

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

Contamination de la viande rouge dans l'industrie carnée : étude bibliographique

Présenté par : AGOUDJIL Asma Rahma

BOUDOUHA Abir

Soutenu publiquement, le : 26-10-2021

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

Nous exprimons tout d'abord notre gratitude à « ALLAH » le élément de nous avoir donné le courage, l'inspiration et l'illumination intérieure, que nous ne pouvons pas exprimer mais que le cœur ressent pour mener à bien ce travail.

En tout premier lieu, nos remerciements s'adressent à notre promotrice Mme BOUNAMED Radia pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, pour sa générosité et sa disponibilité permanente durant notre préparation de ce mémoire. Aussi, sans l'aide de notre chère promotrice Mme BOUNAMED Radia ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour.

Nos vifs remerciements vont aux membres du jury M. GOUCEM R. en sa qualité de Président & M. HAMDI T.M. en sa qualité d'Examinateur. Nous vous remercions d'avoir accepté de juger notre présent travail.

En fin toute personne qui a participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire est sincèrement remerciée. Aussi, les enseignants qui ont participé à notre formation sont sincèrement remerciés et plus particulièrement

M. CHARIF T. pour ses précieux conseils.

DEDICACES

Je dédie ce travail avec un grand amour

*A la mémoire de ma sœur jumelle décédée trop tôt Sabrina,
Qui son beau sourire ne m'a jamais quitté l'esprit.*

*A ma grande mère Yamina qui demande peu et donne beaucoup,
Que dieu la protège et la préserve.*

*A ma chère mère Djawida et mon cher père Samir pour les sacrifices
Qui ont consenti pour mon bien être.*

*A mes tantes Hafida, Hassina et Rabia pour leurs générosité et leurs
Bien vaillance qui m'ont beaucoup aidé à surmonter toutes les épreuves.*

*A mon frère Mahmoud et mes sœurs Meriem, Narimane et Rania,
Pour l'immense bonheur qu'elles me procurent.*

*A mes meilleurs cousines Aya, Fatima, Abir et Amina
Et à tous ceux qui me sont chers.*

*A mon cher binôme Abir pour son aide précieux
Et à toutes mes meilleures amies
Yasmine, Amina, Selma, Milissa, Dallel et Neila.*

Asma Rahma AGOUDJIL

*Je dédie ce travail à qui je n'arriverais jamais
à exprimer mon sincère amour, mes parents, surtout ma mère qui m'a
toujours soutenue et épaulée pour que je puisse atteindre mes objectifs.*

A mon cher mari .

*A mes chères sœurs et A mes adorables deux petits frères
A mes chères amies Melissa, Houda, Leila, Ilham pour leurs aide et support
dans les moments difficiles*

A mon cher binôme pour son entente et sa sympathie.

ABIR BOUDOUHA

Résumé :

La viande est le produit de transformation du muscle après la mort de l'animal. Sa qualité prend en compte 4 composantes, à savoir la qualité technologique, la qualité organoleptique, la qualité nutritionnelle et la qualité hygiénique. Sa composition en eau et en protéines de haute valeur biologique fait qu'elle est une niche très favorable au développement des microorganismes pathogènes et d'altération. Des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication (BPH-BPF) sont donc requises afin d'éviter au maximum la contamination des aliments au cours de leur fabrication. Cette étude bibliographique comprend quatre chapitres. Le premier et le second traitent les généralités sur les boucheries et la viande bovine (composition, qualités et dangers) respectivement alors que le troisième est consacré à l'étude des principaux microorganismes contaminant les viandes et les surfaces de travail. Enfin, un quatrième chapitre vise à étudier la prévention des dangers liés à l'homme avant de terminer par une conclusion.

Mots clés : microorganismes pathogènes, microorganismes d'altération, viande, qualité, BPH-BPF

Abstract :

Meat is the product of transformation of the muscle after the death of the animal. Its quality takes into account 4 components, namely technological quality, organoleptic quality, nutritional quality and hygienic quality. Its composition in water and proteins of high biological value makes it a very favorable niche for the development of pathogenic and spoilage microorganisms. Good hygienic and manufacturing practices (GHP-GMP) are therefore required in order to avoid contamination of foods during their manufacture. This bibliographic study includes four chapters. The first and the second deal with the generalities on butcheries and beef (composition, qualities and dangers) respectively while the third is devoted to the study of the principal microorganisms contaminating meats and work surfaces. Finally, a fourth chapter aims to study the prevention of hazards related to humans before ending with a conclusion.

Key words: pathogenic microorganisms, microorganisms of alteration, meat, quality, GHP-GMP

الملخص

اللحوم هي نتاج تحول العضلات بعد موت الحيوان. وتراعي نوعيته عناصر 4 ، وهي النوعية التكنولوجية ، والنوعية العضوية ، والنوعية التغذوية ، والنوعية الصحية. وتركيبه في الماء والبروتينات ذات القيمة البيولوجية العالية يجعله مكانا مواتيا جدا لتطوير الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض والمدمرة. لذا فإن ممارسات النظافة الصحية والتصنيع الجيدة مطلوبة لتجنب أكبر قدر ممكن من تلوث الأغذية أثناء تصنيعها. وتشمل هذه الدراسة الببليوغرافية أربعة فصول. ويغطي الأول والثاني الجوانب العامة للحوم ولحوم البقر (التكوين والصفات والأخطار (على التوالي ، في حين يتناول الثالث الكائنات الدقيقة الرئيسية التي تلوث اللحوم والأسطح العاملة. وأخيرا ، يهدف فصل رابع إلى دراسة الوقاية من الأخطار المتصلة بالبشر قبل أن يختتم بيانه باستنتاج

الكلمات المفتاحية: الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض ، الكائنات الدقيقة المدمرة ، اللحوم ، النوعية ، الممارسات الجيدة

Liste des abréviations

AFSCA : Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire

ADN : Acide désoxyribonucléique

ARN : Acide ribonucléique

CCA : Commission du Codex Alimentarius

CE : Conseil de l'Union Européenne

CF : Coliformes

E. coli : *Escherichia coli*

ECET : *E. coli* entérotoxigéniques

ECEI : *E. coli* entéroinvasives

ECEP : *E. coli* entéropathogènes

ECEH : *E. coli* entérohémorragiques

ECEAgg : *E. coli* entéroaggrégatives

FAMT : Flore aérobie mésophile totale

FAO : Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

FIFO : first in, first out

FSA : Food Standards Agency

HACCP : Hazard Analysis Critical Control Points

ICMSF : Commission Internationale des Spécifications Microbiologiques pour les Aliments

INSPQ : Institut national de santé publique du Québec

ISO : Organisation Internationale de Normalisation

OIE : Organisation Mondiale de la Santé Animale

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

UE : Commission de l'Union Européenne

Liste des tableaux

Tableau 1 : Constituants de la viande (Jacotot <i>et al.</i> , 1983).....	4
Tableau 2 : Dangers et risques possibles dans les produits alimentaires (Branger <i>et al.</i> , 2007)	21

Liste des figures

Figure 1 : Viandes de boucherie (Anonyme, 2016)	3
---	---

Table des matières

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I: GENERALITES SUE LA VIANDE ROUGE.....	3
I. Définition	3
II. Importance de la viande dans l'alimentation.....	3
III. Composition de la viande	4
IV. Qualités de la viande	4
V. Microorganismes de la viande.....	5
V.1.Type de microorganismes.....	5
V.2. Normes microbiologiques de la viande	8
CHAPITRE II: MICROORGANISMES CONTAMINANT LES VIANDES ET LES SURFACES DE TRAVAIL.....	10
I. Microorganismes.....	10
I.1.Définition	10
I.2. Différents types de micro-organismes.....	10
II. Flores responsables d'altérations de la viande et de toxi-infections alimentaires	12
II.1. Flore aérobie mésophile totale	12
II.2. Coliformes totaux.....	13
II.3. Coliformes thermotolérants	13
III. Flores responsables de toxi-infections alimentaires.....	13
III.1. <i>E. coli</i>	13
III.2. Salmonelles.....	16
IV. Flores responsables d'altérations de la viande	16
IV.1. Putréfaction de la viande	16
IV.2. Signes d'altération de la viande	17
IV.3. Microorganismes responsables de l'altération de la viande	18
IV.4. Prévention de l'altération	18
CHAPITRE III : PREVENTION DES DANGERS LIES A L'HOMME	20
I. Définitions réglementaires (décret 17 /140)	20
I.1. Sécurité des aliments.....	20
I.2. Salubrité des aliments.....	20
I.3. Danger	20
I.4. Hygiène des denrées alimentaires	20
II. Analyse des dangers	20
III. Contamination des aliments	22
IV. Bonnes pratiques hygiéniques (BPH)	22
IV.1. Dangers liés à l'homme.....	22
CONCLUSION	26
LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	27



Bourgeoise achetant des entrecôtes, gravure du XVII^e siècle publiée chez F. Guérard.
BnF, Cabinet des Estampes.

