et de prostration, la durée des symptômes est de 3 à 08 jours et la convalescence limitée à une huitaine de jours (OMS, 1988).

2.1.2.3 *Yersinia enterocolitica*

Yersinia enterocolitica est un bacille à Gram négatif, souvent coccoïde, non capsulé et pouvant croître en présence ou en l'absence d'oxygène. Bien que sa température de croissance optimale soit de 28-29°C, il s'agit d'une bactérie psychrotrophe qui peut croître dans les réfrigérateurs. Les principaux réservoirs animaux des *Y. enterocolitica* sont le porc, les rongeurs, les lapins, les moutons, les chevaux, les chèvres, les volailles, les chiens et les chats. L'homme se contamine le plus souvent par consommation de viandes de porc mal cuites ou par contact avec des animaux infectés (Leclercq, 2006).

2.2 *Acinetobacter*

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

2.3 *Campylobacter*

Les *Campylobacter* sont des bacilles à Gram négatif incurvés, microaérophiles, cultivant à des températures allant de 25°C à 48°C. Aujourd'hui, le genre *Campylobacter* rassemble une variété d'espèces très hétérogènes ayant des habitats divers. Parmi ces espèces, le groupe des *Campylobacter* thermotolérants présente la particularité de croître dans une gamme de température de 30 à 48°C.

C'est dans ce groupe que l'on trouvera les quatre espèces d'intérêt médical en hygiène des aliments : *Camp. jejuni*, *Camp. coli*, *Camp. lari* et *Camp. upsaliensis*. Elles sont toutes impliquées dans des toxi-infections alimentaires (TIA) chez l'homme, qui se manifestent par des troubles digestifs (Garenaux *et al.*, 2005).

3. Conséquences de la contamination microbienne

Les microorganismes peuvent être responsables d'altérations des aliments. On peut avoir une modification de l'aspect uniquement extérieur des aliments, ou bien avoir une modification à la fois de l'aspect et des caractères organoleptiques de l'aliment. Enfin, le développement de microorganismes sur un aliment peut augmenter le risque toxique de cet aliment en cas d'ingestion par le consommateur **(Leyral et Vierling, 2007)**. Certains aliments sont plus sensibles que d'autres aux altérations dues aux microorganismes, c'est le cas de la viande, des produits de la mer, du lait, des légumes et des fruits **(Leyral et Vierling, 2007)**.

La viande crue est soumise à l'action de ses propres enzymes et à celles des microorganismes. L'action des enzymes en général est souhaitable car elle engendre un attendrissement de la viande, ce processus est appelé mûrissement de la viande. L'action des enzymes a parfois par contre des conséquences néfastes du point de vue microbiologique, car elle favorise le développement des bactéries. L'invasion des tissus par les micro-organismes dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels : l'état de santé et de fatigue de l'animal, la charge microbienne de l'animal et en particulier de ses intestins, la méthode d'abattage et les conditions d'entreposage de la viande **(Guiraud, 2012)**.

Les bactéries de contaminations se développent en fonction des caractères physiques tels que les surfaces d'exposition à l'air, le découpage etc ; et chimiques, comme le pH, la teneur en eau, etc, de la viande et aussi selon les conditions extérieures, comme l'aération ou la température. Les dégradations provoquées vont dépendre de ces différents facteurs. Du fait des conditions d'entreposage à basse température, ce sont les germes psychrotrophes et psychrophiles qui vont être les agents privilégiés de la détérioration des viandes, entraînant surtout des altérations superficielles. A une température plus élevée, ce sont les putréfactions « profondes » qui sont favorisées **(Guiraud, 2012)**.

3.1 Altération des viandes

La contamination des viandes est à l'origine de diverses conséquences, notamment technologiques, hygiéniques, sanitaires et économiques.

3.1.1 Conséquences technologiques

Ces conséquences concernent en général l'évolution des caractères organoleptiques et des modifications biochimiques de la viande.

3.1.1.1 Evolution des caractères organoleptiques

Les premières manifestations de ce phénomène sont discrètes : odeur dite de relent et modifications de l'aspect de la viande (**Guiraud, 2012**). Il y aura formation d'un enduit visqueux à la surface des carcasses avec modification d'odeur et de couleur. Ces modifications de surface sont le résultat de l'action de la flore aérobie toujours présente sur les viandes pendant les différentes étapes d'abattage.

Au-delà du seuil 10^8 bactéries/cm², la viande se couvre progressivement d'une couche poisseuse et devient grise ou brune (**Leyral et Vierling, 2007**).

3.1.1.2 Modifications biochimiques

Elles accompagnent les modifications de l'aspect extérieur, ce sont des modifications biochimiques des constituants de la carcasse (lipides, glucides et protéines). Elles sont dues essentiellement au métabolisme microbien:

Les microorganismes provoquent des altérations par leur présence physique en augmentant leur nombre ce qui se traduit par la formation d'un limon visible en surface suite à une dégradation de la viande (**Boulianne et King, 1998 ; Lozach, 2001 ; Guiraud, 2003 ; Marchandin, 2007**).

