UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

« Fabrication des charcuteries à base de la viande de chèvre sans utilisation des sels nitrites et des colorants rouges » Bujumbura

GIRUKWISHAKA, Ladislas; Sous la direction de : Dr. Ir. NIYOYANKANA Bonaventure

2023-01
UB, FACULTE D'AGRONOMIE ET DE BIO-INGENIERIE
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/994

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE D'AGRONOMIE ET DE BIO-INGENIERIE

DEPARTEMENT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE DES ALIMENTS

MASTER EN SCIENCES ET TECHNOLOGIE DES ALIMENTS

BP 2940 BUJUMBURA, BURUNDI

« FABRICATION DES CHARCUTERIES A BASE DE LA VIANDE DE CHEVRE SANS UTILISATION DES SELS NITRITES ET DES COLORANTS ROUGES »

Par

GIRUKWISHAKA Ladislas

Mémoire présenté et défendu publiquement pour l'obtention d'un diplôme de Master en Sciences et Technologie des Aliments

Option : Technologie Post-récolte

Sous la direction de : Dr. Ir. NIYOYANKANA Bonaventure

Bujumbura, Janvier 2023

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY

Président : SINDAYIGAYA Ernest

Directeur : NIYOYANKANA Bonaventure

Secrétaire : NZIGAMASABO Aloys

DEDICACES

A Dieu le Tout puissant ;

A mon père MINANI Stany et à ma mère NAHIMANA Angeline, Ce travail est le couronnement de votre amour, de temps d'années d'efforts et de sacrifices. Puisse-t-il vous honorer.

A la famille de mon Oncle Col. NIKOKUBOKO Cyriaque dont le soutient, le réconfort et l'aide immense m'ont permis de tenir et de surmonter toutes les épreuves durant mes études ;

A mes frères et sœurs ;

A mes cousins et cousines ;

A toute ma famille ;

A mes amis ;

A tous ceux qui ont contribué de près à ce travail.

Je dédie ce mémoire

GIRUKWISHAKA Ladislas

REMERCIEMENTS

Je me dois de remercier Dieu, Créateur de l'univers pour son soutien et son amour incomparable. Que son Nom soit loué éternellement. Toi seul dispose.

C'est un grand plaisir de remercier infiniment mes parents pour leur contribution depuis mon enfance jusqu' Aujourd'hui. Que notre Créateur leur fait grâce.

Il convient pour moi de saisir l'occasion afin d'exprimer sciemment ma gratitude à mon Oncle Col. NIKOKUBOKO Cyriaque, à son Epouse KABAGANWA Hilarie pour votre amour, encouragements durant ma vie. Les mots ne suffiront jamais assez pour exprimer ici toute notre reconnaissance.

Mes remerciements vont aussi à l'endroit du Prof. NIYOYANKANA Bonaventure, mon Directeur de mémoire pour sa grande implication et excellent encadrement qu'il m'a apporté.

Durant la réalisation de ce travail, j'ai eu le privilège de bénéficier de ses encouragements, sa rigueur et de ses précieux conseils scientifiques. Je tiens à souligner le plaisir que j'ai eu à travailler à ses côtés.

J'exprime mes sincères remerciements à l´UB en général, à l'ensemble du corps enseignant de la FABI, spécialement aux Enseignants du département de Sciences et Technologie des Aliments qui ont beaucoup contribué à ma formation.

Je tiens également à remercier mes amis en général, ceux de la Faculté pour leur soutien moral et spirituel, Particulièrement ceux de STA.

Enfin, mes remerciements s'adressent également à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'aboutissement de ce travail de recherche.

RESUME

La viande est un aliment de haute valeur nutritive. Sa richesse en protéines et la nature de celles-ci en font un aliment indispensable pour une alimentation équilibrée. La viande est servie aux clients après avoir parcourue un nombre important d'étapes.

Ces qualités nutritionnelles font que la viande constitue un milieu très favorable à la prolifération microbienne.

Les travailleurs dans les lieux d'abattage ou dans les charcuteries ignorant les bonnes pratiques d'hygiène, contribuent à la multiplication des germes pathogènes. Ces germes pouvant être à l'origine de toxi-infections alimentaires chez le consommateur.

Les microorganismes les plus suspectés étaient la flore aérobie mésophile totale, les coliformes totaux, *l'E. Coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, levures et moisissures.

Dans notre pays, la transformation des produits agroalimentaires reste à un niveau bas spécialement celle de la viande de chèvre.

L'objectif de cette étude est de transformer la viande de chèvre en charcuteries en substituant les sels de nitrite couramment utilisés par des antioxydants naturels tout en respectant les bonnes pratiques d'hygiène afin d'obtenir un produit sain, salubre, qui ne présente pas des risques aux consommateurs. Quatre formulations des épices et ingrédients dont F1, F2, F3 et FT ont été utilisés pour les saucissons et les boulettes.

Les résultats du premier test hédonique qui correspond à l'épreuve d'acceptabilité montrent que les scores (notes) ont varié de 4,12 à 4,73 ; soit une note d'appréciation moyenne de 4,43 qui correspond au gout agréable selon le panel de dégustation. Le second test hédonique qui est celui de classement prouve que les moyennes de classement ont varié de 1,21 à 4,20. Les résultats du test de classement ont ainsi montré que les formulations 3, témoin, 2 et 1 ont été classées (selon la préférence du panel ou jury de dégustation), respectivement, premier, deuxième, troisième, le dernier par le panel. L'analyse de Friedman ($P < 0,05$) a montré qu'il y a une différence statistiquement significative entre les moyennes des classements des échantillons des boulettes et des saucisses

Après les analyses microbiologiques des échantillons faites au laboratoire de microbiologie alimentaire de la FABI, nous avons constaté que le nombre de germes est inférieur aux normes requises pour les boulettes à viande mais quelques échantillons des saucissons ont présentés

une charge microbienne supérieure aux normes alimentaires à cause du non-respect des bonnes pratiques d'hygiène surtout lors du refroidissement et conditionnement.

Les analyses microbiologiques nous ont aussi permis de voir l'évolution microbienne dans les produits charcutiers obtenus à base de la viande de chèvre ce qui a permis de déterminer que leur durée de conservation à une température comprise entre 4 et 5^{o}c peut aller au-delà de 5jours.

ABSTRACT

Meat is a food of high nutritional value. Its richness in proteins and the nature of these make it an essential food for a balanced diet. The meat is served to customers after going through a significant number of stages.

These nutritional qualities or nutrients make meat a very favorable environment for microbial proliferation. Workers in slaughterhouses or in delicatessens who are unaware of good hygien practices contribute to the multiplication of pathogenic germs. These germs can be the cause of food poisoning in consumers.

The most suspected microorganisms were total mesophilic aerobic flora, total coliforms, *E. Coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, yeasts and molds.

In our country, the processing of agri-food products remains at a low level, especially that of goat meat.

The objective of this study is to transform goat meat into charcutery by replacing the commonly used nitrite salts with natural antioxidants while respecting good hygien practices in order to obtain a healthy, safe product that does not present risks to consumers. Four formulations of spices and ingredients including F1, F2, F3 and FT were used for sausages and dumplings.

The results of the first hedonic test, which corresponds to the acceptability test, show that the scores (marks) varied from 4.12 to 4.73; i.e. an average appreciation score of 4.43 which corresponds to the pleasant taste according to the tasting panel. The second hedonic test, which is the ranking test, proves that the ranking means varied from 1.21 to 4.10. The results of the ranking test thus showed that formulations F3, control, F2, new charcuterie IMMO, F1 and butcher's shop business from Africa were ranked (according to the preference of the panel or tasting jury), respectively, first, second, third, the last by the panel. Friedman's analysis ($P < 0.05$) showed that there is a statistically significant difference between the mean rankings of the meatball and sausage samples.

After the microbiological analyzes of the samples made at the food microbiology laboratory of the FABI, we found that the number of germs is lower than the standards required for meatballs but some samples of sausages presented a microbial load higher than the food standards because non-compliance with good hygiene practices, especially during cooling and packaging.

The microbiological analyzes also allowed us to see the microbial evolution in the charcuterie products obtained from goat meat, which made it possible to determine that their shelf life at a temperature between 4 and 5 ^{o} C can go beyond 5 days.

TABLE DES MATIERES

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY i

DEDICACES ii

REMERCIEMENTS iii

RESUME iv

ABSTRACT vi

TABLE DES MATIERES vii

LISTE DES TABLEAUX xii

LISTE DES FIGURES xiii

SIGLES ET ABREVIATIONS xiv

AVANT-PROPOS xvi

INTRODUCTION GENERALE 1

PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE 3

CHAP I : GENERALITES SUR LA VIANDE 4

I.1.Définition 4

I.2.Composition de la viande 4

I.2.1. Protéines 5

I.2.2. Lipides 6

I.2.3. Glucides 6

I.2.4. Vitamines et sels minéraux 6

CHAP II.GENERALITES SUR LES ABATTOIRS PUBLICS 7

II.1.Définition de l'abattoir 7

II.2. Différentes sections de l'abattoir 7

II.3. Quelques règles de bases pour le fonctionnement d'un abattoir 8

II.4. Examen ante-mortem 8

II.5 Mode d'exécution d'examen ante-mortem 9

II.6. Méthodes et opérations liées à l'abattage 9

II.6.1. Définition 9

II.6.2. Technologie d'abattage 10
II.6.2.1. Etapes d'abattage pour les caprins 10
II.6.2.2. Inspection des viandes produites à l'abattoir public de Gitega 12
II.6.2.3.Protocole de l'inspection post-mortem chez les caprins à l'abattoir public de Gitega14
II.7. Conditions d'abattage 14
II.8.Principales saisies 14
II.8.1. Saisies partielles 14
II.8.2.Saisies totales 15
II.9. Estampillage 15
II.10. Ecoulement de la viande obtenue à l'abattoir public de Gitega 16
II.11. Evolution du muscle 16
II.11.1 Etat pantelât 16
II.11.2. Rigidité cadavérique 16
II.11.3.Maturation 17
II.12. Qualités de la viande 18
II.12.1. Qualités technologiques 18
II.12.1.1.Pouvoir de rétention d'eau 18
II.12.1.2. pH 18
II.12.2. Qualités organoleptiques 18
II.12.2.1.Couleur 18
II.12.2.2.Tendreté 19
II.12.2.3. Jutosité ou succulente 19
II.12.2.4. Flaveur 19
II.13. Facteurs influençant la qualité de la viande 20
II.13.1. Bonnes pratiques d'hygiènes (BPH) 20
II.13.2. Qualité hygiénique 21
CHAP III. SOURCES DE CONTAMINATION DE LA VIANDE.....22
III.1. Sources de contamination de la viande avant abattage 22

III.1.1 Mal propreté des animaux.....22

III.1.2. Parcage des animaux.....22

III.1.3. Le personnel.....22

III.2.Source de contamination de la viande pendant l'abattage.....22

III.2.1.Contamination de la viande pendant le dépeçage et la manipulation.....22

III.2.2. Contamination de la viande par la saignée incomplète et défectueuse.....22

III.2.3.Contamination de la viande par le contenu digestif.....23

III.2.4. Contamination de la viande par le contenu des viscères.....23

III.3.Sources de contamination de la viande après abattage.....23

III.3.1.Pollution atmosphérique.....23

III.3.2.Contamination de la viande lors de son transport et de sa conservation.....23

III.3.3.Contamination de la viande par le personnel.....23

III.4. Réception des animaux.....24

III.5.Différents types de microorganismes rencontrés dans les viandes.....24

III.5.1. Les germes saprophytes ou indicateurs d'hygiène.....24

III.5.2.Germes aérobies totaux.....24

III.5.3.Coliformes totaux et fécaux.....25

III.5.4. Les germes pathogènes.....25

III.5.5. Autres microorganismes.....26

III.5.5.1.Levures.....26

III.5.5.2.Moisissures.....26

PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE.....27

CHAP IV : MATERIEL ET METHODES.....28

IV.1. Matériel et équipements.....28

IV.2. Fabrication des boulettes à viande.....29

IV.2.1.Choix et préparation de la viande.....29

IV.2.2.Préparation des mélanges.....30

IV.2.3. Hachage.....30

IV.2.4.Empatage 31
IV.2.5. Moulage 31
IV.2.6. Cuisson.....31
IV.3.Rôle des ingrédients utilisés 31
IV.3.1.La farine de blé 31
IV.3.2. Phosphate 32
IV.3.3 ails, oignons et poireaux 32
IV.3.4. Sel 32
IV.3.5. Epices.....32
IV.4.Transformation de la viande de chèvre en charcuteries.....33
IV.4.1. Boulettes de viande.....33
IV.4.2.Saucissons.....33
CHAP V. ANALYSE MICROBIOLOGIQUE.....36
V.1. Matériel biologique 36
V.1.1. Matériel de prélèvement.....36
V.1.2. Matériels de laboratoire.....36
V.1.3. Produits de laboratoire 37
V.2. Méthodes.....38
V.2.1. Récolte des échantillons et leur transport.....38
V.2.2. Préparation de l'eau peptonée 38
V.2.3. Préparation des milieux de culture.....38
V.2.3.1. Plate Count Agar.....38
V.2.3.2. Salmonella Shigella Agar.....39
V.2.3.3. Baird-Paker Agar 40
V.2.3.4. Violet Red Bile Lactose Agar 40
V.2.3.5. Yeast Glucose Chloramphénicol Agar.....41
V.2.4. Prélèvement des échantillons 42
V.2.4.2. Diluant.....42

V.2.4.3. Préparation des dilutions successives....42
V.2.4.4. Ensemencement....43
V.2.4.5. Incubation....43
V.2.4.6. Dénombrement....44
V.2.4.7. Formule utilisée....44
CHAP VI : PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTAT....45
VI.1. Présentation des résultats microbiologiques des boulettes à viande de chèvre 45
VI.2. Caractéristiques microbiologiques des saucissons faites à base de la viande de chèvre 47
VI.3. Détermination de la durée de conservation....50
VI.4. Discussion des résultats 50
CONCLUSION....53
RECOMMANDATIONS....54
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES....55
ANNEXES....62

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:Composition biochimique de la viande. 5
Tableau 2:Composition nutritionnelle moyenne des charcuteries (pour 100g) 5
Tableau 3:Composition des quatre formulations des épices et ingrédients 29
Tableau 4 : Composition de l'eau peptonée 38
Tableau 5:Composition du Plate Count Agar 39
Tableau 6:Composition du Salmonella Shigella Agar 39
Tableau 7:Composition du Baird Parker Agar 40
Tableau 8:Composition du Violet Red Bile Lactose Agar 41
Tableau 9:Composition du Yeast Glucose Chloramphenicol agar 41
Tableau 10:Température et durée d'incubation de quelques microorganismes 44
Tableau 11:Résultats microbiologiques des boulettes issues des quatre formulations 46
Tableau 12:Résultats microbiologiques des saucissons issus des quatre formulations 47
Tableau 13:Résultat du test d'acceptabilité 49
Tableau 14:Résultat du test de classement 49
Tableau 15:Evolution de la flore microbienne des produits fabriqués à base de la viande de chèvre après 5jrs 50

LISTE DES FIGURES

Figure 1:Les étapes d'abattage à APG 12
Figure 2:Etapes de la fabrication des boulettes à viande 33
Figure 3:Diagramme de la fabrication de la viande de chèvre en saucissons viande 35
Figure 4:Préparation des dilutions décimales 43
Figure 5:boulettes cuites 45
Figure 6:Saucissons dans un fumoir 47

SIGLES ET ABREVIATIONS

%	: Pourcentage
APG	: Abattoir Public de Gitega
ATP	: Adénosine Triphosphate
BP	: Baird Parker
BPH	: Bonnes Pratiques d'hygiène
C°	: Degré Celsius
CF	: coliformes fécaux
CT	: coliformes totaux
DLC	: Date limite de consommation
DLUO	: Date limite d'utilisation optimale.
E. coli	: Escherichia coli
EPT	: Eau peptonée tamponnée
FABI	: Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie
FAMT	: Flore aérobie mésophile totale
FAO	: Food and Agriculture Organization
G	: Gramme
H	: heure
HACC	: Hazard Analysis of Critical Control Point
IAA	: Industrie Agro-Alimentaire

ISO : International standards organisation

Kg : Kilogramme

mg : milligramme

ml : millilitre

mm : Millimètre

n° : numéro

PCA : Plate Count Agar

pH : Potentiel d'Hydrogène

SSA : *Salmonella*, *Shigella* Agar

STA : Sciences et Technologie des Aliments

UB : Université du Burundi

VRBL : Violet Red Bile Lactose

YGC : Yeast Glucose Chloramphenicol

Mm : Micromètre

AVANT-PROPOS

Le présent mémoire entre dans le cadre de l'obtention d'un diplôme de Master en Sciences et Technologies des Aliments, option Technologie poste- récolte.