INTRODUCTION

La viande est le produit de transformation du muscle après la mort de l'animal. Sa qualité prend en compte 4 composantes, à savoir la qualité technologique, la qualité organoleptique, la qualité nutritionnelle et la qualité hygiénique. De ce fait, la viande ne doit contenir aucun résidu toxique, aucun parasite, ni être le siège d'un développement bactérien susceptible de produire des éléments nocifs (Coibion, 2008). 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). Sa composition en eau et en protéines de haute valeur biologique fait qu'elle est une niche très favorable au développement des microorganismes (Benaïssa, 2011). De même, la transformation de l'animal vivant en carcasse puis en viande s'accompagne généralement d'une contamination microbienne au cours du procédé pouvant induire l'apparition de toxi-infections alimentaires chez l'homme (Cartier, 2004). De nombreuses recherches microbiologiques ont été menées sur la viande et ont permis d'isoler par stade de production, plusieurs types de microorganismes selon qu'il s'agit de la viande fraîche, de la viande hachée ou de préparations à base de viande (Dennaï *et al.*, 2001 ; Benaïssa, 2011 ; Biswas *et al.*, 2011 ; Kpodékon *et al.*, 2013). La connaissance de ces derniers est indispensable pour une bonne maîtrise de la contamination assurant la sécurité sanitaire des consommateurs de viandes (Salifou *et al.*, 2013).

Les viandes sont aussi sujettes à la putréfaction qui résulte de la dégradation progressive du muscle par des bactéries et certaines levures s'attaquant aux protéines musculaires. Les composés issus du développement bactérien sont responsables de l'aspect et de l'odeur des viandes altérées. Les premières manifestations de ce phénomène sont discrètes et sont représentées par l'apparition d'une odeur dite de relent et une modification de l'aspect de la viande qui devient poisseuse. Par la suite, lorsque le phénomène s'intensifie, des modifications plus importantes se développent. Il s'agit de l'odeur putride, du noircissement et du ramollissement des produits en superficie. Ces phénomènes entraînent le retrait de ces produits de la consommation humaine. Le manque de maîtrise des bonnes conditions hygiéniques telles que le froid, facteur déclenchant la prolifération des microorganismes de putréfaction, sont souvent à la base de l'apparition de ces composés dangereux.

Afin de diminuer ou bien de détruire le développement microbien, différents procédés de conservation de la viande ont été mis au point, au fil de l'histoire, à savoir le froid (réfrigération, congélation), le chaud (séchage, cuisson), le salage, etc.

Cette étude bibliographique est scindée en quatre chapitres. Le premier et le second traitent les généralités sur les boucheries et la viande bovine (composition, qualités et dangers)

respectivement alors que troisième est consacré à l'étude des principaux microorganismes contaminant les viandes et les surfaces de travail. Enfin, un quatrième chapitre vise à étudier la prévention des dangers liés à l'homme avant de terminer par une conclusion.

CHAPITRE I: GENERALITES SUE LA VIANDE ROUGE

I. Définition

Le Codex Alimentarius définit la viande 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 » (Codex Alimentarius, 2012) .

La figure 01 regroupe les différentes viandes de boucherie ou viandes hors volaille.

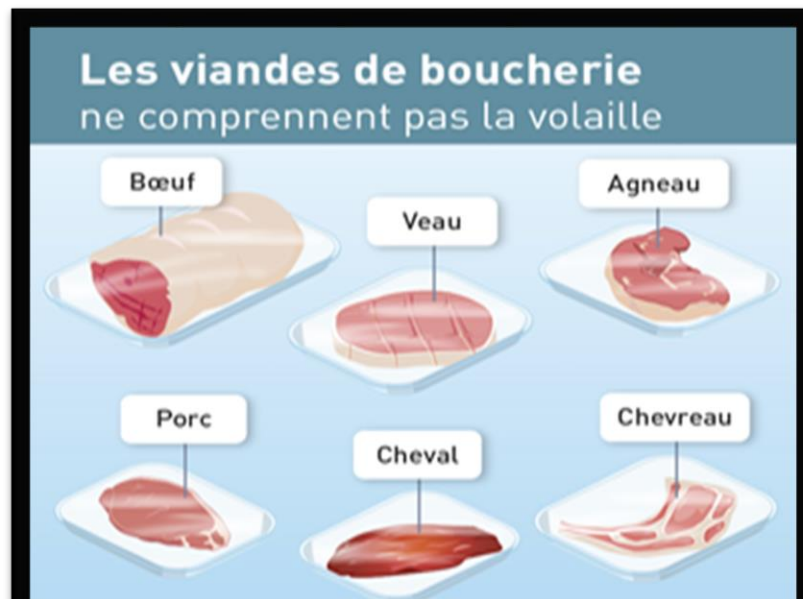


Figure 1 : Viandes de boucherie (Anonyme, 2016)

II. Importance de la viande dans l'alimentation

La viande nous apporte quelques nutriments essentiels tels que protéines, les sels minéraux (fer) et les vitamines du groupe B. La qualité des protéines apportées par la viande est si élevée qu'une quantité minime permet facilement de couvrir les besoins en protéines de l'homme dont le rôle essentiel réside dans la synthèse et le renouvellement des protéines constitutives de l'organisme (Jacotot *et al.*, 1983).

III. Composition de la viande

La viande est composée d'eau, de protéines (dont des enzymes) et d'acides aminés, de sels minéraux, de graisses et d'acides gras, de vitamines et d'autres composants bioactifs, et de petites quantités de glucide (Jacotot *et al.*, 1983) :

- Les protéines représentent 12-20p 100 de la partie comestible et 50-80p 100 du poids sec. Les principales sont la myosine, la myostroïne et le collagène ;
- La myoglobine donne à la viande sa couleur rouge caractéristique qui passe au brun lors de l'oxydation (cuisson, longue conservation) ;
- Les lipides sont en quantité très variable selon l'animal et le morceau : 5p 100 pour le poulet ; 5-10p 100 pour le veau, le lapin ; 10-20p 100 pour la charcuterie.

Le muscle strié est le constituant principal des carcasses des animaux de boucherie. Il est constitué des éléments qui sont décrits dans le tableau 1.

Tableau 1 : Constituants de la viande (Jacotot *et al.*, 1983)

Eau	75%
Protéines	18 ,5%
Lipides	3
Substances azotées non protéiques	1,5
Glucides et catabolites	1
Composés minéraux	1

IV. Qualités de la viande

Selon Ludovic (2008), 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 ».

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

- La qualité nutritionnelle ;
- La qualité hygiénique ;
- La qualité de service ou d'usages ;
- Les qualités organoleptiques.

Il s'agit 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 (Vautier, 2005).