Ainsi, par la production de molécules possédant un effet direct sur la flaveur ou indirect en se recombinant avec d'autres molécules issues du catabolisme des lipides et des acides aminés, qui jouent un rôle dans la formation de biofilms (limon bactérien) donnant un aspect visqueux, très fortement dépréciateurs (**Jeantet et al., 2006 ; Adams et Moss, 2008**).

Les protéinases bactériennes favorisent la putréfaction par hydrolyse des protéines et les lipases ayant un impact sur l'arôme par dégradation des matières grasses (**Fournier, 2003**).

3.1.2 Conséquences hygiéniques

L'altération majeure des viandes de boucheries, du gibier et des produits de la pêche est la putréfaction. Elle est liée essentiellement à l'hygiène et la conservation des produits. On distingue trois différents types de putréfaction selon le processus de contamination :

3.1.2.1 Putréfaction de surface - Altérations à basse température (<10°C) ou putréfaction superficielle

On distingue deux types de putréfactions de surface : Le poissage et l'odeur de relent, le limonage.

3.1.2.1.1 Le poissage

Le poissage correspond à la présence d'un enduit poisseux en surface des produits, il s'agit d'un défaut de qualité. Le poissage est un enduit muqueux, brun grisâtre qui apparaît sur la surface des carcasses, il est essentiellement dû à l'action de la flore aérobie mésophile, lorsqu'elle dépasse 5.10^7 germes/cm². Cette flore est en général, non pathogène.

Le temps d'apparition du poissage dépend du niveau de la contamination initiale (il est court si la charge microbienne initiale est élevée). Dans ce cas, il faut brosser à sec les carcasses, augmenter la ventilation et diminuer la température de la chambre froide pour arrêter la multiplication des bactéries en surface **(Guiraud, 2012)**.

La composition chimique et la formation de ce poissage sont à ce jour peu connues, cependant, les bactéries du genre *Leuconostoc* (hétéro-fermentaires) sont particulièrement impliquées dans la production de cet enduit par conversion d'un polysaccharide tel que le saccharose en dextrane, polymère ramifié de dextrose **(Korkeala et al., 1988)**.

D'autres bactéries, telles que *Weissella* (hétéro-fermentaires également) et *Pseudomonas*, sont aussi impliquées dans la formation de ce poissage à la surface des produits carnés **(Bornert, 2000 ; Nychas et al., 2008 ; Duskova et al., 2013)**.

3.1.2.1.2 Le relent

Il présente les mêmes signes observés dans le poissage, avec une odeur fade et piquante (acides gras volatils à odeurs désagréables). Les masses musculaires deviennent flasques et ont tendance à l'exsudation. Ce type d'altération est dû à la multiplication de la flore aérobie ou anaérobie facultative, non pathogène en général (*Brochotrix thermosphacta*, *Pseudomonas*). La viande n'est pas encore dangereuse, mais elle doit être consommée rapidement (Guiraud, 2012).

3.1.2.1.3 Le limonage

C'est un phénomène qui se développe en 3 à 5 jours et il apparaît sur des viandes conditionnées de petites taille et réfrigérées. Il est caractérisé par l'apparition d'un film gras, un peu crémeux, gluant en surface et collant à l'emballage. Il a été montré que la souche responsable du limon est *Lactobacillus carnosum* seulement en présence de saccharose (Mekhtiche, 2004).

3.1.2.2 Altération à température intermédiaire (10 à 25 °C) ou puanteur d'os

C'est une altération qui résulte des phénomènes microbiens et d'autolyse par des enzymes tissulaires. La vitesse de refroidissement à cœur des carcasses varie en fonction de différents paramètres : Conformation de la carcasse, degrés d'engraissement etc. En moyenne, la température à cœur des muscles doit atteindre des valeurs de 6 à 7° C en 28 à 36 heures chez les bovins et en 24 à 30 heures chez les ovins. Lorsque la température à cœur des carcasses n'est pas abaissée rapidement, cela provoque une multiplication rapide des bactéries anaérobies (*Bacillus* et *Clostridium*) en profondeur, ce qui a pour conséquence, l'apparition de mauvaises odeurs et d'une puanteur des os (FAO, 1994). Cette putréfaction commence par une formation de gaz en l'absence de toute mauvaise odeur due à la présence d'un nombre élevé de *Clostridium perfringens* sous forme végétative (Supérieur à 10⁷ bactéries/g) (Bensid, 2018).

Elle est liée à la présence de *Bacillus* et *Clostridium* dans les carcasses dont la réfrigération est trop lente. L'action microbienne couplée à des modifications enzymatiques génère des

composés malodorants. La protéolyse libère des composés à odeur ammoniacale ou sulfhydrique ainsi que des amines de décarboxylation **(Bensid, 2018)**.