L'idée de cette étude est venue du fait que les produits carnés est actuellement un autre groupe des denrées alimentaires largement consommes au Burundi mais les additifs souvent utilises suscitent des débats sur le point de vie sante des consommateurs et qu'il semble y avoir peu ou pas d'informations sur les procédés de transformation.

La présente étude vise à obtenir des produits de charcuterie par la transformation de la viande chèvre tout en utilisant les épices naturels comme ingrédients afin de prolonger la durée de conservation et aussi d'améliorer la valeur nutritionnelle et organoleptique de ces produits.

C'est pourquoi le sujet est intitulé « **fabrication des charcuteries à base de la viande de chèvre sans utilisation des sels nitrites et des colorants rouges** »

Des difficultés n'ont pas été manqué au cours de cette étude surtout ceux liés aux moyens financiers qui étaient insuffisants pour pouvoir analyser la valeur nutritive de chaque produit(les protéines, les glucides, les lipides et les micronutriments comme les vitamines et les sels minéraux ; le manque du matériel suffisant pour pratiquer beaucoup des essais.

Malgré toutes ces conditions de travail qui sont en peu dur, les résultats ont montrés qu'il serait mieux d'utiliser ces épices et ingrédients naturels hautement riches en antioxydants et autre composants a des concentration différentes selon le type de produit désiré enfin d'augmenter la durée de conservation de ce produit, ce qui va également ajouter le caractère hedonique de ces produits et ça contribue également à la lutte contre la malnutrition qui règne dans notre pays sous plusieurs formes.

INTRODUCTION GENERALE

Le BURUNDI est un pays essentiellement agricole. L'élevage fait partie des principales activités agricoles du pays. Il présente une potentialité importante et apparaît comme un levier fondamental pour le développement. Ainsi, notre Pays est doté de troupeaux d'animaux d'élevage tels que des bovins, ovins, caprins, porcins et des volailles. De nos jours, on remarque que la transformation de la viande, surtout celle du bœuf et du porc en charcuterie domine le terrain. Les produits de charcuterie comme les saucissons secs, les boulettes, les jambons, les pâtés, le salami, les saucisses,… sont trouvés dans quelques boucheries et charcuteries de la ville de Bujumbura à prix assez abordables. Mais la fabrication de produits de charcuterie est presque principalement artisanale avec souvent utilisation des sels de nitrite, des colorants rouges et des sulfates comme additifs alimentaires lesquels produits chimiques sont suspectés cancérogènes.

Ces produits carnés sont riches en protéines, en vitamines, en acides gras et en d'autres nutriments. Généralement, ils sont considérés comme des aliments prêts à être consommés.

Toutefois, la viande est aussi un milieu favorable au développement des microorganismes, essentiellement des bactéries protéolytiques qui entraînent des modifications néfastes sur l'odeur, la couleur, la texture et produisent des substances toxiques (Sindayigaya, 2008).

C'est donc une matière première fragile qui doit être strictement surveillée en raison du danger dû à ces altérations et à la présence éventuelle de germes pathogènes (Guiraud et *al*. 2003).

De ce fait, la qualité microbiologique des produits carnés peut avoir un impact direct sur la santé publique. Comme toutes les denrées alimentaires, malgré leur apport nutritionnel, les produits de charcuterie peuvent être des sources importantes d'infections bactériennes chez les humains, dans le monde entier. La fièvre typhoïde, la méningite, la gastro-entérite, la toxiinfection alimentaire sont les plus fréquemment observées. Ces maladies d'origine alimentaire peuvent être graves et parfois mortelles (Norrung, Buncic, 2008).

Vu que, dans notre pays, les unités de transformation de la viande se limitent beaucoup aux bovins, aux porcs et que l'usage des composés en N-nitrosés comme des sels de nitrite, des colorants rouges et des sulfates reste actuellement plus douteux sur la santé humaine, nous avons préféré de faire une transformation de la viande de chèvre en charcuterie avec des antioxydants naturels(thym, clou de girofle, poivre blanc, poivre noir, oignon, poireaux, noix de muscade) tout en respectant les bonnes pratiques d'hygiène afin d'obtenir des produits de qualité, présentant aussi des qualités organoleptiques préférées.

Le présent travail relate alors les activités pratiques effectuées sur la fabrication des denrées alimentaires provenant de la viande de chèvre spécialement des charcuteries. Il relate également les différentes fonctions des additifs alimentaires utilisés comme le phosphate, les épices ou autres ingrédients.

Pour aborder tout cela, notre travail s'est articulé autour de deux parties : la première est consacrée à une synthèse bibliographique comportant deux chapitres, le premier rassemble toutes les informations relatives à la qualité des viandes, le deuxième relate la microflore des viandes.

Dans la seconde partie, la méthodologie adaptée pour la réalisation de l'expérimentation a été présentée, de même que les résultats obtenus ainsi que leur discussion. Notre étude se termine par une conclusion suivie par des recommandations.

PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAP I : GENERALITES SUR LA VIANDE

I.1.Définition

Le Codex Alimentarius définit la viande de la manière suivante: «Toutes les parties d'un animal destinées, ou jugées saines et aptes, à la consommation humaine». Elle se compose d'eau, de protéines et d'acides aminés, de sels minéraux, de graisses et d'acides gras, de vitamines et d'autres composants bioactifs, et de petites quantités d'hydrates de carbone(FAO, 2007).

La viande désigne l'ensemble des aliments constitués par les tissus musculaires associés à du gras, des nerfs et du sang, ainsi que la triperie et les abats.

Par définition, les charcuteries sont des produits alimentaires traités à base de viande. Dans ces produits, la viande peut être crue et fermentée ou cuite. Elle peut aussi être salée, fumée ou séchée. Ainsi, d'autres ingrédients entrent dans la composition des charcuteries (épices, additifs alimentaires et autres produits d´assaisonnement,...). Différents produits ont pour origine la transformation de la viande, certains sont consommés en l'état tels que le jambon cuit, les saucissons, les boulettes à viande et d'autres après cuisson comme les saucisses crues... (FICT, 2010 cité par JAOFARA Bary Hery, 2016). De nos jours, le mot charcuterie revêt une signification plus large et désigne les produits finis de transformation de la viande mais il désigne également l'industrie productrice et le lieu où l'on vend ces produits.

I.2.Composition de la viande

Du point de vue nutritif, la viande est une substance riche en eau, en protéines de haute valeur et en graisses mais elle est contient peu de glucides(Glycogène).

La composition moyenne de la viande est variable suivant les animaux. Mais il y a une composition moyenne qui est retenue ainsi que le montre le tableau 1(Coibion, 2008).

Tableau 1: Composition biochimique de la viande.

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

Tableau 2:Composition nutritionnelle moyenne des charcuteries (pour 100g)

Energie et nutriments	**Teneur**
Energie	100-400kcals
Eau	30-70g
Glucides	1g
Protéines	20g
Lipides	3-40g
Cholestérol	70g
Sodium	5g
Fer	1mg
Vitamines B	0,4 ug

Source: CRMA-Limousine cité par JAOFARA Bary Hery,2015

I.2.1. Protéines

La composition des protéines du muscle est la suivante (Keeton et Eddy, 2004) :

- 2 % de protéines du stroma (protéines support) : il s'agit des protéines du tissu conjonctif entourant la fibre musculaire ;
- 5.5 % de protéines sarcoplasmiques (protéines impliquées dans le métabolisme) : présentes dans le sarcoplasme entourant les myofibrilles parmi lesquelles des enzymes du métabolisme

oxydatif et glycolytique, mais également la myoglobine, pigment donnant la couleur au tissu musculaire ;

- 11.5 % de protéines myofibrillaires (protéines contractiles) : majoritairement constituées d'actine et de myosine (respectivement 22 % et 43 % des protéines myofibrillaires), qui jouent comme rôle majeur la contraction musculaire.

I.2.2. Lipides

Selon HENRY (1992), les lipides constituent une source importante de calories, emmagasinées dans le tissu adipeux. Ils interviennent également dans la communication cellulaire (médiateurs, hormones, …) et véhiculent les vitamines liposolubles (A, D, E). Les acides gras polyinsaturés oméga 3 ont un rôle bénéfique reconnu dans la prévention des maladies cardiovasculaires et certains cancers. L'oméga 3 et l'oméga 6 ne peuvent pas être synthétisés par l'organisme de l'homme. Ils doivent donc impérativement être apportés par son alimentation. La teneur moyenne en cholestérol est de l'ordre de 70 à 100 mg pour 100 mg de viande.

I.2.3. Glucides

La fraction glucidique ou le glycogène dans le muscle est d'environ 2%. Elle constitue la réserve énergétique pour la contraction du muscle. La viande est pauvre en glucides. Le glycogène est transformé en acide lactique après la mort de l'animal (Craplet et *al*., 1979).

I.2.4. Vitamines et sels minéraux

Les viandes rouges renferment des vitamines hydrosolubles surtout du groupe B. Elles sont riches en Thiamine ou vit. B1, Riboflavine ou vit. B2 et pauvre en vitamine C ou acide L-ascorbique. Elles assurent l'utilisation et la transformation des macronutriments pour diverses fonctions de l'organisme.

Elles sont notamment nécessaires au bon fonctionnement du système nerveux et des muscles par exemple, la vitamine B12 agit plus particulièrement sur le renouvellement des cellules (HENRY, 1992).

La viande constitue une excellente source de fer, 100g de viande fraîche apporte jusqu'à 2,2 à 3,7 mg de fer, essentiellement sous forme héminique (65 à 75% du fer total) (Bauchart et *al*., 2008).

CHAP II.GENERALITES SUR LES ABATTOIRS PUBLICS

II.1.Définition de l'abattoir

Selon SOTNER, 1987, l'abattoir est :

- un outil de transformation : l'abattage, le désossage, la découpe, le stockage ;

- un outil destiné à aider la sélection pour l'application des carcasses qui s'y réalise ;

- un outil de contrôle fiscal et sanitaire ;

- un outil de commercialisation avec souvent un marché et dans les grands abattoirs des salles de vente climatisées ;

- Un outil de constatation des cours.

C'est donc à la fois un outil de technique, économique et commercial.

II.2. Différentes sections de l'abattoir

Un abattoir moderne comprend quatre sections à savoir:

1. une section « locaux et atelier publics »constituants le centre de l'abattoir ; - Marché d'animaux vivants ;

- L'abattoir proprement dit avec ses locaux de stabulation des animaux, la salle d'abattage avec une salle réfrigérée pour la viande et les abats, son local de vidange, de nettoyage des panses et viscères.

2. une section ateliers annexes pour le traitement du cinquième quartier.

3. une section sanitaire : abattoir sanitaire, salle de saisies, autopsies et laboratoire.

4. une section des locaux administratifs et de fonctionnement comprenant des bureaux administratifs, le bureau du service vétérinaire et bureau de la société d'exploitations.

La disposition des installations de l'abattoir doit répondre à un principe absolu qu'en aucun point, le circuit de l'animal mort doit croiser celui de l'animal vivant, source évident de contamination microbienne.

II.3. Quelques règles de bases pour le fonctionnement d'un abattoir

Les règles de bases pour le fonctionnement d'un abattoir dans des conditions hygiéniques afin de préserver la santé publique sont:

- la séparation des secteurs souillés (animaux vivants, déchets, saisies, contenus digestifs) et des secteurs propres destinés à la consommation humaine (carcasses, estomacs lavés et abats en général) ;
- le principe de marche en avant c'est-à-dire le non croisement des circuits ;
- le dépeçage et la découpe des animaux en position suspendue ;
- le contrôle vétérinaire c'est-à-dire les inspections ante-mortem et post- mortem

II.4. Examen ante-mortem

L'examen ante-mortem ou inspection sur pied est un examen qui se réfère sur un animal vivant.

Cet examen montre les cas qui peuvent éveiller l'attention de l'agent d'inspection. Ces cas sont les suivants :

- état d'engraissement ;
- jetages ;
- abcès ;
- diarrhées ;
- mammites ;
- muqueuses et onglons avec aphtes ;
- otites.

L'examen ante-mortem est d'une importance capitale parce qu'il permet :

- de mettre en évidence de nombreuses maladies parasitaires (externes et infectieuses) ;
- de découvrir les maladies dont les lésions ne se révèlent pas après l'abattage (tétanos, rage ,etc.).
- de dépister certains cas qui susciteront d'une part l'abattage d'urgence et d'autre part de reporter l'abattage des animaux en gestation, fatigués ; surmenés ;

- d'éviter l'abattage des animaux qui seraient saisies la cour de l'examen post mortem ou inspection de la viande qui, lorsqu'ils sont traités, peuvent être abattus après guérison ; - donner une orientation générale de l'inspection post-mortem.

II.5 Mode d'exécution d'examen ante-mortem

Les paramètres qu'on apprécie au cours de l'examen ante-mortem :

- le comportement ;
- l'état d'engraissement ;
- les sabots ;
- le sexe ;
- la peau ;
- l'attitude ;
- les orifices (buccale, nasale, oculaire,…);
- l'état des articulations ;
- l'état des ganglions ;
- les battements cardiaques.

II.6. Méthodes et opérations liées à l'abattage

II.6.1. Définition

L'abattage est une succession d'opérations qui permettent d'obtenir une carcasse et autres parties composantes du cinquième quartier après avoir éliminé les parties non comestibles notamment la peau, le sang, les membres, les cornes, le contenu digestif.

L'abattoir qui est un lieu de transformation, doit remplir d'autres conditions nécessaires qui doivent permettre un bon contrôle.

L'abattage est une étape primordiale très influente sur l'avenir du produit. C'est aussi une opération qui permet d'obtenir la carcasse après élimination des parties non comestibles notamment les extrémités des membres de la peau, le sang des viscères. L'abattage se fait à l'abattoir. L'abattoir est un outil de transformation, de contrôle fiscal et sanitaire (Lemaire**,** 1982).

II.6.2. Technologie d'abattage

L'abattoir public de Gitega n'inspecte pas beaucoup les animaux avant l'abattage car les animaux arrivent à l'abattoir le jour même de l'abattage et on les abats directement dès qu'ils arrivent à l'abattoir. Cela pourrait provoquer des dangers à la santé des consommateurs dans le cas où il ne serait pas facile d'éviter que les animaux atteints des maladies contagieuses ne contaminent pas d'autres animaux pendant l'abattage. La propreté corporelle en particulier surtout celle des cuirs est à surveiller. La propagation des bactéries sur tout le cuir est provoquée par le non-respect d'hygiène, la promiscuité des animaux en stabulation, le matériel, les murs, etc. L'hygiène de la production de la viande doit commencer par la prévention des maladies au cours de l'élevage et l'engraissement de l'animal ou bétail.