Ces sensations peuvent se classer suivant trois modalités:

- Qualitative : déterminant la nature de la chose, qui est la caractéristique de ce qui est perçu ;
- Quantitative : qui représente l'intensité de cette sensation ;
- Hédoniste : qui caractérise le plaisir ressenti par l'individu (Ludovic, 2008).

V. Microorganismes de la viande

Plusieurs types de microorganismes peuvent se développer dans les viandes. Il s'agit de virus, de bactéries et de champignons microscopiques .

V.1.Type de microorganismes

V.1.1.Virus

Les virus sont peu recherchés dans les matières alimentaires, biens qu'ayant une importance qualitative. Il y a les entérovirus aussi , des auteurs ont mis en évidence des poliovirus (types 1, 2,3) dans la viande hachée aux USA. Enfin, selon Labie (1987), il est possible de contracter les virus rabiques par voie digestive.

V.1.2. Champignons microscopiques

Les moisissures des genres *Penicillium* et *Aspergillus* ont été rencontrées sur les viandes (Eeckhoutte, 1979). Aboukheir et Kilbertus (1974) signalent également la présence de levures appartenant aux genres suivants (*Saccharomyces*, *Hansenula*, *Corylopsis* et *Candida*).

V.1.3. Bactéries

V.1.3.1. Bactéries saprophytes et pathogènes

- **Bactéries saprophytes**

Cette flore banale est la plus fréquente. Elle n'engendre pas de maladie ou d'intoxication alimentaire mais peut, par sa présence massive, provoquer des altérations de la viande. Sa fréquence spécifique est variable suivant les auteurs (Azam, 1971).

Pour Ayres et Fournaud cités par Bello (1988), 27 genres bactériens ont été isolés sur les viandes et les volailles. Les genres *Pseudomonas*, *Acinetobacter* et *Micrococcus* apparaissent avec une fréquence de plus de 80%, puis les entérobactéries et *Flavobacterium* avec 61% (Bello, 1988).

- **Bactéries pathogènes**

Parmi les bactéries pathogènes, nous citons les *Eresipelothrix rhusiopathiae* (bacille du rouget), *Mycobacterium* (bacille tuberculeux), *Coxiella burnetii* (pour la contamination des carcasses) et les Campylobactéries (Singleton 1984). Il en existe d'autres qui sont surtout causes d'intoxications alimentaires tels que anaérobies sulfito-réducteurs, notamment *Clostridium perfringens*, de *Salmonella* et *Staphylococcus aureus* (Singleton, 1984).

V.1.3.2. Origine de la contamination

La contamination peut être provoquée par des personnes (microorganismes sur la peau, les mains, les intestins, la gorge ou les coupures), la terre, la poussière, les eaux usées, l'eau de surface, le fumier et les aliments déjà altérés (Brigitte *et al.*, 2005). Selon Ndiaye (2002), elle peut aussi avoir lieu par l'intermédiaire d'instruments mal lavés, d'animaux domestiques et de compagnie, d'animaux nuisibles ou d'animaux abattus dans de mauvaises conditions d'hygiène. La contamination après un traitement de conservation est particulièrement dangereuse. Elle peut survenir par exemple, suite à l'entreposage d'un morceau de viande cuit sur une assiette qui avait contenu de la viande crue (Brigitte *et al.*, 2005).

La contamination de la viande se fait par les micro-organismes suivant deux origines (Ndofi, 2006):

- La contamination d'origine animale endogène (avant abattage de l'animal) ;

- La contamination d'origine exogène (après abattage de l'animal).
- **Infection endogène**

Les travaux de Ndiaye (2002) renseignent sur les différents microorganismes pouvant contaminer la viande de façon endogène :

Les maladies et les bactéries concernées sont :

- La tuberculose : la tuberculose bovine est transmise par *Mycobacterium tuberculosis* aux bovins. L'homme est contaminé par contact avec les carcasses infectées.
- La brucellose : les agents de la brucellose sont *Brucella abortus bovi* chez les bovins, *Brucella abortus suis* chez les porcs et *Brucella melitensis* chez l'homme.
- Charbon : le charbon est transmis par la bactérie *Bacterium anthrax*. Il se transmet par contact avec la peau et les poils de l'animal infecté.
- **Infection exogène**

Lors de l'abattage, on peut avoir comme sources de contaminations, les matériels utilisées (couteaux, machette, etc.), l'eau de lavage, le contenu du tube digesti et la peau munie de ses poils (Charles, 2003).

V.1.3.3. Facteurs influençant la contamination de la viande

La viande étant un substrat favorable au développement des microorganismes, il peut découler de leur manipulation, des conséquences hygiéniques graves. La viande est en contact avec les microorganismes provenant de sources diverses et extérieures. Selon Ndiaye (2002), après l'abattage, lorsque la température de réfrigération n'est pas adéquate, la prolifération des bactéries putréfiantes (*Pseudomonas*, *Sarcina*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Leuconostoc*, *Salmonella*, *Clostridium*) se réalise rapidement.

Les facteurs influençant la contamination de la viande sont :

a. La température : Elle influence la détérioration de la viande soit positivement (c'est-à-dire peut avoir lieu) soit négativement (ne favorise pas la détérioration) (Ndofi, 2006). À 12°C, le développement des microorganismes est arrêté (levures). Les levures et les champignons peuvent se développer jusqu'à moins de 10°C mais pas à 10°C;

Les spores peuvent résister à la chaleur humide à 100°C pendant 5h30 à la chaleur sèche à 200°C pendant 2h30 (Dransfield, 2006).

b. L'eau : C'est un milieu qui est ouvert au développement de l'action microbiologique.

c. Le Potentiel d'hydrogène : Le pH influence positivement ou négativement la détérioration de la viande (action microbienne). Il est déterminé par la présence des acides organiques dans la viande.

d. L'oxygène : Les bactéries se développent à la surface de la viande dans les conditions naturelles. Parmi les bactéries qui se développent souvent, il s'agit d'*Achromobacter* et *Pseudomonas* (milieu aérobique, milieu sans emballage). Dans le cas où la viande est emballée avec facilité de diffusion de l'oxygène, les deux souches bactériennes sont présentes. En l'absence de l'oxygène dans l'emballage, seule la souche *Pseudomonas* qui est éliminée (Ndiaye, 2002).

V.2. Normes microbiologiques de la viande

L'objectif des normes microbiologiques de la viande ou tout autre aliment est de protéger la santé du consommateur et de normaliser les transactions commerciales. Les critères microbiologiques applicables à la viande crue existent mais varient d'un continent ou d'un pays à un autre. Toutefois, il existe des organisations internationales telles que le *Codex Alimentarius* (CCA), l'Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), la Commission Internationale des Spécifications Microbiologiques pour les aliments (ICMSF), l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), l'Organisation Mondiale de Santé Animale (OIE), la Commission de l'Union Européenne (UE) et l'Agence Standard de l'Alimentation (FSA) qui élaborent des règlements et s'engagent dans l'application de ces derniers dans le but de garantir la sécurité publique et le commerce mondial des aliments. A titre d'exemple, En Afrique francophone, sont utilisées comme références, les normes du Codex Alimentarius et celles de l'Union Européenne (Salifou et al., 2013)

V.2.1. Réglementation des programmes de contrôle et de surveillance

Entamée en janvier 2000, la révision de la législation communautaire sur l'hygiène des denrées alimentaires a donné lieu au « paquet hygiène » dans le but de mettre en place une politique globale et intégrée s'appliquant à toutes les denrées alimentaires de la ferme jusqu'au point de vente au consommateur. Il est composé de cinq actes :

- Le règlement (CE) n°852/2004 : l'hygiène des denrées alimentaires (Parlement européen et Conseil de l'Union européenne, 2004) ;
- Le règlement (CE) n° 853/2004 : les règles spécifiques d'hygiène des denrées alimentaires d'origine animale (Parlement européen et Conseil de l'Union européenne, 2004) ;
- Le règlement (CE) n° 854/2004 : les contrôles officiels des produits d'origine animale destinés à la consommation humaine (Parlement européen et Conseil de l'Union européenne, 2004) ;
- Le règlement (CE) n° 882/2004 : les contrôles officiels des aliments pour animaux et des denrées alimentaires (Parlement européen et Conseil de l'Union européenne, 2004) ;
- La directive 2002/99/CE : les règles de police sanitaire régissant la production, la mise sur le marché et l'importation des produits d'origine animale destinés à la consommation humaine (Conseil de l'Union européenne, 2002).