3.1.2.3 Putréfaction profonde des produits (Altération à température élevée : 25 à 40 °C)

Cette putréfaction intéresse les masses musculaires internes des carcasses maintenues à des températures chaudes. Elle est provoquée par des bactéries protéolytiques qui libèrent des composés soufrés, de l'ammoniac, des amines, du scatol et de l'indole. Il s'agit des *Clostridium* protéolytiques, putrides et sulfito-réducteurs (*Clostridium sporogenes*, *Clostridium perfringens*), de certaines espèces de *Proteus* et d'autres germes Gram-aéro-anaérobies et protéolytiques de la flore banale (fermentation putride) **(Guiraud, 2012)**.

Du fait de la nature des bactéries responsables, des dégradations causées (substances libérées) et d'une éventuelle prolifération importante des germes, les détériorations anaérobies peuvent être néfastes du point de vue sanitaire et entraîner des troubles plus ou moins graves chez le consommateur (Entérobactéries pathogènes, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, staphylocoques, etc.) **(Guiraud, 2012)**.

3.1.3 Conséquences sanitaires

Les maladies d'origine alimentaire ont pris une grande ampleur dans le monde car la morbidité due aux TIAC est élevée. La majorité de celles-ci sont dues à l'ingestion de viande et produits carnés. Actuellement les viandes sont classées deuxième dans la liste des aliments en causes dans les TIAC **(Cohen et al., 2007)**.

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 toxi-infections d'origine alimentaire annuel est estimé à 38,6 millions **(Ghafir et Daube, 2007)**. Parmi ces cas, 71,7% des mortalités survenues seraient dues à des bactéries. Or la majorité de ces germes provient le plus souvent des denrées alimentaires d'origine animale **(Bourgeois et al., 1996)**.

Les épidémies européennes d'origine alimentaire sont principalement provoquées par *Salmonella* avec comme origines les œufs et la viande de volaille, *Campylobacter* avec comme origine la viande de volaille, et par des virus ayant pour origines la consommation d'eaux de boissons, fruits et légumes contaminés (EFSA, 2006).

3.1.4 Conséquences économiques

La contamination microbienne de la viande peut avoir une conséquence économique due à l'altération des viandes et donc la diminution de leur vie commerciale et leur valeur marchande (Cartier, 2007).

Aux Etats-Unis d'Amérique, les estimations annuelles sont de 76 millions de cas/an de maladies transmises par les aliments ayant pour résultat de 5-17 milliards de dollars de pertes économiques annuellement (Edwards *et al.*, 2006).

En 2004, 36,1 tonnes de viandes rouges et 24,5 tonnes de viandes blanches ont été saisies en Algérie. En outre, chaque cas d'hospitalisation coûterait à l'état entre 2000 et 3000 dinars/jour d'hospitalisation selon un haut responsable de la prévention au Ministère Algérien de la Santé (Hamidache, 2010).

3.2 Moyens de réduction de la charge microbienne de la viande

En général, les méthodes de décontamination créent les conditions nécessaires pour maîtriser et réduire la flore microbienne de la viande (Hardin *et al.*, 1995 ; Huffman, 2002).

Il existe de nombreuses méthodes basées sur des principes différents: certaines utilisent des moyens physiques (température, pression, champs électriques pulsés, rayonnements ionisants...), d'autres chimiques (séchage, salage, fumage, conservateurs, huiles essentielles...). Les propriétés antagonistes des bactéries sont également utilisables (méthodes microbiennes) (Lücke, 2000 ; Oussalah *et al.*, 2006).

CONCLUSION

En conclusion, nous pouvons dire que la qualité microbiologique des viandes dépend d'une multitude de facteurs parmi lesquels, nous retiendrons des critères à vérifier du vivant de l'animal lors de l'inspection ante-mortem, puis d'autres critères à maîtriser lors de l'abattage de l'animal et des différentes opérations de préparation des carcasses, et enfin durant les différentes étapes de la distribution des produits, de l'établissement d'abattage jusqu'à l'assiette du consommateur.

Il convient ainsi de limiter toutes les agressions que peut subir l'animal avant son abattage, que ce soit durant son transport, en améliorant les conditions de stabulation, et d'éviter tout stress, qui pourrait avoir plus tard des effets non désirables sur l'évolution du muscle en viande et par là sur la qualité de la viande.

Le degré de contamination antérieur des carcasses, appelé communément "contamination initiale", apportée par l'environnement en général, qui comprend l'animal lui-même, le personnel, le matériel et les outils de travail pendant les opérations d'abattage, habillage et de découpe ; et d'autre part de la prolifération de cette flore de contamination durant toutes les étapes de la distribution, intégrant le transport et la conservation tant au niveau des commerces de détail que domestique, sont les facteurs qui influencent la qualité hygiénique des viandes.

Cette dernière est susceptible d'influer, d'une part, sur la santé des consommateurs et, d'autre part, sur les aptitudes technologiques des viandes à une transformation ultérieure et à la conservation.