L'APG s'intéresse moins l'état physique de l'animal destiné à l'abattage. Il attend les résultats de l'expertise. Les facteurs qui influaient l'état physiologique de l'animal sont :

- conditions de nutrition de l'animal avant l'abattage ;

- conditions de transport de l'animal ;

- Influence du temps de repos.

La méthode d'étourdissement qu'on utilise à l'abattoir public de Gitega est celle par simple jugulation appelée également étourdissement par voie mécanique. La technique qu'on utilise pour les caprins est presque similaire à celle utilisée pour les bovins. La différence réside dans le fait qu'on ne fait pas la fente de la carcasse en deux demies carcasses pour les caprins.

II.6.2.1. Etapes d'abattage pour les caprins

Les étapes d'abattage des caprins à l'abattoir public de Gitega sont :

- Introduction de l'animal dans l'air d'attente ;

- Introduction de l'animal dans la salle d'abattage ;

-Jugulations ou étourdissement

- La saignée : elle consiste à couper les vaisseaux du cou de l'animal à l'aide d'un couteau pour éliminer le sang se trouvant dans les muscles. La saignée est une opération capitale qui a lieu immédiatement après l'étourdissement pour profiter de l'activité cardiaque nécessaire à une bonne éjection du sang pour le devenir de la viande (Craplet, 1966).

- Dépouillage : c'est l'enlèvement de la peau de l'animal ;

- Amputation des extrémités des membres : pour les membres postérieurs, on coupe entre le jarret et la jambe comme on le fait pour les bovins. Pour les membres antérieurs, la découpe se fait entre le genou et l'avant-bras ;
- Eviscération : c'est le fait de détacher les viscères sur la carcasse ;

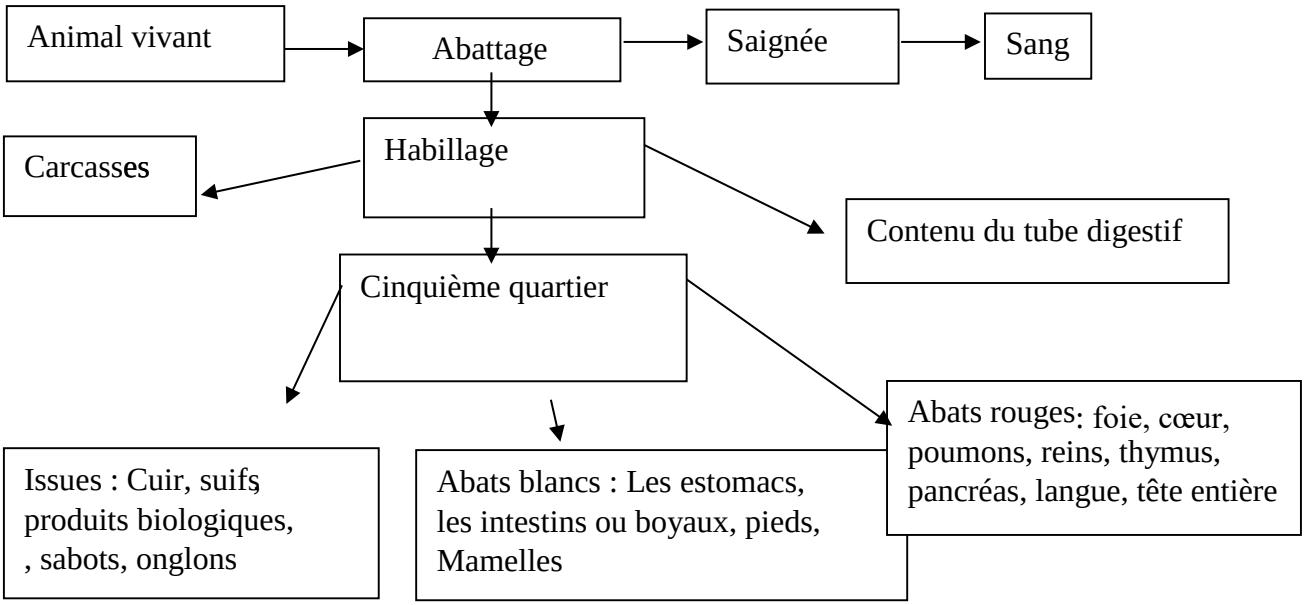
- Nettoyage des viscères : après l'éviscération, on procède au nettoyage des viscères à l'aide de l'eau propre.

A l ´APG, la tête de l'animal qui a subit la contention est tournée et il est contre le sol et à l'aide d'un couteau, on coupe les vaisseaux du cou (veines jugulaires, artères, et carotides). Pour minimiser les conséquences d'une mauvaise saignée, ceux qui la pratiquent bouchent la tranchée avec le doigt pour les chèvres;

- Etêtage : c'est l'étape qui suit la saignée et qui consiste en l'ablation de la tête ;

- déshabillage ou dépouillage : après l'ablation de la tête, on procède à l'enlèvement de la peau à l'aide des couteaux appropriés ;
- Eviscération : elle consiste à détacher de la carcasse des viscères thoraciques et abdominales;
- traitement des viscères : il consiste à vider et à nettoyer les intestins et la panse ;
- Amputation des extrémités des membres : pour les membres postérieurs, on coupe entre le jarret et la jambe. Quant aux membres antérieurs, cette opération se fait entre le genou et l'avant-bras ;

Figure 1:Les étapes d'abattage à APG



II.6.2.2. Inspection des viandes produites à l'abattoir public de Gitega

Pour éviter tout obstacle à l'inspecteur, toute personne n'ayant pas de rôle à l'inspection doit sortir de l'abattoir qui reste fermé jusqu'à la fin de l'expertise.

L'expertise comme science qui occupe de l'étude hygiénique et qualitative des denrées alimentaires d'origine animale permet en général de retirer les viandes impropres pouvant causer des dangers aux consommateurs. Les viandes impropres sont appelées ″saisies″.
L'inspection doit se faire de manière à ne pas abîmer la viande.

Pour le cas de saisie, les causes sont variées. Le vétérinaire doit éliminer toute viande dont la manipulation où l'ingestion constituerait un danger.

C'est le cas par exemple de :

- Viandes cadavériques : c'est-à-dire provenant des animaux non abattus ;
- Viandes parasitées ;
- Viandes des animaux malades, donc qui ont des maladies contagieuses comme la rage, la peste, la tuberculose, etc. ;
- Viandes à couleur ou à odeur anormale. C'est le cas des viandes putréfiées avec une coloration verdâtre ;

- Viandes insuffisantes : c'est-à-dire trop maigre.

Les objectifs de faire une inspection de la viande ou l'examen post-mortem sont les suivants :

- Protéger la santé des consommateurs en éliminant les viandes dangereuses et en prescrivant toute mesure afin que la viande saine à l'abattage le demeure jusqu'à son utilisation par les consommateurs;

- Protéger la santé animale en évitant la dissémination des maladies contagieuses soit par contact, poussières, cohabitation, etc., soit par ingestion lorsque certaines viandes sont consommées par des carnassiers.

Elle permet aux éleveurs de se renseigner sur l'état de santé des animaux qu'ils produisent et prendre des mesures nécessaires à leurs alimentations ;

- Protéger les intérêts des utilisateurs qui payent chers les produits carnés dont on doit garantir leur valeur : valeur nutritive et organoleptique pour les consommateurs, valeur technologique (aptitude à la transformation industrielle) ;

- Amélioration du commerce des viandes par l'appréciation et la classification des carcasses et par la garantie sanitaire, faute desquelles les acheteurs étrangers seraient amenés à refuser certaines exportations ;

- Informer les éleveurs sur la réussite ou l'échec de sa production. En effet, l'amélioration des techniques d'élevage et la sélection des animaux destinés à la consommation et à la transformation nécessite des contrôles rigoureux à l'abattoir.

L'examen post-mortem ou expertise est une discipline d'observation où interviennent tous les sens :

- La vue : non seulement pour examiner la partie superficielle mais aussi pour repérer immédiatement les lésions courantes ;

- L'odorat : pour sentir les odeurs d'origines diverses ;

- La palpation : pour apprécier l'aspect (consistance) de la partie lésée.

Cette inspection s'appuie en pratique sur un examen macroscopique qui permet d'identifier les lésions caractéristiques des certaines maladies infectieuses et parasitaires.

II.6.2.3.Protocole de l'inspection post-mortem chez les caprins à l'abattoir public de Gitega

Le protocole de l'expertise chez les caprins à l'abattoir public de Gitega comprend :

- Le coup d'œil sur la carcasse ;
- L'examen de la rate ;
- L'examen du foie ;
- L'examen des reins ;
- L'examen du cœur.

D'une manière générale, l'enlèvement d'une partie, organe faisant objet de l'expertise conduit à la saisie totale de cet organe.

II.7. Conditions d'abattage

Dans un abattoir, les animaux doivent être abattus dans un local spécial. Dans ces conditions, il est facile d'assurer l'hygiène de l'abattoir.

Les principaux problèmes à résoudre pour assurer un bon fonctionnement d'un abattoir sont les suivants :

- Les nuisances pour le voisinage ;
- L'adaptation du terrain à l'implantation d'un bâtiment important ;
- Le traitement des eaux usées ainsi que les déchets de l'abattoir.

II.8.Principales saisies

II.8.1. Saisies partielles

La saisie peut être partielle, c'est-à-dire ne porter que sur un ou plusieurs pièces de la carcasse. Les principaux motifs de saisir un organe sont :

- Les abcès résultant parfois d'injections faites dans de mauvaises conditions d'hygiène ;
- Les arthrites pouvant toucher les articulations ;
- Les infiltrations sero-hémorragiques provoquées par des coups, des chocs, etc. ;
- Les adhérences péritonéales consécutives à des césariennes, des corps étrangers etc.
- Les souillures qui résultent souvent d'une faute à l'éviscération. Cette faute est parfois provoquée par des adhérences péritonéales ou par une panse très remplie.

D'autres raisons de saisies partielles sont :

- la dégénérescence musculaire localisée ;
- La fibrose ;
- La neurofibromatose ;
- Une péritonite localisée et stabilisée.

Les foies sont des abats les plus fréquemment saisis en raison de leur infestation par les douves.

II.8.2.Saisies totales

La saisie peut être totale, c'est-à-dire, saisir toute la carcasse et ce pour des motifs suivants :

- La péritonite aigue ;
- La cysticercose généralisée ;
- L'hydrohémie, la carcasse est œdémateuse, la viande ne caille pas normalement et est impropre à la consommation ;
- L'accumulation de pathologies (abcès multiple, néphrite, hépatite, pneumonie, etc.) ;
- L'odeur urineuse de la viande provoquée par la présence

II.9. Estampillage

L'estampillage consiste en application de marques soit à l'ancre alimentaire, soit par tout autre procédé agrée et indélébile indique:

- L'état de salubrité de la carcasse ;
- La catégorie à laquelle elle appartient.

Cette marque doit avoir lieu sur chaque demi-carcasse pour les bovins

Pour les chèvres:

- sur la partie externe de la cuisse
- au niveau de l'épaule

L'estampillage qui vient juste après l'inspection c'est-à-dire après l'examen post mortem ou expertise consiste à mettre une estampille sur la viande affirmant que cette dernière est propre à la consommation ou renseignant sur la qualité de la viande.

Marque d'une estampille: emprunte appliquée sur les brevets, des lettres, des livres, etc. ; pour l'authenticité, la provenance.

Les modèles d'estampilles varient suivant les caractéristiques d'équipements, l'abattoir et suivant certaines existences de commercialisation.

Pour éviter les fraudes des consommations des viandes impropres, l'abattoir public de Gitega réalise à la fin de l'expertise, l'estampillage et ce dernier renseigne si réellement les viandes sont propres à la consommation humaine et aux autres transformations ou si elles sont d'une telle ou telle autre catégorie.

II.10. Ecoulement de la viande obtenue à l'abattoir public de Gitega

Après examen post mortem ou expertise, les viandes propres sont acheminées au marché centrale de Gitega où elles seront vendues aux consommateurs ainsi qu'aux bouchers travaillant dans les bars environnants ou hôtels.

Le sang collecté par les aides bouchers est utilisé dans l'alimentation des porcs mais ils nous ont révélés qu'auparavant, ce sang était utilisable pour la consommation humaine dans certains ménages.

II.11. Evolution du muscle

La transformation du muscle en viande commence dès la mort de l'animal. Les muscles sont le siège des modifications, plus ou moins importantes qui contribuent à l'obtention des qualités organoleptiques de la viande.

Cette étape de transformation fait appel à un ensemble de processus très complexe, de nature à la fois enzymatique et biochimique.

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

II.11.1 Etat pantelât

Pendant cette phase, il y a donc épuisement des réserves énergétiques (glycogène), puis une mise en place de la glycolyse anaérobie. L'accumulation d'acide lactique qui s'en suit provoque ainsi une baisse du pH qui passe de 7 à 5.5 (Ouali, 1991 ; Coibion, 2008).

II.11.2. Rigidité cadavérique

Elle s'installe complètement en 6 à 24 heures après l'abattage chez les caprins et les bovins. Le délai dépend du muscle considéré mais beaucoup plus rapidement chez les porcs entre 30min et 3 heures.

La fibre musculaire tente de maintenir son intégrité structurelle c'est-à-dire la dissociation de l'actine par l'ATP et maintien des gradients ioniques transmembranaires.
Suite à la rupture de l'approvisionnement en oxygène par le sang, elle ne dispose plus que de la voie fermentative, ce qui provoque une accumulation d'acidité dans le muscle donnant lieu à une diminution de pH musculaire post-mortem.
Au cours de cette phase, le tissu musculaire va connaître une acidification qui provoque l'arrêt de la circulation sanguine, prive le muscle de l'oxygène pour passer en anaérobiose.

Le glycogène anaérobie génère l'acide lactique qui abaisse le pH. Plus le pH du muscle diminue, plus le muscle devient dur (Charles et *al*., 2003).

II.11.3.Maturation

Classiquement, il a été admis que la maturation constituait la phase d'évolution post mortem survenant après l'installation de la rigidité cadavérique, encore que la plupart des phénomènes hydrolytiques qui s'y développent débutent dans les premiers instants suivant l'abattage.
Après la rigidité, le muscle va être progressivement dégradé dans une suite de processus complexes au cours desquels s'élaborent en grande partie les divers facteurs qui conditionnent les qualités organoleptiques de la viande et en particulier la tendreté (Boccard et *al*., 1984).

Tous ces phénomènes concourent à rendre la viande plus goûteuse et plus tendre, rehaussant ainsi sa qualité.

En résumé, le but de la maturation est de vous permettre de bénéficier de la meilleure viande possible. Ce travail demande du temps, un savoir-faire unique et beaucoup d'attention de la part des bouchers. C'est d'ailleurs pour cette raison que les viandes maturées coûtent plus chères que celles qui ne le sont pas.

II.12. Qualités de la viande

II.12.1. Qualités technologiques

II.12.1.1.Pouvoir de rétention d'eau

Le pouvoir de rétention d'eau ou la capacité de rétention d'eau est la capacité qu'a la viande à retenir fermement sa propre eau (Huff-Lonergan, 2010). Dans la viande, le pouvoir de rétention d'eau est une caractéristique importante à plusieurs titres: aspect du produit cru, exsudations, pertes à la décongélation, pertes à la cuisson, jutosité du produit cuit (Apple, 2013).
Selon Cheng et Sun (2008), ce paramètre est primordial parce qu'il influence la rentabilité du secteur de la transformation et, plus important encore, les qualités organoleptiques de la viande.

II.12.1.2. pH

La valeur du pH de la viande résulte de la dégradation du glycogène juste après l'abattage et est voisin de 7 (Craplet, *1966).* L'ensemble des réactions survenant dans la cellule musculaire post mortem, entraînant la libération de phosphate inorganique, conduit à l'accumulation d'acide lactique.