Les USA ont mis en place en 1996 un programme de surveillance de leurs filières de production de viande pour réduire la prévalence d'agents pathogènes dans les denrées alimentaires d'origine animale, avec pour objectif la réduction de l'incidence des infections d'origine alimentaire chez l'homme en quatre volets :

1. La mise en place d'un plan HACCP (*Hasard Analysis Critical Control Points*) par chaque établissement vis-à-vis des dangers pouvant raisonnablement se produire dans leurs produits ;
2. Le dénombrement obligatoire d'*E. coli* dans les abattoirs dans le but de vérifier l'efficacité des plans de prévention et de réduction de la contamination fécale ;
3. La réduction de la prévalence de *Salmonella* dans les abattoirs et ateliers de production de viande hachée de bœuf, de telle sorte que la contamination soit inférieure à la prévalence moyenne nationale ;
4. La rédaction et l'application de procédures de nettoyage et de désinfection.

Au niveau international, la norme ISO 22.000 harmonise les pratiques de management de la sécurité des aliments. Elle couvre l'ensemble des activités constituant la chaîne alimentaire avec pour objectif de la sécurité des aliments à tous les niveaux, et ce en reprenant 5 éléments essentiels : l'approche systémique, la communication interactive, la traçabilité, les programmes préalables et le plan HACCP (OMS, 2005 ; Ghafir et Daube, 2007).

CHAPITRE II: MICROORGANISMES CONTAMINANT LES VIANDES ET LES SURFACES DE TRAVAIL

I. Microorganismes

I.1.Définition

D'après son étymologie, le mot micro-organisme signifie « petit organisme ». En effet, les micro-organismes sont de minuscules organismes vivants invisibles à l'oeil nu et présents presque partout sur terre. Ils ont un rôle essentiel dans la nature mais sont source de nombreux problèmes dans l'industrie alimentaire. Leur activité métabolique modifie la composition des aliments qu'ils ont infecté (Guiraud, 2012) . Le terme de micro-organisme englobe à la fois les bactéries, certains champignons (moisissures, levures) mais aussi les virus (pour certains biologistes). Ces organismes sont donc un groupe très hétérogène (comprenant des procaryotes et des eucaryotes) dont les seuls points communs sont la taille et la forme (Melquiot, 2013)

I.2. Différents types de micro-organismes

I.2.1. Champignons

Tout comme les bactéries, les champignons sont présents dans le sol, l'eau et l'air. Ces microorganismes sont représentés par les levures et les moisissures (Guiraud, 2012)

I.2.2. Levures

Les levures sont des champignons microscopiques (6 à 10 microns) unicellulaires eucaryotes qui interviennent dans la fermentation des matières animales ou végétales en transformant lessucres en alcool et gaz carbonique (Blondain, 2005) .

Elles se reproduisent majoritairement par multiplication asexuée (bourgeonnement ou scission) et pour certaines par reproduction sexuée. La levure est capable de vivre en aérobiose (respiration) ou en anaérobiose (fermentation). Les capacités de fermentation des levures peuvent être responsables de gonflements de certains produits alimentaires et de l'apparition d'un goût de fermentation alcoolique (Anonyme (a), 2013) .

I.2.3. Moisissures

Les moisissures sont des champignons microscopiques (1 à 60 micromètres) filamenteux uni ou pluricellulaires eucaryotes hétérotrophes (qui se nourrissent en décomposant de la matière organique ou en parasitant un hôte). La multiplication des moisissures se fait par reproduction asexuée, c'est-à-dire par émission de spores, ou par reproduction sexuée (pour certaines espèces) (Anonyme (a), 2013).

Une moisissure est composée d'une partie végétative qui puise dans le milieu les éléments nutritifs nécessaires et de structures reproductrices qui servent à la multiplication et à la dissémination de l'espèce.

Lorsqu'un aliment est conservé dans de mauvaises conditions, des moisissures contaminent l'aliment et le dégradent. Certaines moisissures peuvent même libérer dans l'aliment des mycotoxines qui ont des conséquences sanitaires importantes (Nothias, 2009) .

I.2.4. Virus

Un virus est une entité biologique microscopique infectieuse qui possède un seul type d'acide nucléique (ADN ou ARN). Il ne peut se multiplier qu'en pénétrant dans une cellule, appelée cellule hôte, dont il utilise les constituants.

Les procaryotes et les eucaryotes peuvent tous deux être parasités par des virus qui leur sont propres. La taille des virus peut varier de 20 à 300 nm (Anonyme (b), 2013) .

I.2.5. Bactéries

Les bactéries sont des micro-organismes procaryotes (sans noyau) unicellulaires simples. Leur génome est constitué d'ADN circulaire (un seul chromosome et éventuellement des plasmides). Les bactéries sont capables de synthétiser leurs propres macromolécules et constituants cellulaires à partir de nutriments (Anonyme (a), 2013). Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 micromètres et leur morphologie est très diversifiée. Ainsi, leur cellules peuvent être rondes (coques), allongées (bacilles, bâtonnets), intermédiaires (cocobacilles) ou encore spiralées (Guiraud, 2012) .

Les bactéries sont présentes dans la plupart des habitats sur la terre et se reproduisent par scissiparité, c'est-à-dire que la cellule mère se divise en deux cellules filles identiques. Dans des conditions favorables, une population de bactéries peut doubler toutes les vingt minutes. Leur vitesse de prolifération est donc très importante. Ainsi, les bactéries sont une source de

contamination de nombreux produits alimentaires. Certaines sont utiles (fermentations) alors que d'autres sont dangereuses d'un point de vue sanitaire.

Certaines provoquent des infections en envahissant un hôte, d'autres libèrent des toxines dans l'aliment ou encore sont responsables de toxi-infections (Anonyme (a), 2013)

II. Flores responsables d'altérations de la viande et de toxi-infections alimentaires

II.1. Flore aérobie mésophile totale

Il s'agit de l'ensemble des micro-organismes capables de se multiplier en aérobiose à des températures allant de 25°C à 40°C avec un optimum de croissance 30°C. Cette microflore peut comprendre des microorganismes pathogènes à des taux pouvant être dangereux pour l'homme et l'animal mais aussi des micro-organismes d'altération

La FAMT regroupe des *Enterobacteriaceae*, des *Bacillus*, des staphylocoques, des *Pseudomonas*, des bactéries lactiques ou d'autres agents éventuellement pathogènes (Ghafir et Daube, 2007). Ces microorganismes forment des colonies dénombrables après leur multiplication dans des conditions de laboratoire définies (Bonnefoy *et al.*, 2002).

II.1.1. Indice de la qualité sanitaire

Il n'y a pas toujours de relation très étroite entre une valeur élevée de la flore aérobie mésophile totale et la présence de microorganismes pathogènes. Cependant, on considère qu'en générale il n'y a de risque pour la santé de consommateur que si la FAMT est supérieur ou égale à 10^5 microorganismes/g (Branger *et al.*, 1998).

II.1.2. Indice de la qualité marchande

La flore totale peut aussi être considérée comme flore d'altération car la présence de FAMT revivifiable abondante indique un processus de dégradation en cours. Il n'y a cependant pas de relation étroite entre le nombre total des microorganismes et le temps d'apparition de l'altération perceptible des caractéristiques organoleptique des aliments. En effet, la détérioration peut être due à un groupe microbien ne constituant à l'origine qu'une fraction de la population totale. En principe, une flore aérobie mésophile totale dépassant 10^6 à 10^8 microorganismes/g provoque une détérioration visible de produit.