La filière viande rouge est très sensible aux contaminations durant toutes les étapes d'abattage et de distribution. Elle nécessite l'application stricte des bonnes pratiques d'hygiène et l'application du protocole HACCP au niveau des abattoirs et des boucheries et une attention particulière de la part des services d'inspection vétérinaire pour assurer la qualité de la viande et la santé et sécurité du consommateur.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **ABDELOUAHEB, H.B. (2009).** Enquête sur la situation de la filière viande rouge à El- Bayadh (Diplôme de post-graduation spécialisée). Université Mentouri – Constantine. P15.
- **ABDOULAYE, (2011).** Contribution à l'étude de l'hygiène de la préparation des bovins aux abattoirs de Dakar, Les sources de contamination, p19.
- **ADAMS, M.R. & MOSS O.M. (2008).** Food Microbiology.3rd edition: Royal Society of Chemistry, UK. Pp 131 – 138.
- **AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments). (2002).** Fiche de description de dangers transmissibles par les aliments : *Salmonella* spp. AFSSA, 6p. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.infectiologie.com>
- **AGENCE CANADIENNE D'INSPECTION DES ALIMENTS, (2017).** Salubrité alimentaire pour l'industrie, Produits de viande et de volaille, Chapitre 17 Disponible à l'adresse suivante : <https://www.inspection.gc.ca/salubrite-alimentaire-pour-l-industrie/directives-archivees-sur-les-aliments/produits-de-viande-et-de-volaille/manuel-des-methodes/chapitre-17>
- **AGROLINE, (2014).** Un marché mondial de quoi aiguïser les appétits. 14 éme édition. N° 90. P 31. Disponible à l'adresse suivante : www.agroline.com
- **ANONYME 1, (2020).** La viande.fr Disponible à l'adresse suivante : <https://www.la-viande.fr/nutrition-sante/place-viande-dans-votre-alimentation/definitions-viandes>
- **ANONYME 2, (2017).** Technologie cuisine, les viandes de boucherie, classification générale des viandes de boucherie. Disponible à l'adresse suivante : <https://lewebpedagogique.com/ufastluc2016/files/2017/02/viandesg%C3%A9n%C3%A9ralit%C3%A9s.pdf>.
- **BAILLY JD, BRUGERE H, CHADRON H. (2012).** Microorganismes et Parasites des Viandes: les Connaître pour les Maîtriser de l'Eleveur au Consommateur. CIV, 150p. Disponible à l'adresse suivante : www.civ-Viande.org.
- **BAUCHART D et PICARD B, (2010).** Muscle et viande de ruminant. Editions Quae, p221.
- **BENAISSA A. (2011).** Etude de la qualité microbiologique des viandes camelines et ovines conservées selon différents modes. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Biologie, Option Microbiologie Appliquée, Université Kasdi Merbah Ouargla, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Département des Sciences de la Nature et de la Vie, 61p.
- **BENSID A, (2018).** Hygiène et inspection des viandes rouges, Ed Djelfa info, p.204 <http://djelfa.info/éditions>.