Ces phénomènes provoquent une acidification progressive du muscle et donc une chute de pH musculaire post mortem qui se poursuit jusqu'à l'arrêt des réactions biochimiques (ou glycolyse).Le pH post mortem est appelé pH ultime ou pHu (Elrammouz, 2005).

II.12.2. Qualités organoleptiques

Il s'agit de caractéristiques perçues par les sens du consommateur. Elles jouent un rôle prépondérant dans la préférence alimentaire. On parle aussi des propriétés sensitives. Ces sensations peuvent se classer suivant trois modalités (Lamoise et *al*, 1984).
- Qualitative, déterminant la nature de la chose, qui est la caractéristique de ce qui est perçu.
- Quantitative, qui représente l'intensité de cette sensation.
- Hédonique, qui caractérise le plaisir ou deplaisir ressenti par l'individu.

II.12.2.1.Couleur

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

l'oxygène formant ainsi l'oxymyoglobine de couleur rouge vif, couleur de viande synonyme de la fraîcheur recherchée par le consommateur (Renerre, 1997).

Différentes enquêtes ont démontré que dans le domaine de la boucherie, le client est d'abord réceptif à ce qu'il voit. La couleur, première caractéristique perçue par le consommateur, joue un rôle décisif au moment de l'achat car elle est instinctivement rattachée à la fraîcheur du produit. D'ailleurs, dans le système moderne de distribution, c'est souvent le seul critère dont il dispose.

II.12.2.2.Tendreté

Toutes les études montrent que cette caractéristique est la plus importante pour le consommateur. C'est l'aptitude de la viande à se laisser facilement trancher et mastiquer. Elle peut être appréciée subjectivement par des mesures mécaniques (Magali ,1989).

De manière générale, on peut dire que la tendreté diminue avec l'âge, ce qui s'explique par l'augmentation de la réticulation est donc la résistance mécanique des fibres de collagène.

Une étude réalisée par Rosset(1982) a mis en évidence des corrélations très étroites entre l'âge et la tendreté des bovins que chez les ovins.

En outre, le stress subi, par l'animal avant l'abattage peut aussi avoir des répercussions importantes sur la tendreté étant donné que dans notre étude, les vaches étaient chargées dans des camions de sorte FUSO et de ce fait trop stressé davantage.

II.12.2.3. Jutosité ou succulente

La jutosité représente la quantité de suc musculaire relâchée par le muscle quand on le presse ou qu'on le mâche (Dassenoy, 2003).

La jutosité ou succulence d'une viande est une qualité organoleptique perçue au cours de la mastication ; elle est fonction la présence de graisse interstitielle, visible également sur les découpes des muscles.

II.12.2.4. Flaveur

La flaveur correspond à l'ensemble des sensations perçues lors du flairage ou de la mise en bouche de l'aliment, à savoir les sensations rétro-olfactives, gustatives. Ces sensations sont le résultat de stimuli générés par une multitude de composés organiques aromatiques.

La flaveur correspond aux sensations des consommateurs lors de la libération des arômes de la viande pendant la dégustation. La flaveur de la viande est abusivement appelée goût dans le langage courant. Elle résulte de la sollicitation du goût et de l'odorat, soit une perception olfacto-gustative de la viande. Ces sensations proviennent de l'irritation provoquée par des stimuli chimiques de la cavité buccale, du nez ou de la gorge (Micol et al., 2010).

Il existe quatre saveurs bien identifiées dans la culture occidentale : le salé, le sucré, l'amer et l'acide. La flaveur de la viande est composée de ces quatre saveurs dont les proportions permettent l'expression du goût.

II.13. Facteurs influençant la qualité de la viande

L'élevage des animaux à forte répercussion sur les qualités sensorielles de la viande comme la couleur, la tendreté, la flaveur et la jutosité. Les deux paramètres importants sont la ration alimentaire et la nature de la composition de cette même ration.

Si toute restriction de la ration alimentaire a un effet plutôt négatif sur la tendreté et la flaveur, au contraire, la conduite au pâturage à une incidence bénéfique pour la couleur et à la flaveur.

II.13.1. Bonnes pratiques d'hygiènes (BPH)

Les bonnes pratiques d'hygiène sont l'ensemble des règles générales d'hygiène instaurées avant même le commencement de la production d'une denrée alimentaire. La production des denrées alimentaires sûres dans l'entreprise ne contribue aucun risque sur la santé du consommateur. La nécessité de ces règles est de maintenir un environnement hygiénique approprié à la production, à la manutention et à la mise en disposition des produits alimentaires sûrs pour la consommation humaine.

Cependant, pour maîtriser l'hygiène d'une denrée alimentaire, cinq éléments déterminants la maîtrise de la qualité d'un produit dans toutes les opérations unitaires de fabrication doivent être mise en avant: la Mains d'œuvre, le Milieu de travail, les Matériels utilisés, les Matières premières, les Méthodes d'organisations. Ce qui revient à dire que la maîtrise de la qualité dans toutes les étapes de fabrication repose sur la maîtrise des cinq éléments édictés par l'outil qualité appelé (5M) ou d'Ichikawa (Messaoud, 2015).

Cet outil de qualité dont 5M de composition est applicable en trois sens pour bien respecter les bonnes pratiques d'hygiènes en IAA. Celui qui est relative sur l'ensemble du lieu de production,

équipements de chacune des étapes du processus de fabrication et hygiène et comportement du personnel (Yamina, 2014).

II.13.2. Qualité hygiénique

La viande doit garantir une totale innocuité et préserver la santé du consommateur. Elle ne doit contenir aucun résidu toxique (métaux lourd, toxines bactériennes), aucun parasite, ni être le siège d'un développement bactérien susceptible de produire des éléments nocifs. Cette caractéristique doit satisfaire aux normes sanitaires et règlements en vigueur .Ainsi, ne peuvent être mis sur le marché que des aliments ne présentant aucun risque pour la santé (Lameloise et *al*., 1984).
L'eau de lavage, les opérations de dépouille, saignée, l'éviscération, le transport de la viande ainsi que la vente sur différents points sont de plus en plus critiqués du fait qu'on ne respecte pas les bonnes pratiques d'hygiène.

La viande peut être contaminée par des microorganismes à différentes étapes de la chaîne de transformation. Elle est peut être contaminée lors de la dépouille suite à l'utilisation des outils déjà souillés mais aussi les microorganismes de la peau peuvent être en contact avec la carcasse ce qui engendre une mauvaise qualité des viandes après abattage.

Au cours de l'éviscération, La contamination peut être le cas le plus échéant puisqu'on doit le faire le plus tôt possible. Le tube digestif étant un réservoir de nombreux microorganismes en particulier des Escherichia coli.

Pendant le transport des viandes vers les différents points de vente, la viande peut être contaminée par le fait que le chargement se fait dans des véhicules non adaptés à cet usage et même le transport en plein air susceptible de provoquer la prolifération des germes aérobies totaux. Le contrôle des proliférations microbiennes dépend avant tout du respect de la chaîne du froid.

CHAP III. SOURCES DE CONTAMINATION DE LA VIANDE

III.1. Sources de contamination de la viande avant abattage

III.1.1 Mal propreté des animaux

Les cuirs des animaux sont d'une importance source de contamination microbienne des carcasses lors de l'abattage et de l'éviscération. Ils sont porteurs des microorganismes variés comme par exemple *clostridium perfringens, Escherichia coli, Staphylococcies aureus* et les streptocoques fécaux qui proviennent des matières fécales du sol, de l'air ambiant et de l'eau.

III.1.2. Parcage des animaux

D'une manière générale, le parcage des animaux peut être une source de contamination de la viande lorsque les enclos ne sont pas nettoyés et désinfectés parce que le stockage des animaux dans des entrepôts contaminés est à l'origine du développement des microorganismes dans le tractus des animaux.

III.1.3. Le personnel

Le personnel contamine souvent la viande de deux façons :

-par contact : Lorsque les mains des bouchers ne sont pas lavés ainsi que lorsqu'ils ne portent pas des blouses et des bottes nettoyées et désinfectées alors qu'ils ont des plaies sur leurs corps.

-par émission des particules porteuses de germes : les bouchers peuvent contaminer la viande en émettant des germes pathogènes soit par le nez, la bouche, les cheveux, les vêtements, les chaussures et par toute la surface cutanée en général.

III.2.Source de contamination de la viande pendant l'abattage

III.2.1.Contamination de la viande pendant le dépeçage et la manipulation

Les mains des bouchers, le matériel (couteau, linges, etc.) et les locaux peuvent contaminer la viande lorsqu'ils ne sont pas bien lavés et désinfectés. Le contact d'un matériel ou d'une surface sale avec un produit est une source de contamination microbienne.

III.2.2. Contamination de la viande par la saignée incomplète et défectueuse

Une saignée incomplète, pratiquée avec des instruments sales permet aux microbes d'accéder aux tissus par voix circulatoire. Ainsi la saignée incomplète c'est-à-dire celle effectuée lorsque l'animal n'est pas suspendu a comme conséquence le reste du sang dans les muscles, ce qui entraine le développement des microorganismes car le sang constitue un bon milieu de culture

pour la prolifération microbienne. Les instruments sales qui ne sont pas bien lavés et désinfectés contaminent la viande du fait qu'ils laissent des saletés sur les muscles encours de la saigné. Dans ce cas, ces viandes impropres peuvent causer des dangers aux consommateurs.

III.2.3.Contamination de la viande par le contenu digestif

Si tôt la mort, les microbes de la panse et des intestins de l'animal peuvent traverser le tube digestif et contaminent la viande lorsque l'éviscération ne se fait pas immédiatement après la saignée.

III.2.4. Contamination de la viande par le contenu des viscères

Le contenu des viscères (matières fécales) contaminent souvent la viande. Les matières fécales de l'animal contiennent beaucoup des microorganismes. Elles contaminent la viande d'une façon directe ou indirecte.

III.3.Sources de contamination de la viande après abattage

III.3.1.Pollution atmosphérique

Les poussières de l'air ambiant véhiculent les microorganismes qui risquent de se déposer sur la surface de la matière première animale ou sur la surface d'un produit alimentaire viande même si celles-ci viennent d'être nettoyées. L'air contient beaucoup de microorganismes qui peuvent contaminer la viande quand elle n'est pas bien protégée.

III.3.2.Contamination de la viande lors de son transport et de sa conservation

Le transport des carcasses implique le changement de l'ambiance qui est une source éventuelle de contamination de la viande. Même s'il est difficile de protéger la surface contre la contamination exogène pour faciliter la conservation de la viande, la distance entre la salle d'abattage et les lieux d'utilisation doit être prise en considération afin de minimiser les risques de contamination lors du transport.

III.3.3.Contamination de la viande par le personnel

Après l'abattage, le personnel peut contaminer la viande soit par contact ou par émission des particules porteuses des germes. Ces particules sont surtout produites par la bouche, le nez, les vêtements sales, les chaussures ou bottes sales et d'une manière générale par toute la surface cutanée.

III.4. Réception des animaux

Le convoyage des animaux destinés l'abattage peut se faire à pieds, par véhicule. Le convoyage qui se fait à pieds présente l'avantage d'être non stressant pour les animaux mais a pour inconvénient d'être parfois très long du fait de la provenance de l'animal et d'être traduit souvent par un amaigrissement des animaux au cours du voyage lorsque les animaux arrivent sur le lieu d'abattage ; ceux qui sont malades ou ceux qui sont accidentés doivent être acheminés vers un abattoir sanitaire tandis que ceux qui sont apparemment sains doivent être dirigés vers les locaux de stabulation prévus à cet effet en vue de leur identification et de leur préparation pour l'abattage. L'idéal est de maintenir une diète hydrique de 24heures avant d'abattre l'animal dans le but de réduire le volume du contenu gastrique. Cette phase de diète et de repos permet aussi de diminuer le stress du transport et d'assurer l'inspection ante-mortem ou examen avant abattage.

III.5.Différents types de microorganismes rencontrés dans les viandes

III.5.1. Les germes saprophytes ou indicateurs d'hygiène

Selon Fournaud 1982, les germes saprophytes constituent l'essentiel de la microflore de contamination des viandes et produits à base de viande. Parmi les bactéries saprophytes isolées des viandes, nous pouvons citer par ordre d'importance d'abord *Pseudomonas, Acétobacter* et *Micrococcus*; il y a ensuite les entérobactéries et *Flavobacterium* et enfin *Bacillus, Mycobacterium, Lactobacillus, Alcaligenes, Serratia, Streptococcus, Aeromonas, Corynebacterium, Arthrobacter* et *Clostridium.*

Parmi les bactéries saprophytes, les hygiénistes font une place à *Escherichia coli*, aux coliformes fécaux et entérocoques en général. Ces bactéries sont considérées comme provenant directement du tube digestif. Cependant *E.coli* demeure actuellement le seul et le plus sur des germes tests à utiliser en hygiène publique.

III.5.2.Germes aérobies totaux

Les germes aérobies totaux ne constituent pas une famille bactérienne particulière. Il s'agit des microorganismes formant des colonies dénombrables après leur multiplication dans des conditions de laboratoire définies.

Les sources de contamination des denrées alimentaires par les germes aérobies totaux sont très variées: l'environnement, l'animal (flore présentée dans l'intestin, sur la peau, la toison, les muqueuses), la contamination croisée avec d'autres carcasses ou aliments, la contamination par le manipulateur. Dans l'aliment cru ou manipulé après traitement, il est normal d'en retrouver une faible quantité. Il peut s'agir d'entérobactéries, de *Bacillus,* staphylocoques*, Pseudomonas,* bactéries lactiques ou d'autres agents éventuellement pathogènes. Leur présence au-delà des limites définies peut signifier un défaut d'hygiène des procédés de fabrication, voire, au-delà de 10^7UFC/g, un état de putréfaction.
Elle peut également être due à une conservation à des températures trop élevées (Ghafir et Daube, 2007).

III.5.3.Coliformes totaux et fécaux

Les coliformes totaux sont des bactéries aérobies ou anaérobies facultatifs, à gram négatif, non sporulées, en formes de bâtonnets, mobiles ou non. Ces germes possèdent l'enzyme βgalactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 37°C afin de produire des colonies rouges sur un milieu bien approprié. D'un autre côté, le groupe des coliformes est utilisé depuis la fin du 19ème siècle comme indicateur de pollution fécale. Ces coliformes fécaux ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44°C.

III.5.4. Les germes pathogènes

Les germes régulièrement rencontrés sont notamment *E.coli, Salmonella, Staphylococcus aureus, Yersinia enterolytica*.

La viande est une cause importante d'épidémie et les cas rapportés sont en augmentation et non en diminution comme pourraient le faire le croire les efforts d'hygiène des industriels.

La distribution à longue distance, de la dispersion des agents pathogènes ou internationale est la cause de la dispersion des agents pathogènes (Larpent, 1964)

Les germes pathogènes qui contaminent les viandes et les viandes hachées, et responsables de toxi-infections alimentaires sont en général, *Salmonella ssp, Listeria monocytogenes, Campylobacter jejuni, Clostridium botulinum, Clostridium perfringens, Bacillus cereus,*

Staphylococcus aureus, Yersinia enterocolitica, Aeromonas hydrophila, Shigella et récemment *Escherichia coli* entérohémorragique ou *E. coli* O157 : H7 (Dennai et *al.* 2000; Fournaud, 1982).

III.5.5. Autres microorganismes

III.5.5.1.Levures

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

III.5.5.2.Moisissures

Les champignons filamenteux (ou moisissures) sont des hétérotrophes, aérobies, en générale acidophiles. Les genres *Aspergillus, Penicillium et Mucor* sont plus fréquemment rencontrés dans la viande.

Au total, la viande étant un substrat favorable au développement des germes, il peut découler de leur multiplication des conséquences hygiéniques graves (Fernandes, 2009 ; Guiraud et *al*., 2012).

PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAP IV : MATERIEL ET METHODES

IV.1. Matériel et équipements

- Chambre froide : une installation ou un local servant à conserver à basse température les aliments, voire les médicaments ou vaccins afin de limiter la prolifération microbienne. Pour la viande, elle favorise la maturation et les autres procédés ultérieurs lors de la transformation.
- Couteau : Permettant le découpage des morceaux de viande mais aussi il serve à la diminution des graisses ou de l'aponévrose lors du parage.
- Hachoir : un ustensile de cuisine pour hacher afin de réduire la viande en petits morceaux favorisant les autres opérations ultérieures lors de la fabrication.
- Mélangeur : Avec la viande hachée et de la farine, on a besoin d'un mélangeur pour malaxer afin d'obtenir une pate des charcuteries.
- Marmite : matériel ou récipient métallique dans lequel on fait bouillir ou cuire des aliments.
- Louche : une sorte de grosse cuillère souvent ronde à longue manche servant à prélever les aliments cuits.
- Assiette : Dépôt des friandises prêtes à la consommation humaine.
- Thermomètre : pour mesurer la température à cœur d'un produit.
- Balances analytique et semi-analytique : pour pesage des petites quantités des substances utilisées avec précision et pesage des ingrédients.
- Poussoir : Permet de mettre en boyaux les chairs des saucisses ou des saucissons.
- Fumoir : Installation permettant le fumage des saucissons.

Tableau 3:Composition des quatre formulations des épices et ingrédients

Composition des formulations		F1	F2	F3	FT
Epices et ingrédients facultatifs (g)	Sel	20	25	30	35
	Poivre blanc	20	25	15	10
	Poivre noir	25	25	20	20
	Thym	15	10	20	5
	Clou de girofle	10	10	10	20
	Noix de muscade	10	5	5	10
Total en g des formulations		100	100	100	100

Légende : F = Formulation ; T = Témoin

Les épices et ingrédients facultatifs doivent être séchés et moulus tandis les épices et ingrédients obligatoires (50g d'ails ; 50g de poireaux ; 50g d'oignons,…) doivent être ajoutés en l'état lors du hachage.

IV.2. Fabrication des boulettes à viande

IV.2.1.Choix et préparation de la viande

Le choix de la viande reste une étape principale lors de la fabrication de produits carnés. Nous avons choisi des morceaux de viande de la partie de la cuisse qui ont subi une maturation. La viande à chaud donne le produit de mauvaise qualité surtout pour l'étape de moulage et lors de la cuisson. Sa ténacité est faible.

0. Parage

Le terme parage désigne plusieurs opérations destinées à améliorer, à des fins commerciales, l'aspect des viandes. Les ingrédients subissent une déracination si nécessaire et ils sont laves pour éviter des éventuelles contaminations.

1. Dégraissage

L'élimination du gras est totale ou partielle. Dans la plupart des cas, ce travail est pratiqué manuellement à l'aide d'un couteau à lame flexible. Cette opération réduit la protection naturelle de la viande. Elle doit donc être pratiquée le plus tard possible, juste avant la mise en vente.

2. Epluchage

Cette préparation de viande a pour objet de débarrasser certains muscles de leur aponévrose.

3. Désossage

C'est l'extraction des os et des cartilages. Durant mon travail, le désossage est pratiqué à main nue ou avec un gant de protection qui est en contact avec la viande. L'avantage du port du gant n'est plus à démontrer car son usage entraîne une obligation quotidienne de nettoyage et de désinfection.

4. Séparation des morceaux :

Au cours de la séparation des morceaux, il convient de recommander de manipuler le moins possible les pièces de viande. L'entassement des morceaux sur les tables, dans les bacs et sur les crochets doit être évité.

IV.2.2.Préparation des mélanges

Après avoir préparé le milieu de pratique, le choix des épices et ingrédients constituants le mélange du hachée est l'étape clé de fabrication de la viande Suivant les différentes formulations. La viande de chèvre, des ails, d'oignons et de poireaux ont été mélangés.

Les oignons et les poireaux doivent être bien lavés pour éviter des éventuelles contaminations. Les ails doivent aussi être préparés.

IV.2.3. Hachage

Après avoir obtenu le mélange de la viande et des quelques ingrédients, nous avons procédé à l'étape de hachage qui consiste à réduire ou à couper le mélange à l'aide d'un hachoir afin d'obtenir une pâte.

Le hachage est un prélude à l'élaboration de tous les produits divisés. Il concerne les tissus musculaires et adipeux ainsi que certains organes à l'état frais ou congelé. Cette opération utilise l'énergie mécanique pour désorganiser les structures des tissus par des opérations de tranchage, d'écrasement et de rupture .Les appareils utilisés sont les hachoirs mais les cutters exécutent aussi cet opération .

Les opérations effectuées entre la découpe des carcasses et l'obtention de la viande hachée doivent se dérouler plus en aval pour écourter le délai entre la préparation et la consommation.

Ainsi, il y aura moins de risque de prolifération microbienne. C'est pourquoi le boucher doit toujours éviter de préparer les viandes à l'avance.

IV.2.4.Empatage

Le choix des épices est une étape clé pour l'obtention des qualités organoleptiques et nutritives spécifiques du produit. Pour notre cas, une épice faite des poivre noir, poivre blanc, du Cardamome, des clous de girofle, de la coriandre et de la noix de muscade a été utilisée. Tous sont séchées et moulus par un concasseur afin d'obtenir des différentes formulations. Ces plantes sont hautement connues davantage pour leurs effets d'antioxydants, antibactériens, etc. Le phosphate doit être précis pour éviter le surdosage. Cela a été fait à l'aide d'une balance analytique.

Après le hachage, on y ajoute de la farine de blé, du sel, du mélange des épices et on fait le mélange manuellement à l'absence d'un mélangeur électrique afin d'obtenir une pate plus ou moins homogène.

IV.2.5. Moulage

Après l'empattage vient l'étape qui consiste à donner une forme au produit qu'on désire faire et cela devient possible grâce aux liants glucidiques, protéiques et lipidiques du mélange. Les boulettes sont faites manuellement tout en respectant des bonnes pratiques d'hygiène.

IV.2.6. Cuisson

Elle consiste à faire cuire ces produits dans l'huile chauffée afin de rendre le produit plus digestif et consommable, aussi pour détruire les microorganismes.

La cuisson favorise aussi le développement des différents arômes et flaveurs, apparition d'une couleur en peu rosée et tels font des qualités organoleptiques de ces produits.

La cuisson doit être surveillée. Le temps de cuisson dépend de la température de l'huile, type de l'huile utilisée, la quantité de produits cuits, etc. La température à cœur du produit doit être analysée pour être sure que la cuisson a atteint l'intérieur du produit.

IV.3.Rôle des ingrédients utilisés

IV.3.1.La farine de blé

C'est la farine de blé que j'ai utilisé comme principal liant. Elle permet de donner l'élasticité à une pâte (par sa richesse en gluten), Sucre simples (glucides ou amidon) qui est un agent de

liaison et de texture (hydratation dans les pâtes).Signalons qu'on peut substituer la farine de blé par la farine de manioc qui est considéré aussi comme liant.

IV.3.2. Phosphate

D'après la chimie générale, Le phosphate peut être un sel, un ester ou un acide phosphorique.

Il se retrouve naturellement dans l'eau et l'air, dans les différentes couches du sol. Par sa tétravalence ou ses liaisons chimiques, le phosphate ajouté dans des produits charcutiers permet de retenir l'eau contenu naturellement dans les composants ou ajoutées intentionnellement soit pour favoriser la viscosité tout cela pour éviter l'exsudation lors de la conservation.

IV.3.3 ails, oignons et poireaux

Ils sont ajoutés dans le but d'améliorer la qualité nutritionnelle et gustative. Par ses richesses en vitamines et en oligoéléments aussi dits fonctionnels, ces ingrédients deviennent beaucoup utiles, nécessaires dans la fabrication des produits de charcuterie.

IV.3.4. Sel

Il est ajouté pour inhiber la prolifération microbienne afin de prolonger la durée de conservation des produits et pour développer un goût aux produits.

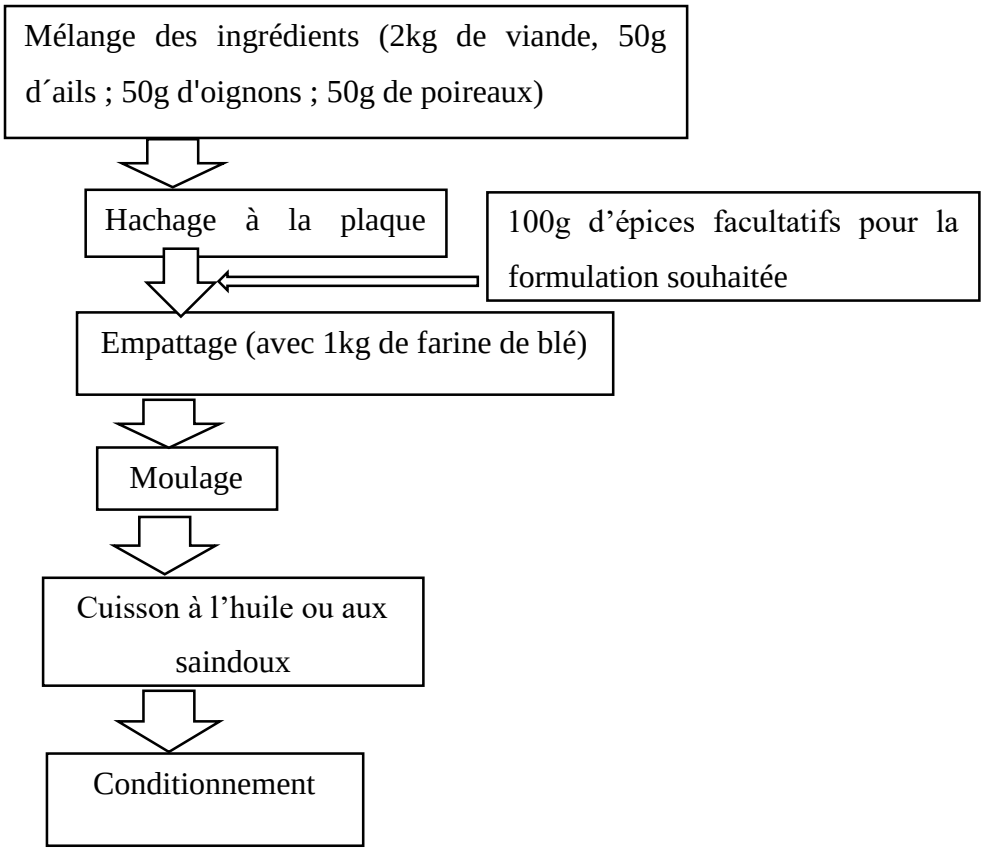
IV.3.5. Epices

Elles sont des aromatisants, antibactériennes. Par leur richesse nutritive, elles permettent aussi d'améliorer leur qualité nutritive des produits. Les plantes anti oxydantes utilisées sont le thym, le clou de girofle, noix de muscade, poivre blanc et poivre noir.

IV.4.Transformation de la viande de chèvre en charcuteries.

IV.4.1. Boulettes de viande

Figure 2:Etapes de la fabrication des boulettes de viande



IV.4.2.Saucissons

Après avoir parcouru plusieurs opérations pour obtenir la viande à hacher, quelques autres étapes suivantes s'opèrent pour l'obtention des saucissons. Le processus de fabrication de ces saucisses repose essentiellement sur la technologie des pâtes fines émulsifiées à froid:

- Hachage et le mélange : Etape clé qui consiste à découper la viande en même temps de mélanger avec les autres ingrédients d'assaisonnement et additifs souhaités. Le mélange doit être visqueux, pate fine à ce qui il soit facile pour embossage.

- Embossage : après avoir rincé, dessalé les boyaux naturels des chèvres et détecté qu'ils sont étanches, l´embossage est l'étape consistant à mettre la pâte fine dans les boyaux à l'aide d'un poussoir ou avec l'entonnoir suivi d'un serrage ou fermeture.

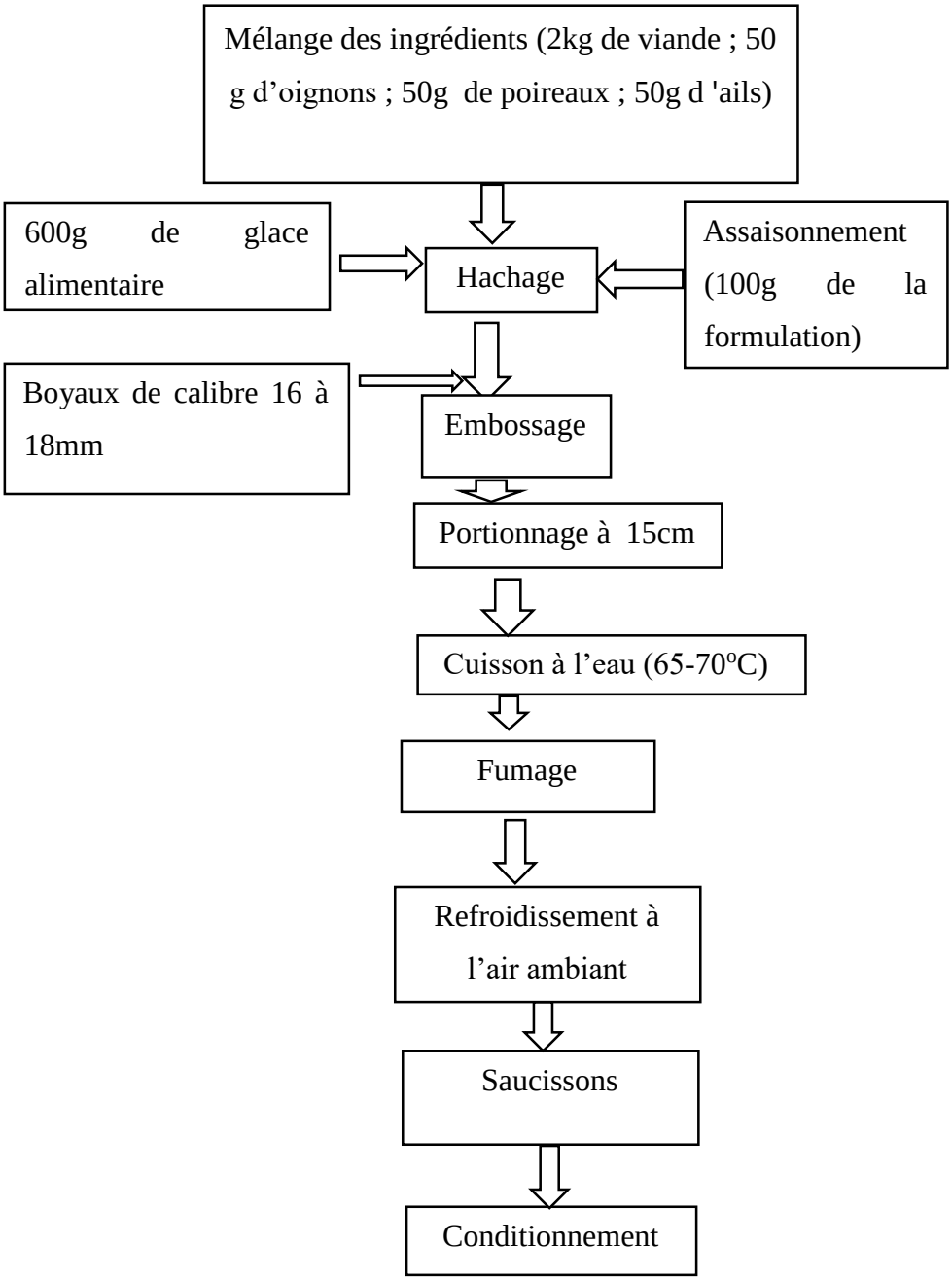
- Portionnage : opération visant à portionner les saucissons en leur donnant une taille. Dans la présente étude, la taille des boyaux était de 15 cm en moyenne.