Le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale reste la meilleure méthode permettant d'estimer l'indice de salubrité et de qualité des aliments dans le contrôle industriel. Un aliment dont la flore totale est trop élevée montrera de mauvaises conditions de conservation et sera comme impropre à la consommation (Branger *et al.*, 1998).

II.2. Coliformes totaux

Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui renseignent sur les conditions d'hygiène de la boucherie et sur la possible contamination fécale lors des opérations d'abattage (Benaissa *et al.*, 2014). Ce sont des bactéries à gram négatif en forme de bâtonnets, aérobies ou anaérobies facultatives qui ne forment pas de spores. Ils peuvent être mobiles ou non mobiles, ils ont la capacité de fermenter le lactose à 37°C (Anonyme, 2017). Les principaux genres de ce groupe de bactérie sont : *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella* et *Serratia* (INSPQ, 2003). Ils sont présents dans le sol, la végétation et les habitats aquatiques. Ils sont généralement considérés comme inoffensifs (Anonyme, 2017).

II.3. Coliformes thermotolérants

Appelés aussi coliformes fécaux, ils constituent un sous-groupe des bactéries coliformes totales. Les coliformes fécaux sont un groupe de bactéries associé à la matière fécale d'organismes à sang chaud. Ils résident dans les intestins d'organismes à sang chaud et sont rejetés dans l'environnement par les excréments fécaux. Comparés aux autres coliformes, les coliformes fécaux peuvent se développer à des températures élevées et lorsqu'ils sont incubés à 44°C, ils ont la capacité de fermenter le lactose et de produire du gaz. Les coliformes fécaux sont principalement utilisés pour l'assurance de la qualité sanitaire de l'eau de boisson. S'ils sont présents, il est dit que l'eau est contaminée par des matières fécales et constitue un risque potentiel pour les consommateurs (Anonyme, 2017).

III. Flores responsables de toxi-infections alimentaires

III.1. *E. coli*

III.1.1. Définition

Escherichia coli (*E. coli*) producteur de shigatoxines est une bactérie que l'on trouve couramment dans le tube digestif de l'être humain et des animaux à sang chaud. La plupart des

souches sont inoffensives. Certaines en revanche, comme *E. coli* producteur de shigatoxines, peuvent provoquer de graves maladies d'origine alimentaire. La transmission à l'homme passe principalement par la consommation d'aliments contaminés, comme de la viande hachée crue ou mal cuite, du lait cru, des légumes crus et des graines germées contaminés.

E. coli produit des toxines, appelées de type Shiga (Shiga like) en raison de leur ressemblance avec celles élaborées par *Shigella dysenteriae*. Elle se multiplie à des températures comprises entre 7°C et 50°C, la température optimale étant de 37°C. Certaines souches se développent dans des aliments acides, jusqu'à un pH de 4,4, ainsi que dans les aliments dont l'activité de l'eau est au minimum de 0,95. La cuisson détruit *E. coli* producteur de shigatoxines si l'aliment est cuit à cœur, la température atteignant au moins 70°C en toute part.

E. coli O157:H7 est le sérotype le plus important pour la santé publique mais d'autres sérotypes ont été souvent observés en association avec des cas sporadiques et des flambées (OMS, 2018).

III.1.2. Catégories de *E.coli* pathogènes

Les souches pathogènes d'*E. coli* peuvent être classées en 5 subdivisions que l'on appelle « Pathovars ».

- ***E. coli* entérotoxigéniques (ECET)**

Les ECET sont une cause majeure de diarrhée aqueuse aiguë accompagnée souvent de déshydratation chez les enfants de moins de 3 ans (surtout dans les pays en voie de développement), et sont aussi responsables de ce que l'on appelle la « turista » ou « diarrhée du voyageur ». Ces souches sécrètent des toxines qui vont induire une diffusion osmotique (due à des différences de concentration) d'eau vers la lumière intestinale (OMS, 2018).

- ***E. coli* entéroinvasives (ECEI)**

Les ECEI conduisent à des syndromes dysentériques qui se traduisent par une forte fièvre, des crampes abdominales et des nausées, accompagnés d'une diarrhée aqueuse évoluant rapidement en une dysenterie (= selles contenant du sang et du mucus). Les ECEI ne sécrètent pas de toxines ; elles provoquent la mort cellulaire et déclenchent une intense réaction inflammatoire (OMS, 2018).

- ***E. coli* entéropathogènes (ECEP)**

Les ECEP sont surtout responsables de gastro-entérites infantiles et ne sont normalement pathogènes qu'en dessous de l'âge de deux ans (OMS, 2018).

- ***E. coli* entérohémorragiques (ECEH)**

Les ECEH sont responsables de colites hémorragiques. Elles ont notamment défrayé la chronique en 2011 à la suite d'une épidémie de diarrhées mortelles en Allemagne. Surnommées « les bactéries tueuses » par certains journalistes, elles sont les plus redoutées, car les symptômes induits sont particulièrement sévères.

La période d'incubation va de trois à huit jours avec une durée moyenne de trois à quatre jours. La plupart des patients guérissent en 10 jours¹ mais, pour une petite partie d'entre eux (surtout les enfants et les personnes âgées), l'infection peut évoluer vers une forme potentiellement mortelle, comme le syndrome hémolytique et urémique (SHU). Celui-ci se caractérise par une insuffisance rénale aiguë, une anémie hémolytique et une thrombopénie.

L'OMS estime que pour 10% des patients, l'infection peut évoluer en SHU, avec un taux de mortalité oscillant de 3 à 5 %. Elle laisse des complications neurologiques dans 25% des cas et des séquelles rénales chroniques chez 50% des survivants (OMS, 2018).

- ***E. coli* entéroaggrégatives (ECEAgg)**

Ces types de souches présentent un mode d'action différent des quatre précédents : elles s'accrochent à la paroi intestinale en formant des « amas de briques ». Elles sont responsables de retards de croissance ainsi que de diarrhées persistantes (OMS, 2018).

III.1.3. *E.coli* et toxi-infections d'origine alimentaire

Hôte normal présent en grand nombre dans la flore intestinale de l'homme et des animaux, y compris les oiseaux, certains *E. coli* sont cependant responsables d'infections digestives ou extra-digestives. Il s'agit des *E. coli* pathogènes parmi lesquelles les souches entérohémorragiques qui provoquent chez l'homme la colite hémorragique ou EHEC dont le sérotype O157 est bien connu. Outre la colite hémorragique, les EHEC peuvent causer de la diarrhée, le syndrome hémolytique et urémique, et le purpura thrombotique thrombocytopénique (Feng, 2001 ; Ray, 2001). Leurs principaux facteurs de virulence sont les

shigatoxines Stx1 et Stx2, une intimine et une entérohémolysine (Paton et Paton, 1998). Les infections sont le plus souvent causées par la consommation de viande de bœuf contaminée et insuffisamment cuite (Ghafir et Daube, 2007).

III.2. Salmonelles

Le genre *Salmonella* revêt une importance considérable pour l'industrie vétérinaire et agro-alimentaire à l'échelle mondiale (Bouvet, 1995). Les salmonelles font partie des bactéries entero-invasives (Gledel, 1985). Elles sont responsables de fièvres typhoïdes et paratyphoïdes et de toxi-infections alimentaires se manifestant le plus souvent par des gastro-entérites. *Salmonella* est impliquée dans 76,2% de toxi-infections alimentaires d'origine carnée (Cartie, 1993) .