- **BISS, M. E., HATHAWAY, S. C. A (1998).** HACCP-based approach to hygienic slaughter and dressing of lamb carcasses. *New Zealand Veterinary Journal*, Vol 46, 167-172.
- **BISWAS AK, KONDAIAH N, ANJANEYULU ASR, MANDAL PK. (2011).** Causes, concerns, consequences and control of microbial contaminants in Meat. *Int. J. of Meat Sci.*, 1(1): 27.35.
- **BONNEFOY C, GUILLET F, LEYRAL G, VERNES- BOURDAIS E. (2002).** Population contaminant altérant la qualité sanitaire et marchande. In *Microbiologie et Qualité dans les Industries Agroalimentaires*. Collection Biosciences et Techniques, Série Sciences des Aliments; 248p.
- **BORNERT G. (2000).** “Importance Des Bactéries Psychrotrophes En Hygiène Des Denrées Alimentaires.” *Revue Méd. Vét* 151 (11): 1003–10.
- **BOULIANNE M., et KING A J., (1998).** Meat Color and Biochemical Characteristics of Unacceptable Dark-Colored Carcasses. *J. Food Sci.*63.
- **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 & Doc: Paris; 672 p.
- **CARTIER, P. (2007).** Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. *Interbev*, (149).
- **CHOUGUI N., (2015).** technologie et qualité des viandes. Thèse de magister. Université Abderrahmane Mira de BEJAIA.
- **COHEN N, ENNAJI H, BOUCHRIF B, HASSAR M, AND KARIB H. (2007):** Comparative Study of Microbiological Quality of Raw Poultry Meat at Various Seasons and for Different Slaughtering Processes in Casablanca (Morocco). *J. Appl. Poult. Res.*16:502–508.
- **COIBION L. (2008)** Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine. Adaptation à la demande du consommateur. Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. p 7-25.
- **COLLIN D., (1972),** La viande de bovin. Livre 1. Tome 3 Doin . p121.
- **COLLOBERT J. F., DOREY F., DIEULEVEUX V. et MAELE G.V., (2003).** Contrôle microbologique de carcasses bovines en référence à la décision communautaire 2001/4711C,E du 08 juin 2001. *Rec. Vét. Prat. de France*, T;87.no5, 257 - 261.
- **COLLOBERT J-F, DIEULEVEUX V, THEZE S. ET DOREY F (2007).** Évaluation de l'efficacité du nettoyage et de la désinfection d'un atelier de découpe. 21 :24--30.
- **COMMISSION NATIONALE DES RESSOURCES GENETIQUES ANIMALES, (2003).** Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales : Algérie. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.fao.org/3/a1250e/annexes/CountryReports/Algeria.pdf>
- **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., (1966).** La viande de bovins .Tome I .Ed Vignot frère, Paris p 7 486.
- **DENNAÏ N, KHARRATTIB B. ET EL YACHIOUIM A. (2001).** Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. Annales de Médecine Vétérinaire. 145 : 270-274.
Disponible à l'adresse suivante : http://www.fao.org/ag/againfo/themes/fr/meat/slaugh_process.html.
- **DUSKOVA M., KAMENIK J., AND KARPISKOVA R. (2013).** “*Weissella Viridescens* in Meat Products – a Review.” *Acta Veterinaria Brno* 82 (3): 237–41. doi:10.2754/avb201382030237.
- **EDWARDS., J.R, FUNG., DANIEL Y.C. (2006).** Prevention and decontamination of *Escherichia coli* o157:h7 on raw beef carcasses in commercial beef abattoirs, *Journal of Rapid Methods et Automation in Microbiology*, Volume 14, Number 1, pp. 1-95(95).
- **EFSA (2006). European Food Safety Authority.** The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2005. *The EFSA Journal*, , 94, 1-236.
- **EL HADEF EL OKKI S., EL GROUD R., KENANA H., QUESSY S., (2005).** Évaluation de la contamination superficielle des carcasses bovines et ovines provenant de l’abattoir municipal de Constantine en Algérie, *Can Vet J*; 46:638–640.
- **ELRAMOUZ R., (2008).** Etude des changements biochimiques post mortem dans le muscle des volailles .Contribution au déterminisme de l’amplitude de la diminution du pH. P3-4.
- **ERIKSEN .P.J, 1978.** Abattoirs et postes d’abattoirs : dessin et construction. FAO 1979.
- **ESLAVA C., VILLASECA J., HERNANDEZ U., CRAVIOTO A. (2003).** *Escherichia coli*. In: Miliotis M.D., Bier J.W. (Ed.) *International Handbook of Foodborne Pathogens*. Marcel Dekker: New York, 123-135.
- **EUZEBY J.P, (2007).** Dictionnaire de bactériologie vétérinaire. Adresse URL :
- **FAO (2017).** Consommation mondiale de viande, Disponible à l’adresse suivante : <https://www.planetoscope.com/elevage-viande/1235-consommation-mondiale-de-viande.html>
- **FAO (2006).** Bonnes pratiques pour l’industrie de la viande, inspection ante mortem. Rome. Section 6 p5
- **FAO (2006).** Bonnes pratiques pour l’industrie de la viande, Manipulations avant l’abattage, méthodes d’étourdissement et d’abattage. Rome. Section 7 p3.
- **FAO, (1994).** Etude FAO, Production et santé animale, Abattage, découpe de la viande et traitement ultérieure.
- **FAO, (1994).** Technique et règles d'hygiène en matière d'abattage et de la manipulation de la viande dans l'abatage. ISBN. Rome. pp23-24.
- **FAO, (2020).** Diagramme du processus d’abattage. Production et santé animales.

- **FAO, (2020).** Production et santé animale. Composition de la viande. Disponible à l'adresse suivante : http://www.fao.org/ag/againfo/themes/fr/meat/backgr_composition.html
- **FAO., (2006).** Bonnes pratiques pour l'industrie de la viande, Transport des animaux d'abattoir. Rome. Section 5 p3.
- **FAO., (2014).** Qualité de la viande. Disponible à l'adresse suivante : URL : http://www.fao.org/ag/againfo/themes/fr/meat/quality_meat
- **FAO., (2019).** Production mondiale de viande en 2018. Disponible à l'adresse suivante : https://www.3trois3.com/derniere_heure/fao-production-mondiale-de-viande-en-2018_13646/#
- **FENG P. (2001).** *Escherichia coli*. In: Labbé R.G., García S. (Eds.), Guide to foodborne pathogens. John Wiley and Sons, Inc.: New York, 143-162.
- **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.
- **FERRANDO R (1966).** Détermination microscopique des composants des aliments du bétail. Vigot frères, Paris, 1966, 1^{re} édition, 112 p.
- **FOCUS PERFORMANCE, (2020).** Le diagramme d'Ishikawa, c'est quoi ? Disponible à l'adresse suivante : URL : <https://www.pyx4.com/blog/le-diagramme-dishikawa-cest-quoi/>
- **FOSSE J.A.S., CAPPELIER J-M, LAROCHE, FRADIN 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.A.S., (2003).** Les dangers pour l'homme liés à la consommation des viandes. Evaluation de l'utilisation des moyens de maîtrise en abattoir. Thèse de l'Ecole nationale vétérinaire de Nantes. p24-46.
- **FOURNAUD J, (1988).** Conservation des viandes in L'hygiène et sécurité alimentaire dans la filière vinde. Apria. Paris. pp43. P71.
- **FOURNAUD J., GRAFFINO G., ROSSET R. et JACQUE R., (1978) :** Contamination microbienne des carcasses à l'abattoir. *Industries Alimentaires et Agricoles*, 95 (4) : 273-282.
- **FOURNIER V., (2003).** La conservation des aliments. Cours de microbiologie générale, Université Laval.
- **FRAYSSE J.L et DARRE A., (1990).** Composition et structure du muscle évolution post-mortem qualité des viandes volume 1. Ed Lavoisier technique et documentation. Paris .p227-228.p374.
- **FREDOT E, (2007).** Nutrition du bien-portant : Bases nutritionnelles de la diététique. Tec & Doc Lavoisier.