- Cuisson à l'eau : ces étapes complètent le fumage pour dénaturer les protéines, désactiver les enzymes et conférer aux produits ses qualités organoleptiques. On utilise le thermomètre pour voir que la température a atteint l'intérieur de la saucisse (65^0C au moins comme température à cœur).

- Fumage : cette opération consiste principalement à soumettre une denrée alimentaire à l'action des fumées qui se dégagent lors de la combustion de certains végétaux et cela pour diverses raisons (conservation ou effet anti microbien, aromatisation,…)

Dégustation : Après avoir mesuré la température à cœur, une simple dégustation doit être faite pour apprécier la couleur de l'extérieur vers l'intérieur, la flaveur, la consistance et les saucissons subissent alors un refroidissement leur permettant soit la fermentation.

Figure 3:Diagramme de la fabrication de la viande de chèvre en saucissons



CHAP V. ANALYSE MICROBIOLOGIQUE

V.1. Matériel biologique

Les analyses microbiologiques portées sur les échantillons ont été effectuées au laboratoire de microbiologie alimentaire de la FABI.

V.1.1. Matériel de prélèvement

Le matériel de prélèvement comprend les éléments suivants :

- Sachets en plastiques stériles ;

- une glacière isothermique ;

- des cristaux de glace.

V.1.2. Matériels de laboratoire

Le matériel utilisé lors des analyses est constitué de :

- Incubateur : pour incuber les microorganismes selon la température de croissance optimale propre à chacun ;

- Boîtes de pétri : boîtes en verre dans lesquelles les milieux de cultures ont été répartis selon les microorganismes à analyser ;

- Agitateur magnétique chauffant : pour chauffer et homogénéiser les milieux de cultures pendant la préparation ;

- Appareil frigorifique : permet la conservation des échantillons ;

- Autoclave : appareil servant à stériliser les milieux de cultures à 121^0C et 1,5 atmosphère pendant 15 minutes. L'autoclave sert à stériliser les autres matériels souvent utilisés au laboratoire ;

- Balance analytique : sert à peser avec précision les quantités voulues d'échantillons et de milieux de culture ;

- Bistouri : pour couper des morceaux de 5g de produit carné par échantillon à analyser ;

- Compteur de colonies : pour le dénombrement des colonies bactériennes ;

- Erlenmeyers : bocaux en verre pour préparer et autoclaver les milieux de culture et l'eau peptonée ;

- Homogénéisateur vortex : permet, lors des dilutions successives, d'homogénéiser les suspensions diluées avant l'ensemencement ;

- Hotte à flux laminaire: appareil qui crée en son sein une zone aseptique où on effectue diverses manipulations exigeant des conditions aseptiques ;

- Marqueur : pour le marquage des échantillons, des dilutions successives, des boîtes de pétri et le dénombrement des colonies ;

- Spatule : ustensile en forme de cuillère servant à prélever les milieux de culture pendant les pesées ;

- Tubes à essais : pour contenir l'eau peptonée et différentes dilutions ;
- Téflon : Servant à homogénéiser les solutions préparées lors de leur passage sur l'agitateur magnétique chauffant.

V.1.3. Produits de laboratoire

- Eau distillée : elle sert à dissoudre les milieux de culture en poudre ou granules et préparer le diluant de concentration déterminée ;

- Alcool dénaturé : est un désinfectant pour éviter la contamination par les manipulateurs et/ou par le matériel ;

- Eau peptonée : utilisée pour diluer les échantillons au cours des analyses et pour effectuer les dilutions décimales ;

V.2. Méthodes

V.2.1. Récolte des échantillons et leur transport

Neuf échantillons dont trois par chaque unité de transformation ont été prélevés à partir de trois charcuteries de la ville centrale de BUJUMBURA (Boucherie Business from Africa, Boucherie Nouvelle IMMO et boucherie le Solidaire NTAZIMBA) tout en respectant les techniques de prélèvement et de transport des échantillons dans des glacières isothermiques pour stabiliser quantitativement la flore présente ou initiale et à chaque point de vente considéré.

Le prélèvement a été fait par le boucher dans les mêmes conditions d'achat que le consommateur. Après l'achat, les échantillons ont été acheminés le plus rapidement possible au laboratoire de microbiologie alimentaire de la FABI. Les résultats microbiologiques trouvés ont été comparés statistiquement à ceux des produits fabriqués lors de ce présent travail.

V.2.2. Préparation de l'eau peptonée

Le diluant utilisé pour les analyses est l'eau peptonée tamponnée (EPT). La préparation nécessite 25,5g de poudre, à mélanger dans un litre d'eau distillée. Après une dissolution complète, nous avons stérilisé le mélange à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes. Tableau

Tableau 4 : Composition de l'eau peptonée

Composition	(g/l)
Peptone	10,0
Chlorure de Sodium	5,0
Phosphate disodique anhydre	3,5
Dihydrogénophosphate de potassium	1,5

pH 7,2±0,2

V.2.3. Préparation des milieux de culture

V.2.3.1. Plate Count Agar

Ce milieu de culture est utilisé pour le dénombrement de la flore aérobie mésophiles totale. La flore mésophile aérobie totale est l'ensemble des micro-organismes apte à se multiplier à l'air

ambiant à une température moyenne, plus précisément dans une température optimale de croissance située entre 25 et 40°C. Ils peuvent être des micro-organismes pathogènes ou d'altération.

Tableau 5:Composition du Plate Count Agar

Composition	g/l
Tryptone	5
Extrait de levures	2,5
Glucose	1
Agar	15

Préparation :

Une quantité de 17,5 g du milieu de culture a été ajoutée dans un litre d'eau distillée ensuite nous avons porté le mélange à l'ébullition sous agitation constante pendant au moins 1 minute et enfin nous avons stérilisé dans l'autoclave à une température de 121 ^{0}C pendant 15 minutes.

V.2.3.2. Salmonella Shigella Agar

Il s'agit d'un milieu de culture utilisé pour l'isolement des *Salmonella* et certaines souches de *Shigella.*

Tableau 6:Composition du Salmonella Shigella Agar

Composition	g/l
Lab-Lemco Powder	5.0
Lactose	10.0
Peptone	5,0
Bile salts	8.5
Ferric citrate	1.0
Sodium thiosulfate	8.5
Brillant green	0.00033
Neutral red	0.0025
Agar	15.0

Préparation :

63 g de poudre ont été versé dans un litre d'eau distillée. Nous avons chauffé lentement en agitant fréquemment, puis nous avons porté le mélange à l'ébullition jusqu'à la dissolution complète sans autoclaver et refroidir à 50^0C.

V.2.3.3. Baird-Paker Agar

C'est un milieu de culture qui est utilisé pour dénombrer les staphylocoques à coagulasse positive (*Staphylococcus aureus* et autres espèces apparentées) dans les produits destinés à la consommation humaine ou animale à 37^0C. La composition de ce milieu de culture est confinée dans le tableau suivant.

Tableau 7:Composition du Baird Parker Agar

Composition	g/l
Peptone	10,0g
Extrait de viande de bœuf	4,0g
Extrait de levures	2,0g
Pyruvate de Sodium	10,0g
Glycocolle	12,0g
Chlorure de Lithium	5,0g
Agar-agar	20,0g

Préparation :

Nous avons mélangé 6,3 g de poudre avec 90 ml d'eau distillée et nous avons stérilisé dans l'autoclave à 121^0C pendant 15 minutes.

V.2.3.4. Violet Red Bile Lactose Agar

C'est un milieu de culture utilisé pour la recherche des coliformes dans les aliments. La composition de ce milieu est présentée dans le tableau 6.

Tableau 8:Composition du Violet Red Bile Lactose Agar

Composition	g/L
Peptone pepsique de viande	7
Extrait autolytique de levures	3
Lactoses	10
Sels biliaires	1,5
Chlorure de Sodium	5
Rouge	0,03
Cristal	0,02
Agar bactériologique	12

Préparation : Nous avons versé 41,5 g dans un litre d'eau distillée puis nous avons chauffé sous agitation fréquente et nous avons laissé bouillir pendant 1min pour dissoudre complètement la suspension sans autoclaver. Enfin nous avons bien mélangé et nous avons laissé refroidir ce mélange à 45-50°C et nous l'avons réparti immédiatement en boîtes. pH final=7,4 ± 0,2 à 25°C

V.2.3.5. Yeast Glucose Chloramphénicol Agar

C'est un milieu de culture utilisé pour le dénombrement des levures et des moisissures. Sa composition est définie dans le tableau 7.

Tableau 9: Composition du Yeast Glucose Chloramphenicol agar

Composition	g/L
Yeast extract	5
D(+)-Glucose	20
Chloramphenicol	0,1
Agar	14

Préparation

Nous avons dissous 40 g du Yeast Glucose Chloramphenicol agar dans un litre d'eau distillée et nous avons stérilisé dans l'autoclave à une température de 121^0C pendant 15 minutes.

pH final 6,6+/-0,2 à 37^0C

V.2.4. Prélèvement des échantillons

5g du produit à analyser a été prélevé attentivement à l'aide d'un bistouri. Cela doit être fait de façon à éviter les contaminations.

V.2.4.1. Pesée

Après avoir allumé le bec Bunsen, aseptisant le milieu, le pesage de l'échantillon a été fait à l'aide d'une balance analytique.

V.2.4.2. Diluant

L'eau peptonée stérile a été utilisée comme diluant tant pour la préparation de la suspension mère que des dilutions successives.

V.2.4.3. Préparation des dilutions successives

5g de boulettes ou de saucissons ont été prélevés à partir des échantillons de 3 unités de transformation de la ville Bujumbura citées si haut, aussi des quatre formulations et mélangé avec 45 ml d'eau peptonée dans un broyeur homogénéisateur à palette de type stomacher pendant 15 à 30 secondes. Le liquide obtenu constitue la solution mère respectivement pour chaque échantillon.

Après avoir obtenu la solution mère, voici le protocole utilisé pour aboutir à la solution décimale:

9 ml de diluant ont été repartis aseptiquement dans une série de tubes. Après avoir homogénéisé la suspension mère par agitation, 1ml de la solution a été transféré dans le premier tube à l'aide d'une seringue automatique muni d'un embout stérile.

Après l'homogénéisation, le contenu du premier tube (Dilution 10^{-2}) a été agité sur un agitateur de type VORTEX et 1ml de solution a été transféré dans le deuxième tube à l'aide d'une même

seringue automatique mais en changeant chaque fois l´embout. Toutefois, le même embout est utilisé pour des dilutions égales d'un même échantillon.

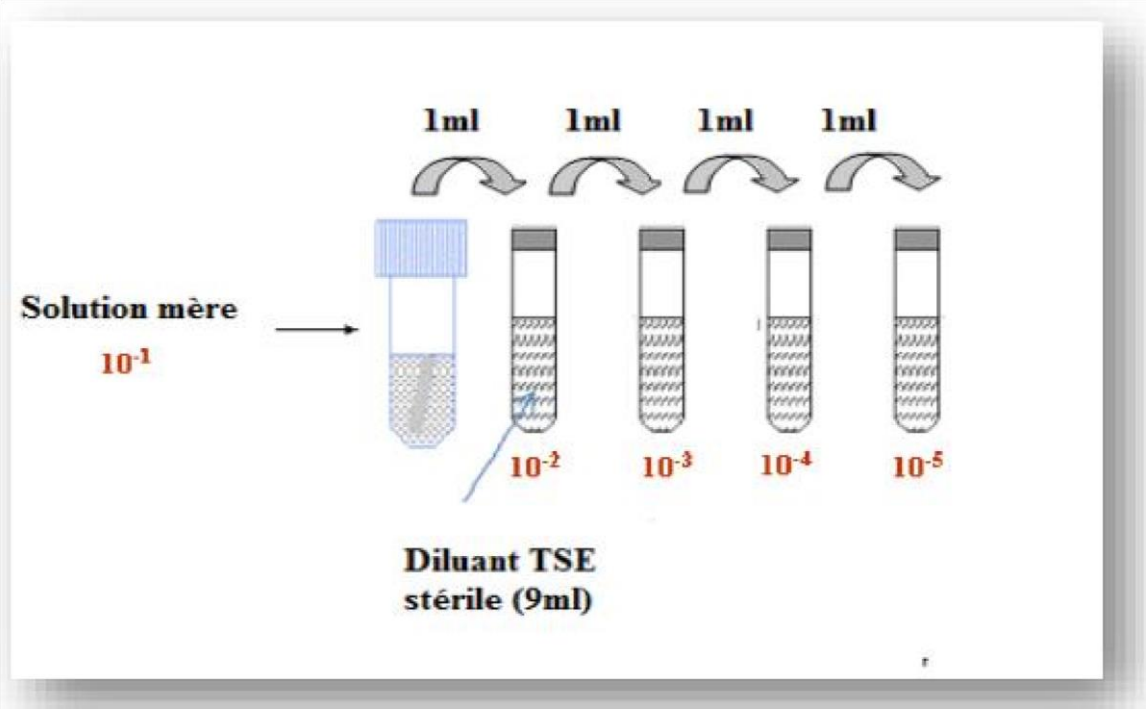


Figure 4: Préparation des dilutions décimales

V.2.4.4. Ensemencement

Etant disponibiliser les boîtes de pétri stériles avec marque précisant la nature du milieu de culture, la date d'ensemencement, le niveau de dilution, température d'incubation et durée d'incubation, L'ensemencement a été effectué sous hotte à flux laminaire.

1 ml d'échantillon a été prélevé puis inoculé dans une boîte de pétri à l'aide d'un répartiteur automatique. Après l'ensemencement, j'ai coulé le milieu de culture correspondant dans chaque boîte de pétri.

V.2.4.5. Incubation

Après le refroidissement des milieux de culture, les boîtes ont été mises dans l'incubateur en position renversée pour éviter que les gouttelettes d'eau se forment sur le milieu de culture.
La température d'incubation est variable selon le type de microorganismes à chercher ainsi tel que le montre le tableau 9.

Tableau 10:Température et durée d'incubation de quelques microorganismes

Microorganismes	Milieu de culture	Température	Durée
FAMT	PCA	37^0C	24-48h
Staphylococcus aureus	Baird-parker	37^0 C	24-48h
E. coli	VRBL	44^0 C	48h
Coliformes totaux	VRBL	30^0C	24-48h
Salmonella	SSA	42^0 C	24h
Levures et moisissures	YGC	25^0 C	3-5jours

V.2.4.6. Dénombrement

Apres l'incubation, nous avons retiré les boîtes de pétri de l'incubateur pour procéder au comptage des colonies à l'aide d'un compteur de colonies. Enfin nous avons multiplié les colonies trouvées par l'inverse de la dilution.

A l'aide d'un compteur de colonies, les colonies caractéristiques ont été énumérées dans les boîtes de pétri.

V.2.4.7. Formule utilisée

La formule utilisée pour le dénombrement est la suivante :

$$\mathbf{N} = \frac{\sum \mathbf{C}}{(\mathbf{n1} + \mathbf{0.1n2})\mathbf{d}}$$

Où :

$\sum C$: Nombres de colonies comptées sur les boîtes

V: volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte en ml n1 : nombres de boîtes comptées à la dilution retenue la plus faible n2 : nombres de boites comptées à la 2ème dilution d1 : facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages sont réalisés : dilution la plus faible.

CHAP VI : PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTAT

VI.1. Présentation des résultats microbiologiques des boulettes à viande de chèvre



Figure 5:boulettes à viande sans colorants rouges et sans sel de nitrite.

Trois échantillons par chaque formulation ont été analysés. Voici la moyenne des résultats présentés dans des tableaux.