Une charge en CF ou une colimétrie élevée peuvent prédire la présence de salmonelles. Le taux de contamination par les salmonelles est variable en fonction des études. Pour les abats rouges de bovins, il varie de 0% (Rothenberg *et al.* , 1982) à 45,2% (Sinell *et al.* , 1984). En analysant 10 carcasses d'agneaux , Karib *et al.* (1994) n'ont détecté aucune salmonelle, contrairement à Sierra *et al.* (1989) qui ont rapporté un taux de 78% sur des carcasses ovines et Kwaga *et al.* (1990) ont signalé 14,7% sur des échantillons de ganglions lymphatique de bovins. Selon une recherche menée par Cartie (1993) sur les carcasses de bovins, 87% des carcasses et 90% des cuirs se sont révélés contaminés par *Salmonella*. La fréquence d'isolement la plus importante a été observée au niveau des organes (foies , ganglions lymphatique) et dans l'environnement de l'abattoir (Youssef *et al.*, 1982 ; Madden *et al.*, 1986). Le taux d'isolement de *Salmonella* est plus élevé après éviscération , ce qui confirme que les opérations d'abattage et de préparation dans l'abattoir et les ateliers de découpe peuvent être considérées comme une source majeure de contamination des viandes par *Salmonella* (Adesiyun et Oyindasola, 1989).

IV. Flores responsables d'altérations de la viande

IV.1. Putréfaction de la viande

La putréfaction est l'altération majeure des viandes des animaux de boucheries . c'est un processus de décomposition des matières organique animales ou végétales sous l'action de ferments microbiens avec production de substances toxique et de gaz fétides (Pesquidoux, 1921).

IV.1.1. Putréfaction superficielle

Lors de la putréfaction superficielle, la croissance et l'activité des bactéries aérobies dépendent principalement de la température, du niveau d'élaboration des morceaux et du degré d'humidité en superficie de la viande. En raison des nombreuses manipulations nécessaires à leur préparation, les viandes dépiécées sont plus exposées aux contaminations bactériennes, et sont davantage sensibles à la putréfaction que les carcasses et les grosses unités de découpe. Il peut y avoir également l'apparition de poisons appelés « ptomaines », éléments toxiques des viandes trop faisandées. Après une décomposition par les microbes, il ne reste que des produits minéraux très simples comme l'eau, le CO₂ et l'ammoniaque. Ce dernier, oxydé à son tour par des bactéries (ferments nitreux et nitriques) produira des nitrates (Catsarras, 1974).

IV.1.2. Putréfaction profonde

L'altération des viandes en profondeur est ici liée au développement rapide des germes anaérobies putréfiant dont principalement *Clostridium perfringens* (Bello, 1988).

IV.2. Signes d'altération de la viande

Selon Ingra cité par Bello (1988), le signe de putréfaction s'installe dans les masses musculaires internes des carcasses maintenues à température élevée (supérieure à 30°C).

Les principaux défauts que l'on peut malheureusement parfois rencontrer sur les viandes conditionnées sont (Brigitte et *al.*, 2005) :

- Un mauvais goût et une odeur désagréable (d'acide, de pourri, de moisi, etc.). Ces odeurs anormales résultent de la production de composés volatils par des bactéries aéro-anaérobies ou anaérobies strictes ;
- Un changement de couleur et une odeur de pourriture (exemple : oeufs pourris) qui vont se développer ensuite ;
- Un gonflement des sacs avec la production de gaz (CO et H₂S) par des bactéries présentes sur les viandes conditionnées.

Les viandes présentant de tels défauts doivent être écartées de la consommation humaine en raison du danger potentiel qu'elles représentent pour la santé du consommateur.

IV.3. Microorganismes responsables de l'altération de la viande

Tous les microorganismes ne provoquent pas la détérioration des produits ; certains même produisent des changements souhaitables. Par exemple, la fermentation du poisson permet d'obtenir des pâtes et des sauces de poisson. Ces transformations sont dues à des microorganismes utiles, dont il existe plusieurs milliers de sortes exemple : *pseudomonace*, *lactobacille* (Brigitte *et al.*, 2005).

IV.4. Prévention de l'altération

Les bactéries sont des microorganismes unicellulaires invisibles à l'oeil 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 en plus de la détérioration des produits. D'autres forment des spores qui les rendent résistantes aux techniques de conservation et leur développement recommence après un traitement insuffisamment chaud (Brigitte *et al.*, 2005).

Les enzymes sont des protéines qui contribuent à des réactions biologiques, notamment la conversion de certaines substances organiques en d'autres.

Après la mort, les enzymes qu'ils contiennent sont toujours vivants. Ils se mettent à décomposer des composants en unités plus petites, ce qui altère l'odeur, le goût et la texture. Quelques heures après la mort, la rigidité cadavérique (raidissement de la viande) survient. Puis, la viande redevient molle par réactions enzymatiques (autolyse). Un traitement thermique (par exemple la pasteurisation) permet l'inactivation des enzymes.

Dans le cas de la viande, des réactions peuvent avoir lieu entre la graisse et l'oxygène de l'air (réactions d'oxydation).

Le principe de conservation est basé sur la prévention ou sur le ralentissement de la détérioration par les microorganismes (Brigitte *et al.*, 2005).

Les dangers présentés par les microorganismes peuvent être écartés de trois manières ci-après (Brigitte *et al.*, 2005) :

a. Microorganismes enlevés

Cette méthode est très coûteuse et n'est utilisable qu'avec des liquides (par exemple le filtrage de l'eau potable).

b. Microorganismes tués

Pour cela, on utilise généralement la chaleur. Lorsque le traitement thermique détruit tous les microorganismes, on parle de stérilisation. Elle permet le stockage du produit pendant une longue période s'il est conservé à la bonne température. Lorsque le traitement thermique est plus court et s'effectue à 80°C (176°F), il ne détruit pas tous les microorganismes et permet le stockage du produit pendant une période plus limitée : il s'agit de la pasteurisation. Les produits saumurés de la viande contiennent du sel et parfois aussi du nitrite.

c. Par suppression de l'activité micro-organique

On crée pour cela un environnement dans lequel les microorganismes ne peuvent plus se développer, ou seulement très lentement.

Il y a plusieurs méthodes possibles :

c.1. Baisse de la température

Au réfrigérateur (à 2-4°C/35,5-41 °F), les produits restent frais pendant 4 à 7 jours ; au congélateur (-20°C /-4 °F), ils se conservent pendant des périodes plus longues. Les basses températures doivent être soigneusement maintenues, ce qui exige un congélateur, une distribution d'énergie et des aliments de qualité.

c.2. Réduction de la teneur en eau

La méthode la plus simple et la plus économique est le séchage au grand air (avec ou sans soleil). La conservation par fumage prolongé est également basée sur la réduction de la teneur en eau. La fumée donne au produit une saveur particulière.

c.3. Élévation de la pression osmotique

L'addition de sel permet d'arrêter le développement des microorganismes (par exemple le salage de la viande et du poisson). Les produits conservés dans le sel se gardent bien. La valeur nutritive du produit fini est correcte (Anonyme, 2000).

CHAPITRE III : PREVENTION DES DANGERS LIES A L'HOMME

I. Définitions réglementaires (décret 17 /140)

I.1. Sécurité des aliments

La sécurité des aliments est l'assurance que les aliments sont sans danger pour le consommateur quand ils sont préparés et / ou consommés conformément à l'usage auquel ils sont destinés (Branger *et al.*, 2007).

I.2. Salubrité des aliments

La salubrité des aliments est l'assurance que les aliments sont acceptables pour la consommation humaine conformément à l'usage auquel ils sont destinés (Branger *et al.*, 2007).

I.3. Danger

Un danger est tout un agent biologique, chimique ou physique, présent dans les denrées alimentaires pouvant avoir un effet néfaste sur la santé (Branger *et al.*, 2007).