- **FROUIN A et JONEAU D, (1982).** Les opérations d'abattage in L'hygiène de technologie de la viande fraîche. CNRS. Paris. pp35-44. p352.
- **GARENAUX A, RITZ-BRICAUD M, FEDERIGHI M. (2005).** Campylobacter et sécurité des aliments : analyse, évaluation et gestion du danger. P378.
- **GHAFIR ET DAUBE, (2007).** Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. *Ann. Méd. Vét.*, 151: 79-100.
- **GILL, C. O., MC GINNIS, J. C., BRYANT, J. (1998).** Microbial contamination of meat during the skinning of beef carcass hindquarters at three slaughtering plants. *International Journal of Food Microbiology*, Vol 42, 175-184.
- **GIRARD J.P et VALIN C, (1988),** Technologie de la viande et des produits carnés. APRIA, INRA, Lavoisier technique et documentation .Paris. pp01.p280
- **GIRARD, J. P., RANDRIAMANARIVO, M. ET DENOYER, C. (1986).** Les lipides animaux dans la filière viande. Station de recherches sur la viande INRA. vol.2. n.39. 158p.
- **GUERRA L., (2007),** Contribution à la connaissance des systèmes d'élevage bovin. Thèse en vue de l'obtention de diplôme d'ingénieur d'état en Agronomie : Production animale. Sétif : université Ferhat Abass.P26.
- **GUIRAUD J.P, (2012).** Microbiologie alimentaire, Collection Industrie Agroalimentaire, Ed Dunod.
- **GUIRAUD J.P., (2003).** Microbiologie alimentaire. Dunod – RIA. p696, 144.
- **HAMIDACHE N. (2010).** Intoxications alimentaires en été, Les ravages de la restauration rapide. Disponible à l'adresse suivante :URL : <http://www.lexpressiondz.com/nationale/les-ravages-de-la-restauration-rapide-81010>.
- **HARDIN M. D., ACUFF G. R., LUCIA L. M., OMAN J. S. & SAVELL J. W., (1995).** Comparison of methods for decontamination from beef carcass surfaces. *Journal of Food Protection* 58 (4): 368 – 374.
- **HENRY M, (1992).** Les Viandes De Boucherie Dans L'alimentation Et La Nutrition Humaine. Esf .Paris . .Pp738-750.P1533.Pp739-741, Pp747-748.
<http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/>.
- **HUFFMAN R.D., (2002).** Current and future technologies for the decontamination of carcasses and fresh meat. *Meat science*. 2002, vol. 62, 285 - 294.
- **JEANTET R., CROGUENEC T., SCHUCK P. & BRULE G., (2006).** Science des aliments, Biochimie- Microbiologie - procédés - produits. Volume 1 : stabilisation biologique et physico-chimique. Edition : TEC&DOC, Londres, Paris, New York, p 79 – 255.
- **KORKEALA H., SUORTTI T., AND MÄKELA P. (1988).** “Ropy Slime Formation in Vacuum-Packed Cooked Meat Products Caused by Heterofermentative *Lactobacilli* and a *Leuconostoc* Species.” *International Journal of Food Microbiology* 7: 339–47.
- **KPODEKON TM, GOUSSANOU JSE, ATTAKPA YE, BOKO CK, AHOUNOU GS, SALIFOU CFA, TOUGAN PU, YOUSAO AKI. (2013).** Evaluation of

macroscopic and microbiological hazards of indigenous pork consumption in south of Benin. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 2(5): 98-109.