Tableau 11: Résultats microbiologiques des boulettes issues des quatre formulations

Germes UFC	FAMT UFC /g	Coliformes T. UFC /g	E. Coli UFC /g	S. Aureus UFC /g	Salm. UFC /g	Moisissures UFC /g	Levures UFC /g
F1	<10	<10	Abs.	<10	Abs.	2,4	2,1
F2	$1,73.10^2$	<10	Abs.	Abs.	Abs.	2,2	2,6
F3	$1,76.10^5$	<10	Abs.	<10	Abs.	2,8	2,0
FT	$2,1.10^2$	<10	<10	<10	Abs.	<10	<10

Tableau 12 : Résultats microbiologiques des boulettes des charcuteries de la ville de Bujumbura

Lieu	**FAMT** **UFC/g**	**E.Coli** UFC/g	**S.Aureus** UFC/g	**Salmonella** Abs. /25g	**Moisissures** UFC/g	**Levures** UFC/g
Boucherie Busness from Africa	1,6 2,4 1,2	**Abs.** <10 Abs.	**Abs.** **Abs.** **Abs.**	**Abs.** **Abs.** **Abs.**	**2,2**	**2,6**
Boucherie Charcuterie nouvelle IMMO	**1,4** **2,5** **1,4**	**Abs.** **Abs.** **Abs.**	**Abs.** **Abs.** <10	**Abs.** **Abs.** **Abs.**	**2,8**	**2,0**

VI.2. Caractéristiques microbiologiques des saucissons faites à base de la viande de chèvre



Figure 6: Saucissons dans un fumoir

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur les échantillons de saucissons issues des quatre formulations sont consignés dans le Tableau 11. La charge en UFC/g de la flore mésophile aérobie totale a varié de moins de 1,4.104 à $1,73.10^{7}$UFC/g dans les 4 formulations de saucissons. Quant aux charges en UFC/g des coliformes totaux, des levures et moisissures, de salmonella et de S. aureus, elles sont de moins de 10 chacune.

Tableau 13:Résultats microbiologiques des saucissons issus des quatre formulations

Germes UFC/g Echantillons	FAMT UFC /g	E. Coli UFC /g	Coliformes T. UFC /g	S. Aureus UFC /g	Salm. UFC /g	Levures, moisissures UFC /g
F1	$2,1.10^{6}$	15	<10	<10	0	<10
F2	$1,1.10^{5}$	<10	<10	<10	0	<10
7F3	$1,73.10^{7}$	28	<10	0	0	<10
FT	$1,4.10^{4}$	<10	<10	0	0	<10

Tableau 14. Résultats microbiologiques des saucissons des charcuteries de la ville de Bujumbura

Lieu	FAMT	E. Coli	Coliformes totaux	S. aureus	Salmon ella	Levures et moisissure
	critère M= 3.10^5UF/g	critère M= 10^2UFC /g	critère M= 5.10^5UFC/g	critère M= 10^2UFC /g	Critère M=Abs/25g	
Boucherie Busness from Africa	$1{,}8.10^7$ $1{,}5.10^7$ $2{,}0.10^6$	2.10^2 $3{,}2.10^2$ <10	<10 <10 <10	<10 <10 <10	0 0 0	<10 <10 <10
Boucherie Charcuterie Nouvelle IMMO	$2{,}2.10^5$ $1{,}7.10^7$ $1{,}4.10^5$	0 0 0	<10 <10 <10	<10 0 <10	0 0 0	<10 <10 <10

VI.3. Caractéristiques sensorielles des trois formulations des boulettes et saucissons

Les résultats du premier test hédonique qui correspond à l'épreuve d'acceptabilité sont indiqués dans le Tableau 12**.** Les scores (notes) ont varié de 4,00 à 4,73. L'analyse ou test de Friedman ($P < 0{,}05$) a montré qu'il y a une différence statistiquement significative entre les moyennes des scores des échantillons. Ces scores se situent entre 4 et 5 : elles correspondent aux goûts agréable et très agréable. Il ressort des résultats du deuxième test hédonique qui est le test de classement (Tableau 13) que les moyennes de classement ont varié de 1,21 à 4,10 où le premier a obtenu la moyenne la plus faible et le dernier la moyenne la plus élevée. Les résultats du test de classement ont ainsi montré que les formulations 3, témoin, 2, formulation de la charcuterie Nouvelle IMMO, 1, celle de la Boucherie Business from Africa ont été classées (selon la préférence du panel ou jury de dégustation), respectivement, premier, deuxième, troisième, le quatrième, le cinquième et dernier par le panel. L'analyse de Friedman ($P < 0{,}05$) a montré qu'il y a une différence statistiquement significative entre les moyennes des classements des échantillons des boulettes et des saucissons.

Les analyses en composantes principales (ACP) ont été effectuées afin d'étudier le classement des boulettes et des saucissons produites selon les dégustateurs. Elles ont été réalisées à l'aide du logiciel statistique SPSS.

Tableau 15: Résultat du test d'acceptabilité

Nombre de dégustateurs	Echantillons	Moyenne (score)	Descripteur goût
12	F3	$4,73^{b}$	Agréable
	FT	$4,68^{b}$	Agréable
	F2	$4,19^{ab}$	Agréable
	Boucherie Charcuterie Nouvelle IMMO	$4,16^{ac}$	Agréable
	F1	$4,12^{a}$	Agréable
	Boucherie Busness from Africa	$4,o^{ac}$	Agréable

Les valeurs ayant des lettres différentes en exposant sont significativement différentes ($p<0,005$)

Tableau 16:Résultat du test de classement

Descripteur	Nombre de Dégustateurs	Echantillons	Moyenne	Rang
goût	12	F3	1,21	1^{a}
		FT	1,38	2^{a}
		F2	3,23	3^{b}
		Boucherie Charcuterie Nouvelle IMMO	4,20	4^{bc}
		F1	4,16	5^{bc}
		Boucherie Busness from Africa	4,10	6^{ac}

Les valeurs ayant des lettres différentes en exposant sont significativement différentes ($p<0,005$)

VI.3. Détermination de la durée de conservation

Après les analyses déterminant la charge microbienne initiale, des échantillons des produits à base de la viande de chèvre ont été mis dans une chambre froide positive pour déterminer sa durée de conservation. Les températures enregistrées variaient entre 4ºC et 9ºC. Pour les boulettes à viande, tous les lots ont été échantillonnés et soumis à une étude de détermination de DLC tandis qu'un seul lot dont le second pour les saucissons a été échantillonné.

Tableau 17:Evolution de la flore microbienne des produits fabriqués à base de la viande de chèvre après 5jrs

Produits / Microorganismes	Boulettes à viande UFC/g	Saucissons UFC/g
FAMT	De <10 à $0,3.10^2$	$1,1.10^5$ à $2,7.10^5$
E. coli	0	De 0 à <10
Coliformes totaux	<10	De <10 à 20
Staphylococcus aureus	De <10 à $1,2.10^2$	De <10 à $1,2.10^2$
Salmonella	Abs.	Abs.
Levures	De 2,1 à 4.10^3	<10
moisissures	De 2,4 à $3,3.10^2$	<10

VI.4. Discussion des résultats

D'une manière générale, nous pouvons dire que les prétests nous ont permis de proposer un diagramme de production standardisé des boulettes et de saucissons qui ont été produites en incorporant les épices et ingrédients utilisés dans la production. La technologie proposée dans cette étude présente l'avantage d'utiliser les épices et ingrédients locaux et naturels comparativement aux saucissons cuites et boulettes a viande produites dans les charcuteries de la Bujumbura qui contiennent souvent les épices et ingrédients souvent importés. De plus, cette technologie proposée ne contient pas de glutamate monosodique souvent incorporés, des sels de nitrite et des colorants rouges contrairement aux produits vendus sur les marchés de la ville de Bujumbura.

En effet, la consommation à forte dose du glutamate monosodique peut occasionner des migraines, des céphalées, des bouffées de chaleur, des paresthésies et les fourmillements. Des effets plus grave ont été décrits avec un lien potentiel entre glutamate et la destruction

neuronale, l'autisme, la prise de poids voire l'obésité ou le diabète de type II, la fibromyalgie ou encore la dégénérescence rétinienne (Deppenweiler, 2014).

Après l'obtention des produits de charcuteries à base de la viande de chèvre sans nitrite sans colorant rouge, des analyses microbiologiques ont été faits. Ces analyses permettent de confirmer si le produit alimentaire ne présente pas de danger biologique aux consommateurs et permettent de déterminer sa DLC voire même sa DDM ou DLUO.

Les résultats des analyses microbiologiques des boulettes (Tableau 10) ont montré que les charges en flore mésophile aérobie totale (<10 à $1{,}76.10^5$), en coliformes totaux (moins de 10) et en S. aureus (moins de10), en E. Coli et salmonella (non détecté), en UFC/g de nos boulettes sont toutes inférieures aux limites recommandées par l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (2008) pour les produits de charcuterie cuites qui sont de $3{,}0.10^5$ UFC/g pour la flore mésophile aérobie totale, de 10^3 UFC/g pour les coliformes et de 10^2 UFC/g pour les S. aureus, absence dans 25g pour salmonella et E. coli. Ces résultats nous permettent de dire que les boulettes obtenues sont propres à la consommation humaine. La bonne qualité microbiologique s'expliquerait par l'efficacité des traitements et le respect des BPH.
Du point de vu qualité microbiologique des saucissons (tableau 11), deux formulations dont F1 et F3 se sont révélées non conformes par leurs charges élevées en flore aérobie mésophile totale ($2{,}1.10^6$ et $1{,}73.10^7$) en UFC/g. Cette non-conformité est due aux éventuelles contaminations surtout lors des manipulations des saucissons durant le refroidissement.

Les levures et les moisissures ne peuvent pas manquer sur les produits de charcuteries mais certains sont utiles beaucoup plus pour les saucissons fermentés. Les résultats de notre étude nous montrent une charge microbienne moyenne de 2,4 log10 UFC et 2,2 log10 UFC respectivement pour les levures et moisissures. (Norme ISO 21527-1).

Après avoir conservé les produits carnés dans une chambre frigorifique (Tableau 14), des analyses microbiologiques nous ont permis de constater leur évolution de la flore microbienne. Les produits obtenus peuvent être conservés plus de 5 jours dans un milieu frigorifique sans toutefois être périmés mais ils perdent progressivement ses qualités organoleptiques. La couleur et les arômes ou flaveur, la consistance changent au cours de cette durée de conservation. D´où sa DDM pourrait être raccourci à moins 5jours.

Comparablement aux produits locaux des autres charcuteries, Une charge microbienne élevée s'est manifestée pour la flore aérobie mésophile totale ($1,16.10^7$ pour les saucissons de la boucherie Busness From Africa contre $0,47.10^7$ pour les saucissons de la Charcuterie Nouvelle IMMO) et E. coli (soit 0 et $1,6.10^2$ respectivement pour les saucissons de la Charcuterie Nouvelle IMMO et Boucherie Busness From Africa).Cette charge microbienne élevée peut être explique par le non-respect des bonnes pratiques d'hygiène et le non-respect du principe de marche en avant lors de la fabrication et de La conservation.

Les résultats du premier test hédonique qui correspond à l'épreuve d'acceptabilité sont indiqués dans le Tableau 12**.** Les scores (notes) ont varié de 4,12 à 4,73 ; soit une note d'appréciation moyenne de 4,43. L'analyse de Friedman ($P < 0,05$) a montré qu'il y a une différence statistiquement significative entre les moyennes des scores des échantillons. Ces scores se situent entre 4 et 5 : elles correspondent aux goûts agréable et très agréable.

Il ressort des résultats du deuxième test hédonique qui est le test de classement (Tableau 13) que les moyennes de classement ont varié de 1,21 à 4,20 où le premier a obtenu la moyenne la plus faible et le dernier la moyenne la plus élevée. Les résultats du test de classement ont ainsi montré que les formulations F3, témoin, F2, Charcuterie nouvelle IMMO, F1 et boucherie business from Africa ont été classées (selon la préférence du panel ou jury de dégustation), respectivement, premier, deuxième, troisième, le quatrième, le cinquième et le dernier par le panel. L'analyse de Friedman ($P < 0,05$) a montré qu'il y a une différence statistiquement significative entre les moyennes des classements des échantillons des boulettes et des saucisses et cela est dû aux dosages différents en épices utilisées. F3 et FT contiennent des teneurs élevés en clou de girofle, noix de muscade et en poivre noir.

.

CONCLUSION

L'objectif de cette étude était de voir comment transformer la viande de chèvre en charcuterie afin d'améliorer la filière viande. Quatre formulations ont été pratiquées en utilisant des épices et des antioxydants naturels. Des résultats obtenus nous ont permis de conclure ceci :

Après avoir parcouru un certain nombre de procédés de fabrication, il est possible d'obtenir des produits carnés à base de la viande de chèvre présentant les qualités organoleptiques désirables par l'ajout des épices naturels et antioxydants comme conservateurs, aromatisants.

La viande de chèvre est en peu maigre. Elle contient moins de graisse, de nerfs. Ce qui a un effet négatif sur la coloration des produits charcutiers. D 'ou l'ajout de quelque matière grasse lors de la production des saucissons afin d'éviter de se casser pendant l'opération du fumage.

La viande de chèvre et ses produits de charcuteries constituent un terrain favorable à la prolifération microbienne. Le respect des bonnes pratiques d'hygiène, la mise en application du principe de la marche en avant nous ont permis d'obtenir des produits sains et salubres comparativement aux produits de deux boucheries de la ville de Bujumbura.

Durant la conservation, il peut y avoir contamination (cas des saucissons) causée par le non-respect du principe de la marche en avant ou par des manipulations étant dans une chambre froide.

Ainsi, ce travail montre que les produits de charcuterie fabriqués sont quelques fois impropres à la consommation et constituent un danger puisqu'ils sont susceptibles de provoquer des infections alimentaires, des intoxications alimentaires.

Le clou de girofle reste plus dominant par son odeur et son goût, d ou nécessité de l'utiliser à faible dose (moins de 7g/2kg de viande) pour ne pas fausser des multiples aromes des autres ingrédients et épices.

RECOMMANDATIONS

Je ne peux pas terminer ce travail sans suggérer quelques recommandations concernant la charcuterie en générale et spécifiquement les produits charcutiers faits à base de la viande de chèvre.

- Instaurer et suivre le diagramme d´Ishikawa ou méthode 5M qui englobe toutes mesures d'hygiène nécessaire dans une IAA.

- Suivre et contrôler régulièrement le niveau de contamination de la viande sur plusieurs étapes de l'opération pour connaitre les points critiques afin de les maitriser(HACCP).

- Adopter l'utilisation des antioxydants naturels dans des charcuteries afin de réduire des dangers aux consommateurs des produits contenant des composes nitrosées susceptible de causer certaines maladies comme le cancer colorectal.

- De consommer avec modération les produits charcutiers contenant des composés en N-nitrosés (ou composés N-nitrosés) souvent considérés comme cancérogènes.

- Augmenter plusieurs recherches et études sur la transformation de la viande en charcuterie afin d'améliorer cette filière.
- Sensibiliser les consommateurs à connaître les conséquences possibles de l'insalubrité des produits de charcuterie.