I.4. Hygiène des denrées alimentaires

L'hygiène des denrées alimentaires regroupe toutes les mesures et conditions nécessaires pour maîtriser les dangers et garantir le caractère propre à la consommation humaine d'une denrée alimentaire compte tenu de l'utilisation prévue (Branger *et al.*, 2007).

II. Analyse des dangers

Le tableau 2 regroupe les différents dangers pouvant être rencontrés dans une denrée alimentaire.

Tableau 2 : Dangers et risques possibles dans les produits alimentaires (Branger *et al.*, 2007)

Dangers	Définition	Risques possibles
Microbiologique	C'est un microorganisme (bactérie, virus ou champignon) qui peut être présent à différents stades de la production, de la distribution ou de la consommation. La présence de ce danger peut faire courir un risque au consommateur	Risque d'intoxication alimentaire plus au moins grave en fonction du type de microorganisme, de la quantité ingérée et de la sensibilité du consommateur. Exemples : <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Enterovirus</i> ...
Physique	C'est une particule interne (corps étranger) pouvant être présente dans un aliment et être préjudiciable pour le consommateur lors de l'ingestion. La radioactivité est également classée dans les dangers physiques (origine accidentelle, essais nucléaires, rejets)	Risque de coupure ou d'étouffement dans le cas des corps étrangers, risque cancérigène ou mutagène dans le cas de la radioactivité. Exemple : morceau de métal, débris d'os, arêtes de poisson...radionucléides (césium 134 et 137, iode 131, strontium 89 et 90).
Chimique	Ce sont des substances chimiques fruits de l'activité des hommes ou des microorganismes, ou des substances naturellement présentes dans les matières premières d'origine animale et végétale.	Risque d'allergies alimentaires pour les personnes sensibles, risque cancérigène et toxique. Exemple : substances allergisantes (caséine, lactose, arachide...), résidus de pesticides, produits vétérinaires, détergent, désinfectant, métaux lourds, toxine d'origine microbienne (toxine botulique, entérotoxine staphylococcique, mycotoxine, histamine...)

III. Contamination des aliments

La contamination des aliments concerne (AFSCA, 2005) :

- Les matières premières : pendant le processus de préparation et le service,
 - La contamination initiale par les 5 M : main d'œuvre, milieu, matières premières, matériel, méthodes de travail,
 - La contamination croisée : quand un M ou un élément contaminé, contamine l'autre qui est sain.
- Pour éviter la contamination croisée, on peut :
- Conserver les denrées alimentaires dans des compartiments séparés,
 - Emballer les denrées alimentaires,
 - Séparer les activités,
 - Utiliser des couteaux, des planches de découpe et des machines séparées lors de la transformation,
 - Se nettoyer et désinfecter les mains entre les différentes activités.

IV. Bonnes pratiques hygiéniques (BPH)

Les bonnes pratiques d'hygiène concernent l'ensemble des opérations destinées à garantir l'hygiène, c'est-à-dire la sécurité et la salubrité des aliments. Les BPH comportent des opérations dont les conséquences pour les produits ne sont pas toujours mesurables (Boutou, 2006).

Les dangers chimiques, physiques et biologiques peuvent constituer un risque éventuel pour le consommateur et peuvent se présenter à 7 niveaux (AFSCA, 2005) :

- L'homme,
- Les matières premières,
- Les machines,
- Le matériel,
- L'environnement,
- La méthode.

IV.1. Dangers liés à l'homme

Les personnes qui entrent en contact avec des denrées alimentaires peuvent les souiller ou les contaminer de plusieurs manières (AFSCA, 2005):

- L’homme est porteur de micro-organismes. Ils peuvent se trouver sur la peau, les cheveux, en-dessous des ongles, dans le système respiratoire (le nez, les poumons) et le système digestif (la bouche, l’estomac, les intestins) et dans des blessures purulentes. Certains de ces micro-organismes provoquent des maladies contagieuses et peuvent être transmis à d’autres personnes par des denrées alimentaires. C’est pour cette raison que l’hygiène personnelle et un contrôle médical annuel des personnes qui entrent en contact avec des denrées alimentaires sont nécessaires.
- L’homme peut souiller ou contaminer des denrées alimentaires par des vêtements salis ou par le fait de fumer.
- Par une connaissance insuffisante de l’hygiène alimentaire et une connaissance déficiente des produits et de la fabrication, l’homme peut être à l’origine de putréfactions et d’intoxications alimentaires.

Si l’on veut dès lors éviter une souillure ou une contamination des denrées alimentaires par l’homme, il y a lieu d’être attentif (Amgar, 1998) :

- A l’hygiène personnelle,
- Aux vêtements de travail qui doivent être propres,
- Aux soins à apporter à une blessure superficielle,
- Au contrôle médical,
- A l’interdiction de fumer, de manger et de boire dans le débit de viande et l’atelier,
- A la formation adaptée en matière d’hygiène des denrées alimentaires et aux instructions appropriées.

IV.1.1. Hygiène personnelle

- Une bonne hygiène personnelle suppose que (Amgar, 1998) :
 - On prend régulièrement un bain ou une douche,
 - On se lave régulièrement les cheveux, la barbe et la moustache,
 - On accorde une attention toute particulière aux mains et aux avant-bras.
- Une bonne hygiène des mains consiste dans le fait que (Amgar, 1998) :
 - Les ongles soient coupés courts, sans saleté sous ceux-ci, ni vernis à ongles. Si nécessaire, les ongles sont brossés,
 - Montre et bijoux ne sont pas portés parce qu’ils interdisent une bonne hygiène des mains et des avant-bras (« restes » de denrées alimentaires ou de produits de nettoyage sous la bague ou la montre),

- Les mains sont lavées minutieusement avec de l'eau chaude courante et un produit de nettoyage et désinfection adéquat. Cela s'effectue :
 - Avant le début du travail ou après une pause,
 - Après l'usage des toilettes,
 - Après éternuement ou toux dans les mains,
 - Après le traitement de matériel contaminé (des surfaces sales, déchets, vidanges, ...),
- Les mains doivent de préférence être séchées avec du papier à usage unique.

Il convient de noter que le fait de porter des gants peut donner un faux sentiment de sécurité ; travailler avec ou sans gants doit s'effectuer avec les mêmes soins d'hygiène.

IV.1.2. Vêtements de travail propres

- Les vêtements de travail doivent être propres et adaptés à la nature des activités. La matière utilisée est de préférence de teinte claire afin que chaque saleté soit remarquée rapidement,
- Le couvre-chef ou le filet à cheveux (si nécessaire) couvre et entoure complètement la chevelure pour éviter que les cheveux ou les pellicules se retrouvent dans les denrées alimentaires ,
- Pour le nettoyage et la désinfection du conteneur des déchets, il y a lieu de s'habiller avec des vêtements adaptés,
- Les vêtements de travail sont lavés tous les jours (et chaque fois que cela s'avère nécessaire),
- Les gants de protection en cottes de mailles doivent après utilisation être nettoyés et désinfectés soigneusement,
- Pour le transport des carcasses, une capuche doit être mise.

IV.1.3. Soins à apporter aux blessures superficielles

Des blessures infectées ou purulentes peuvent contenir des milliards de Staphylocoques. C'est pour cette raison que les blessures aux mains et aux avant-bras doivent être désinfectées et couvertes avec un sparadrap imperméable, renouvelé régulièrement (Amgar, 1998).