- **LA MOISE P., ROUSSEL-CIQUARD N., ROSSET R. (1984).** Evolution des qualités organoleptiques. Les viandes, Informations Techniques des Services Vétérinaires.
- **LE PETIT LAROUSSE ILLUSTRÉ, (2017).** Edition Larousse, Collectif (Auteur), 2048 pages.
- **LECLERCQ A, (2006).** (CNR de la Peste et autres yersiniozes). Coordination scientifique : R. Lailler.
- **LEMAIRE J.R, (1982).** Description et caractères généraux des principales étapes de la filière viande dont hygiène et technologie de la viande fraîche .CNRS .Paris .pp17-61.p352.
- **LES PRODUITS DE LA MER, (2012).** Disponible à l'adresse suivante : <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&v>.
- **LEYRAL G, et VIERLING E. (2007).** Microbiologie et toxicologie des aliments, Hygiène et sécurité alimentaires, SCIENCES DES ALIMENTS.
- **LOZACH E., (2001).** Le sel et les microorganismes. École nationale vétérinaire de maison ALFORT. *Thèse de Doctorat*. Pp 6 -112.
- **LÜCKE F.K., (2000).** Utilization of microbes to process and preserve meat. *Meat Science*.vol. 56, 105-115.
- **MAAS VAN BREKEL B., VAN DEN BOOGAARD B., ET HEIJNEN C., (2005),** La conservation du poisson et de la viande. © Fondation Agromisa, Wageningen .p10.
- **MACKEY, B. M, ROBERTS, T. A. (1993).** Improving slaughter hygiene using HACCP and monitoring. *Fleischwirtschaft*, Vol 73, 1, 58-61.
- **MADR (Ministère de l'agriculture et de développement rural), (2019).** Statistiques Agricoles. (<http://madrp.gov.dz/agriculture/statistiques-agricoles/>)
- **MARCHANDIN H., (2007).** Physiologie bactérienne, Cours Bactériologie. Faculté de Médecine Montpellier – Nîmes p 1- 3.
- **MEKHTICHE, (2004).** Les bactéries lactiques dans le milieu des viandes et produits carnés. 2e partie : aspects technologiques, Bulletin de liaison du CTSCCV / Vol.14 N° 3/2004, pp : 23-32
- **MONTEL M C., (1984),** Microbiologie des viandes en cours de conservation. Bultintech C.R .Z.N.Theix INRA p 57, 61,63.
- **MOSSEL, D.A.A. (1985).** Milieu pour Enterobacteriaceae. *Int. J. Food. Micobiol.* 2 : 27-35.
- **NICOLLE, B. (1986).** Etude bibliographique de la contamination superficielle des carcasses dans les abattoirs. Thèse de doctorat de l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, p83.

- **NORME ISO 8402:1994.** Management de la qualité et assurance de la qualité — Vocabulaire 1994.
- **NYCHAS G-J. E., SKANDAMIS P.N., TASSOU C.C., and KOUTSOUMANIS K.P. (2008).** “Meat Spoilage during Distribution.” *Meat Science* 78 (1-2): 77–89. doi:10.1016/j.meatsci.2007.06.020.
- **OCDE/FAO., (2017).** « Perspectives agricoles de l’OCDE et de la FAO », Statistiques agricoles de l’OCDE (base de données), Disponible à l’adresse suivante : <http://dx.doi.org/10.1787/agr-outl-data-fr>
- **ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE, (1988).** Lutte contre les salmonelloses : le rôle de l’hygiène appliquée aux animaux et aux produits série de rapports techniques. Genève : OMS, 91p
- **OULD EL HADJ M D., BOUZGAG B., BOURASE A., MOUSSAOUI S., (1999).** Etude comparative de quelques caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de la viande du dromadaire chez les individus de type Sahraoui à différente âge. Premières Journée sur la Recherche Cameline – Ouargla. p19.
- **OUSSALAH M., CAILLET S., SAUCIER L. & LACROIX M., (2006).** Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas Putida* strain isolated from meat. *Meat Science*, vol. 73, 236-244.
- **RAHKIO T.M et KORKEALA H.J: (1997).** Airborne bacteria and carcass contamination in slaughterhouses. *Journal of Food Protection*, 60: 38-42.
- **RAY B. (2001).** Indicators of bacterial pathogens. In: Ray B. (Ed.) *Fundamental food microbiology*. CRC Press: Boca Raton, 409-417.
- **REVEILLARD B, (2016).** La viande dans l’histoire, Disponible à l’adresse suivante : <http://blog.univ-angers.fr/blogsurlaviande/author/breveillard/>
- **ROBINSON R. K., BATT C. A., PATEL P. D. (2000).** Encyclopedia of Food Microbiology.
- **ROSSET R, (1984).** Les méthodes de décontamination des viandes dans traitement divers dans l’hygiène et technologie de la viande fraîche .CNRS .Paris.
- **ROSSET R., (1982).** Les méthodes de décontamination des viandes : traitement divers. Hygiène et technologie de la viande fraîche. p 193-202.
- **ROSSET. R. et LEBERT.F, (1982).** Les règles d’hygiènes envisageables aux différents stades de la filière viande : Principe (277-280). In : CNERNA commission « viandes et produits carnés », hygiène et technologie de la viande fraîche.- Paris : Ed. CNRS.- 352p.
- **SADOUD M, (2019).** Perception de la viande ovine par le consommateur de la région de Tiaret en Algérie. Revue scientifique Viandes & Produits Carnés, Référence de l’article : VPC-2019-35-2-2 Date de publication : 8 mai 2019 Disponible à l’adresse suivante : <https://www.viandesetproduitscarnes.fr/index.php/fr/1002>
- **SALIFOU, C.F.A., BOKO, K.C. , ATTAKPA, Y.E., AGOSSA, R., OGBANKOTAN, I., FAROUGOU, S., MENSAH, G.A., SALIFOU, S.,**

CLINQUART, A., YOUSAO, A.K.I. (2013). Evaluation de la qualité bactériologique de viande fraîche de bovins abattus aux abattoirs de Cotonou- Porto- Novo au cours de la chaîne de distribution. *Journal of Animal & Plant Sciences* ,17(2) ,2567-2579.