IV.1.4. Contrôle médical

Les personnes qui souffrent ou sont porteuses d'une maladie transmissible aux denrées alimentaires ne peuvent pas manipuler les denrées alimentaires (Amgar, 1998). Chaque personne occupée dans une entreprise de denrées alimentaires et qui entre en contact avec des denrées alimentaires doit subir annuellement un examen médical. Le contrôle médical du boucher et de « son partenaire indépendant » est régi par *l'arrêté royal du 17 mars 1971 soumettant à un examen médical toutes personnes directement en contact, dans l'activité qu'elles exercent, avec des denrées ou substances alimentaires et pouvant souiller ou contaminer celle-ci*. Le boucher et son partenaire doivent disposer du " *Certificat médical d'aptitude au travail des denrées alimentaires*". Ce certificat d'aptitude peut être obtenu après un examen de contrôle effectué par un médecin. Il est valable une année à partir de la date de l'examen médical et doit être renouvelé avant la date d'échéance. *L'arrêté royal du 28 mai 2003 relatif à la surveillance de la santé des travailleurs règle le contrôle médical du personnel*. Chaque année, l'employeur doit demander auprès du conseiller en prévention-médecin une évaluation de santé de ses travailleurs. Cela s'effectue avec le formulaire " *Demande de surveillance de santé des travailleurs*". Le conseiller en prévention-médecin remplit à cet effet "le formulaire d'évaluation de santé" (AFSCA, 2005).

IV.1.5. Interdiction de fumer, de manger et de boire dans la boucherie

On ne fume pas dans les débits de viande et les ateliers de préparation y annexés pour des raisons hygiéniques. En effet, on court le risque que des bactéries nuisibles sortant de la bouche et pouvant se poser sur les mains se retrouvent sur les aliments ou que la cendre les souille.

Dans les débits de viande et les ateliers de préparation y annexés, il y a lieu d'afficher l'interdiction de fumer à un endroit bien visible.

Pour des raisons hygiéniques (contamination croisée), on ne peut ni manger ni boire dans le débit de viande et les ateliers de préparation y annexés (Amgar, 1998).

CONCLUSION

La qualité microbiologique des viandes dépend, d'une part de la contamination antérieure apportée par les mains du personnel de la boucherie et les outils de travail pendant les opérations de découpe et de préparation de la viande hachée, et d'autre part de la prolifération de la flore contaminante pendant la manipulation suite à son adaptation aux conditions de travail.

Pour garantir la qualité et la sécurité des aliments, il est nécessaire d'identifier toutes les sources possibles de contamination en s'aidant par exemple de la méthode des 5M. Des mesures de maîtrise peuvent alors être définies dans le but de prévenir, éliminer ou réduire la présence de la flore pathogène ou d'altération. La contamination des aliments au cours de la fabrication peut avoir différentes origines. Les matières premières et intrants tels que les ingrédients sont une source de dissémination des micro-organismes dans l'environnement de fabrication. Les manipulations par le personnel peuvent véhiculer des microorganismes par les mains, les vêtements et les aérosols. Toutes les surfaces entrant en contact avec les aliments sont des sources de contamination potentielles. D'autres facteurs au cours de leur fabrication comme le temps d'attente ou le conditionnement vont favoriser leur contamination. L'application des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication est donc requise afin d'éliminer au maximum la contamination des aliments en cours de la fabrication. Ces bonnes pratiques concernent le personnel qui doit respecter des procédures strictes concernant le lavage des mains, le port de protections appropriées telles que les gants, charlottes et blouses. La présence de nuisibles (insectes, rongeurs) est à proscrire par l'adoption d'actions préventives. Des traitements mécaniques et chimiques permettent de lutter contre ces nuisibles. Pour le matériel, des procédures de nettoyage et désinfection doivent être mises en œuvre. Enfin, une bonne conception des équipements et des installations contribue à limiter la contamination des aliments au cours du procédé.

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aboukheir S, Kilbertus G, 1974. Fréquence des levures dans les denrées alimentaires à base de viande. In Ann. Nutrition. Aliment. 28 :539-547.

AFSCA, 2005 : Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire. Guide d'autocontrôle en boucherie.137p.

Amgar A, 1998 : Nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires,238p.

Anonyme (a), 2013 : Guide des aliments. Les moisissures et les levures. [En ligne]. <http://www.guide-des-aliments.com/dietetique/Information/Micro-organismes/AD-Moisissures-et-levures.html> (page consultée le 19/11/2013).

Anonyme (b), 2013 : Aqua portail. Virus : définition. [En ligne]. <http://www.aquaportail.com/definition-10185-virus.html> (page consultée le 29/11/2013)

Anonyme, 2017 : Département de la santé de l'Etat de Washington, N.d., n.d. Web, 2017.

Azam, J.J.L, 1971 : Etude bactériologique de la viande. Thèse : Méd. Toulouse. 57p.

Bello Roua, B, 1988. Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des viandes congelées importées au Sénégal (Sénégal). Thèse : Méd. Vét. ; Dakar 19. 78p. 5-10, 26, 27.

Blondain B, 2005 : « Les levures bonnes à tout faire ». CNRS le journal. N°188, septembre 2005. [En ligne]. <http://www2.cnrs.fr/journal/2407.htm> (page consultée le 19/11/2013).

Boutou O, 2006 : Management de la sécurité des aliments de HACCP à l'ISO 22000. 314p

Branger A, 1998 : Alimentation, sécurité et contrôles microbiologiques,300p

Brigitte M, Collin P, Erik M, 2005. La qualité microbiologique des aliments : maîtrises et critères. 2ème édition. 355 p.

Catsarras M, Gulistani A.N, Mossel D.A.A, 1974 : Contamination superficielle des carcasses réfrigérées de bovins, chevaux et de moutons. Thèse : Méd. Vét., 150 (4) 287-294.

Charles A, Lindend G, Miclo L, 2003 : Biochimie alimentaire. Masson. Paris. 5e édit. pp72, 92, 190, 191, 201.

Codex Alimentarius, 2012 : Codes d'usage en matière d'hygiène pour la viande .

Eeckhoutte M, 1979 : Moisissures et denrées alimentaires d'origine animale. Rev. Méd. Vét. pp 7, 4, 491-973.

Gascar, 1973 : 124 p. [En ligne]. <https://www.ethnographiques.org/2002/Blondeau> .

Ghafir Y, 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.

Guiraud J.P, 2012 : Microbiologie alimentaire, Paris : Dunod, 576 p.

Jacotot B, Le Parco J.Cl, 1983 : Nutrition et alimentation. Paris. pp119, 120, 148, 151, 154.

Labie C.H, 1987 : Virus et denrées alimentaires d'origine animale. RTVA., (229), p14-17.

- Larpent J.P, 1992** : Microbiologie des produits carnés,320p.
- Melquiot P, 2013** : Micro-organismes. In : dictionnaire environnement. [En ligne]. http://www.dictionnaire-environnement.com/micro-organisme_ID3705.html
- Ndiaye M.L, 2002** : Contribution à l'étude de la contamination microbiologique de la viande des volailles. Mémoire : Physique appliquée à la biologie. Dakar. 23p.
- Ndofi J.R, 2007** : Microbiologie générale note de cours 6e années des humanités, Institut Kukiéle de Kisantu. Inédit.
- Nothias J.L, 2009** : « Peut-on manger des aliments moisissés ? ».Le figaro, le 11/12/2009. [En ligne]. sur <http://www.lefigaro.fr/sciences/2009/02/11/01008-20090211ARTFIG00589-peut-on-manger-des-aliments-moisissés-nettoyés-.php>.
- OMS, 2018** :organisation mondiale de la santé 07 fevrie 2018. [En ligne]. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>
- Pesquidoux JP, 1921** : [En ligne]. http://www.FAO.Org/AG/AGA.ifo/thèmes/fr/meat/backr_composition-de-la-viande.htm/consulté le 04/05/2011 21h22.
- Salifou C.F.A, 2013** : Diversité de la microflore initiale de la viande et sécurité sanitaire des consommateurs. 20p.
- Salvat G, Colin P, 1995** : Le nettoyage et la désinfection dans les industries de la viande en Europe,15p.
- Singleton P, Sainsbury D, 1984**: Introduction to bacteria. Masson, éd 5. Paris. 158p. p97-151
- Vautier A, 2005** : Valeurs nutritionnelles de la viande de porc : facteurs de variation. Version 2. Paris. 40p. pp6, 12, 14