- **SCOTT, D.W. (1988).** Structure and function of the skin. In : Large Animal Dermatology, Philadelphia : Sanders, W.B. 487p.
- **SOLTNER D, (1979).** La production de viande bovine. Collection sciences et techniques agricoles.
- **STARON T., (1982).** Viande et alimentation humaine .Ed. Apria, Paris. P 110.
- **ST-GEORGES S, COTE G, DION S, MARIER A. (2020).** Manuel des méthodes d'inspection des abattoirs, Québec. Disponible à l'adresse suivante : https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/Manueldesmethodes_inspectionabattoirs.pdf
- **SYLLA P., (1994)** : Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et commerciale des merguez vendues sur le marché dakarois. Th: Méd. vét; Dakar ; n°13, 81 pages.
- **TOURAILLE C., (1994),** Incidences des caractéristiques musculaires sur les qualités organoleptiques des viandes. Renc Rech. Ruminants .p 169-176.
- **UE. (2005).** Union Européenne, règlement (CE) n° 2073/2005 de la Commission du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicable aux denrées alimentaires. Journal Officiel de l'Union Européenne, L 338/24. Université Laval. p 12.
- **VALLOTTON M. (2004).** Evaluation de l'hygiène sur une chaîne d'abattage bovin à l'aide d'examen bactériologiques de surface.
- **VIRLING E. (2003).** Les viandes dans l'aliment et boissons. CRDP, France. pp. 170.

ملخص:

ان اللحوم منتج غذائي هام للبشر , الغني بالبروتين و الماء , و هي أغذية قابلة للتلف , و لذ لك فهي تشكل أساسا مؤاثيا لانتشار الميكروبات الذي يضر بصحة المستهلك , و بالمقارنة بالعقد السابق فقد تطور انتاج اللحوم و استهلاكها , يستهلك اكثر من 10000 كغم كل ثانية في العالم , و بالتالي فان الشاغل الرئيسي هو ضمان توفير لحوم صحية للمستهلك .

و يهدف العمل الوارد وصفه في هذا الموجز الى:

تحديد نوعية اللحوم (العضوية و التغذية و الصحية)

تحديد الخطوات المتعلقة بنقل اللحوم من منشئها المذبح الى وجهتها الوسيطة الجزار و النهائية المستهلك , وفقا لقواعد

الصحة و السلامة و لا سيما مراحل الذبح و نقل اللحوم .

تقييم مستوي التلوث من الذبح الي التوزيع ,

نبيت تلوث اللحوم ,

كلمات مفتاحيه : اللحوم , جودة اللحوم , مذبح , جزار , نبيت التلوث.

ABSTRACT

Meat is an important nutritional product for humans, rich in proteins and water. It is a perishable foodstuff and therefore a breeding ground for microbial growth that could be detrimental to the health of consumers.

The production and consumption of meat has evolved, it is currently consumed at a rate of more than 10,000 kg per second worldwide, this is why the main concern is to guarantee healthy meat to the consumer.

The objectives of the work are to :

- To defining the quality of the meat from an organoleptic, nutritional, hygienic and sanitary point of view,
- Describe the steps involved in transporting the meat from its origin, i.e. the slaughterhouse, to its intermediate butchery destination and finally to the consumer, in accordance with health and safety rules.
- Describe the stages of meat contamination from slaughter to distribution
- Describe the different types of meat contamination flora.

Keywords : Meats, quality, slaughterhouse, butchery, contamination flora.

RÉSUMÉ

La viande est un produit nutritionnel important pour l'homme, riche en protéines et en eau. C'est une denrée alimentaire périssable, elle constitue ainsi un terrain favorable à la prolifération microbienne nuisible à la santé du consommateur. Comparée à la décennie antérieure la production et la consommation de viande a évolué, il se consomme plus de 10 000kg chaque seconde dans le monde, donc le souci majeur est d'assurer une viande saine au consommateur.

Le travail a pour objectifs de :

- Définir la qualité de la viande du point de vue organoleptique, nutritionnelle, hygiénique et sanitaire,
- Décrire les étapes relatives à l'acheminement de la viande depuis son origine soit l'abattoir jusqu'à sa destination intermédiaire boucherie et définitive le consommateur, et ce, conformément aux règles d'hygiène et de sécurité,
- Développer les étapes de la contamination des viandes depuis l'abattage à la distribution,
- Décrire les différentes flores de contamination des viandes.

Mots clés : Viandes, qualité, abattoir, boucherie, flore de contamination.