- Mettre en place une démarche qualité conforme aux normes internationales pour la production des charcuteries.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Andjongo E., 2006. Etude de la contamination des surfaces dans les Industries de transformation des produits de la Pêche au Sénégal : cas de la pirogue bleue.111 p. Mémoire de Magister en médecine vétérinaire. Université Cheikh Anta Diop de Dakar.
- Aouadi H.et Khelil h. 2015. Etude Comparative de la Qualité Bactériologique des Viandes Bovines Fraîches et Congelées. Mémoire de Master en Sciences de la Nature et de la vie. Université de Guelma.
- AFNOR (Association Française de Normalisation), (1999) : Microbiologie alimentaire ; Méthodes horizontales. Paris : AFNOR.
- Bourgeois, C.M., 1966.Microbiologie alimentaire. Tome 1.Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Technique et documentation. Lavoisier, Paris.
- BAUCHART D., AUROUSSEAU B., (1993) : Digestion et métabolisme des lipides chez le veau de boucherie : conséquences sur la composition en lipides des tissus. VPC, 14(6): 172182.
- BOSILEVAC J., SHACKELFORD S D., FAHLE R., BIELA T. et KOOHMARAIE M., (2004): Decreased Dosage Acidified Sodium Chlorite Reduce Microbial
- Brigitte M.B., Brigiet V.D.B. et Corlien H., 2005. La conservation du poisson et de la viande: les facteurs d'altération des viandes. Marja de goffau– markusse, Paris.
- Bauchart D., Chantelot F., Gandemer G., 2008. Qualité nutritionnelle de la viande et des abats chez le bovin : donnés récentes sur les principaux constituants d'intérêt nutritionnel. Cahiers de nutrition et diététique.
- BUSCAILHON S. et MONIN G., (1994) : Evolution de la composition et des qualités sensorielles du jambon au cours de la fabrication VPC, 15 (1) : 23-34.
- Contamination and Maintains Organoleptic Qualities of Ground Beef Products. J. Food Prot., 67 (10) : 2248-2254. 5-BROCARD R., DUMONT B L., FROUIN A. JACQUET J R.,
- Cartier P. et Moevi I., 2007. Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. Interbev, Paris.
- CEMA, 1984.Manuel pour bouchers, charcuteries, technologie, boucherie, volume. Lavoisier, Paris.
- Charles A., Guy L., Laurent M., 2008.Biochimie alimentaire. 6 éditions de l'abrégé. Dunod,Paris.

- Coibion L., 2008. Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine : Adaptation à la demande du consommateur. Thèse de docteur vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse.
- Craplet C. 1966. La viande de bovins. Tome I. Edition Vignot frères, Paris.
- Craplet C. et Craplet M.J. 1979. Dictionnaire des aliments et de la nutrition. Edition Le Hamedi, Paris.

- LEMAIRE J R. et ROSSET R., (1982) : Rapport de la commission « viandes et produits carnés » du CNERNA sur les problèmes de l'hygiène et de la technologie des viandes fraîches. Paris : éd CNRS, pp 331-353.

Craplet C. 1966. La viande des bovins. Traité de l'élevage moderne Tome 8. De l'étable de l'éleveur à l'assiette du consommateur.Vigot frères, éditeurs, Paris.

- Cuq J.L., 2007. Microbiologie Alimentaire : Les relations microorganismes / aliments / consommateurs. Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires. Université Montpellier (II), Sciences et Techniques du Languedoc.

CARTIER P., (1993) : Relation entre la contamination de la matière première et celle des produits finis dans la filière du haché industriel. VPC, 14 : 127-130.

- CRAPLET C., (1966) : La viande de bovins, de l'étable à l'assiette du consommateur. Tome 8, livre 1, Paris : éd Vigot Frères, 486 pages. 27
- DENNAI N., KARRATI B. et EL YACHIOUI M., (2000) : Bovins à l'abattoir : Une microbiologie fluctuante. VPC, 21 (6) : 191-196.
- Dassenoy A.R., 2003. Beta-agonistes et qualité de la viande. Thèse Docteur Vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.
- Dennaï N, Kharrattib B. et El Yachiouim A., 2001. Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. Annales de Médecine Vétérinaire.
- Elramouz, R., 2005. Etude des changements biochimiques post mortem dans le muscle des volailles. Contribution au déterminisme de l'amplitude de la diminution du pH. Mémoire d'Ingéniorat en Agronomie. Centre Universitaire de Djelfa.

- FOSSE. J.A.S., 2003. Les dangers pour l'homme liés à la consommation des viandes.

Evaluation de l'utilisation des moyens de maitrise en abattoir. Thèse de l'Ecole nationale vétérinaire de Nantes.

- Fournaud, J.,1982. Types de germes rencontrés aux différents stades de la filière. Hygiène et technologie de la viande fraiche. CNRS, Paris.
- Frouind A. et J D., 1982.Les opérations d'abattage in : centre national de coordination des études et recherche sur nutrition et l'alimentation. Hygiène et technologie de la viande fraiche, CNRS, Paris.

- DUMONT B L., et VALIN C., (1982) : Bases biochimiques de l'hétérogénéité du tissu musculaire et des viandes (rappel sur la composition et la structure de la viande). In : Hyg. et Tech de la viande fraîche, Paris : éd CNRS, pp 77-81.

- DUMONT.B L., (1982) : Conséquences technologiques des flores microbiennes contaminant la viande fraîche. In : Hyg. et Tech de la viande fraîche, Paris : éd CNRS, pp 155-160.
- DURAND P., (1999) : Technologies des produits de charcuterie et des salaisons, Collection Sciences et Techniques agroalimentaires. Paris, éd Tec et Doc.Lavoisier, 530 pages.
- FAO., (1962) : La préparation des viandes dans les pays sous développés. Abattage-conservation. Rome, 207 pages.

FOURNAUD J., (1982) : Contamination aux différents stades. In : Hyg. et Tech de la viande fraîche, Paris : éd du CNRS, pp 133- 136.

- FOURNAUD J., (1982) : Type de germes rencontrés aux différents stades de la filière. In : Hyg. et Tech de la viande fraîche, Paris : éd CNRS, pp 109 - 132.

16-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.

- GENOT C., (2000) : Congélation et qualité de la viande. Paris : INRA, 98 pages.
- GHAFIR Y., CORNELIS M., JOURET M., DIERICK K., DE ZUTTER L. et DAUBE G., (2002) : Détermination de critères microbiologiques pour le contrôle régulier de la contamination fécale et de l'hygiène générale dans les établissements belges producteurs de viande. VPC, hors série, pp 207-208. 28
- GILL C O., HARRISSON J C L., (1982): Microbiological and organoleptic qualities of bruised meat. J. Food Prot., 45 (7) : 646-649.
- GIRARD J P., DENOYER C., MAILLARD T. (1988) : Le Hachage grossier, la restructuration des pâtes fines. In : Tech de la Viande et des Prod Carnés, Paris : éd Tec et doc. Lavoisier, pp 215 -224
- Ghafir Y et Daube G., 2007. Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. Annales de Médecine Vétérinaire.

GUIRAUD J. P., 2003. Microbiologie alimentaire. Dunod, Paris.

- Guiraud P.J, Brabet C, Fontana A, Galindo S. et Montet D., 2012. Microbiologie Alimentaire. Dunod, Paris.
- Gunter H.et Peter H., 2007.Meat processing technology for small- to medium-scale producers (FAO).Bangkok.
- Hamad B. (2009). Contribution à l'étude de la contamination superficielle bactérienne et fongique des carcasses camelines au niveau de l'abattoir d'El-Oued. Mémoire de Magister en médecine vétérinaire, El-Oued.
- Haydadi R., 1997. Contribution à l'appréciation de l'hygiène des abattoirs Rabat par analyse bactériologique des carcasses chevalines. Thèse de doctorat Vétérinaire. Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat.
- HENRY 1992. Les viandes de boucherie dans l'alimentation et la nutrition humaine. ESF. Paris.
- ISO 21527-2, Microbiologie des aliments – Méthode horizontale pour le dénombrement des levures et moisissures.
- ISO 4832, Microbiologie des aliments – Méthode horizontale pour le dénombrement des coliformes - Méthode par comptage des colonies
- ISO 4833-1, Microbiology of the food chain -- Horizontal method for the enumeration of microorganisms -- Part 1: Colony count at 30 degrees C by the pour plate technique
- ISO 6579, Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour la recherche des Salmonella spp.
- ISO 6888-1, Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (Staphylococcus aureus and other species)— Part 1: Technique using Baird-Parker agar medium
- ISO 7251, Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour la recherche et le dénombrement d'Escherichia coli présumés – Technique du nombre le plus probable.
- James S.J. et James C : 2000. Microbiology of refrigerated meat. CRC press, Cambridge.
- Keeton J.T. et Eddy S., 2004. Chemical composition.In Encyclopedia of meat sciences. Elsevier, London.
- Lamoise P., Roussel-Ciquard N., Rosset R. (1984). Evolution des qualités organoleptiques. Les viandes, informations Techniques des Services Vétérinaires.
- LARPENT J.P.1997. Microbiologie alimentaire. Lavoisier, Paris.

- LEMAIRE J.R., 1982. Description et caractères généraux des principales étapes de la filière viande. Cnrs, Paris.
- MAGALI P., 1989. Produire de la viande bovine aujoud'hui.Lavoisier, Paris.
- Ndayisaba R. et Ndayisenga E.P., 2010. Contribution à l'étude de la qualité microbiologique de la viande de porc consommée dans la commune Gitega. Mémoire d'ingéniorat en Technologie des Industries Agro-Alimentaires. Université du Burundi. Institut supérieur d'Agriculture. Gitega.
- Nicole B., 1986. Etude bibliographique de la contamination superficielle des carcasses dans les abattoirs. Thèse de doctorat vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire de Belfort.
- Nizera A., 2006. Analyse de l'évolution microbienne des viandes fraiches vendues à la boucherie charcuterie nouvelle et au marché central de Bujumbura. Mémoire d'ingéniorat en Technologie des Industries Agro-Alimentaires.Université du Burundi. Institut supérieur d'Agriculture (ISA). Gitega.
- Nkurunziza R. et Nshimirimana D., 2007. Contribution à l'étude de la qualité microbiologique de la viande commercialisée dans la ville de Gitega. Mémoire d'ingéniorat en Technologie des Industries Agro-Alimentaires. Université du Burundi. Institut supérieur d'Agriculture (ISA).

Gitega.

- Ouali A., 1991. Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande. INRA.
- Quilichini Y., Fautrat V. et Cartier P., 1987. Optimisation hygiénique du premier traitement des abats en abattoir. Rapport In/ef bey Iteb.
- Renerre R., 1997. La couleur acteur de qualité. Mésure de la couleur de la viande. Edition RencRech. Paris.
- ROSSET R. et ROUSSEL.C., 1982. Conséquences hygiéniques des flores microbiennes contaminant la viande. Centre national de la recherche scientifique, Paris.
- Serge C.N., 2007. Qualité bactériologique de la viande de buffle congelée importée au Sénégal. Thèse de docteur vétérinaire. Université Cheik Anta Diop.
- Sindayigaya E., 2008. Microbiologie Alimen (ISA). Gitega.
- Soltner D., 1987. La production de la viande bovine. 11ème édition. Collection édition sciences et techniques agricoles, Paris.

- HAMZA R., ATTIA ANNABI TH., SAADI M. (2000) : Les infections à Escherichia coli O157 :H7 : un nouveau problème de santé publique. Microb et Hyg. Ali, 12 (34) : 31-33.

-HASSOUNA M., BEN ISMAIL H., BESBES M. (2002) : Influence de l'irradiation aux rayons gamma sur la durée de stockage réfrigérée, de la viande de bœuf hachée conditionnée sous vide et salée ou non salée. Microb et Hyg. Ali, 14 (41): 19-30.

- HEREDIA N., GARCIA S., ROJAS G. et SALAZAR L., (2001): Microbiological Condition of Ground Meat Retailed in Monterrey, Mexico. J. Food Prot., 64 (8): 1249-1251.
- HOGUE A T., DREESEN D W., GREEN S S., RAGLAND R D.,JAMES W O.,BERGERON E A.,COOK L V.,PRATT M D. et MARTIN D R., (1993): Bacteria on Beef Briskets and Ground Beef: Correlation with Slaugther volume and Antemortem Condemnation. J. Food Prot., 56 (2) : 110-119.
- LEMAIRE J R., (1982) : Les opérations de préparation des viandes. In : Hyg. et Tech de la viande fraîche, Paris : éd CNRS, pp 57-76.

MESCLE F., ZUCCA J., (1988) : L'origine des microorganismes dans les aliments. Aspects microbiologiques de la sécurité et de la qualité alimentaire. Paris, éd Tec et Doc.Lavoisier, pp 9-14.

- MONIN G., (1993) : pH et qualités sensorielles de la viande de veau. VPC, 14 (2) : 43-47.
- MONIN G. et TOURAILLE C., (1983) : Types métaboliques et contractiles musculaires, relations avec les qualités technologiques des viandes. VPC, Réunion des chercheurs en viandes, numéro spécial Paris, pp 17-21. 29
- NAUGLE A L., HOLT K G., LEVINE P. et ECKEL R., (2005): Food safety and inspection service Regulatory testing program for E coli O157:H7 in Raw Ground Beef. J. Food Prot., 68 (3) : 462-468.
- OBRIEN J K., MARSHALL R T.: Microbiological quality of Raw ground chicken Processed at high Isostatic Pressure. J. Food Prot., 59 (2): 146-150.
- OUALI A., (1990) : La maturation des viandes : facteurs biologiques et technologiques de variation. VPC, 11 (6,6bis,6ter) : 281-290.
- PAPON M., TALON R., MONTEL M C. (1990) : Les Flores lipolyptiques des viandes et produits carnés. VPC, 11 (2) : 49-55.

-REPUBLIQUE FRANÇAISE., (1994) : Hygiène Alimentaire : Viandes. Journal Officiel n°1488, pp 225-253.

-ROSSET R., (1982) : Influence des règles d'hygiène sur la contamination microbiologique. In : Hyg. et Tech de la viande fraîche, Paris : éd CNRS, pp 273-287.

-ROSSET R., (1982) : conséquences hygiéniques des flores microbiennes contaminant la viande : les intoxications alimentaires. In Hyg. et Tech de la viande fraîche, Paris : éd CNRS, pp 141-153.

-RASPA, 2 (2) : 126-128. 43-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., ISSANCHOU S., DUMONT J P., (1993) : Que peuton attendre de l'analyse sensorielle VPC, 14 (3)

ROSSET R., (1982) : Les méthodes de stabilisation de la flore microbienne : la réfrigération. In : Hyg. et Tech de la viande fraîche, Paris : éd CNRS, pp 161-167.

-ROSSET R., LAMELLOISE P., (1984) : Multiplication de la microflore initiale et conséquences. In : Les viandes. Hyg. et Tech .Informations techniques des services vétérinaires, pp 133-138. 30

-ROSSET R., ROUSSEL-CIQUARD N., (1985) : Les méthodes de stabilisation de la flore microbienne : la congélation. In : Hyg. et Tech de la viande fraîche, Paris : éd CNRS, pp 169175.

-ROSSET R., ROUSSEL-CIQUARD N., (1982) : Conséquences hygiéniques des flores microbiennes contaminant la viande : la putréfaction. In : Hyg. et Tech de la viande fraîche, Paris : éd CNRS, pp 137-139.

-ROZIER J., CARLIER V., BOLNOT F., (1985) : Base microbiologiques de l'hygiène des aliments. Paris : éd Sapaic, 230 pages.

- SHELEF A L., SAMEENA M., WEITAN. et WEBBER M L., (1997): Rapid Optical Measurements of microbial contamination in raw ground beef an effects of citrate and lactate. J. Food Prot., 60 (6) : 673-676. 42-SYLLA K S.,

-MUSABYEMARIYA B., KABORE Y. et SEYDI Mg., (2004) : Etude de la qualité hygiénique de la viande bovine utilisée en restauration collective universitaire à Dakar (Sénégal).

ANNEXES

ALIMENTATION ET NUTRITION HUMAINE

Réduire l'exposition aux nitrites et aux nitrates dans l'alimentation

Notre alimentation nous expose quotidiennement aux nitrites et aux nitrates. Au regard des connaissances actuelles de leurs effets sur la santé humaine, l'Anses préconise de réduire l'exposition de la population à ces substances par des mesures volontaristes en limitant l'exposition par voie alimentaire. Pour ce faire, l'Anses a identifié plusieurs leviers, en particulier la réduction de l'utilisation d'additifs nitrités dans les charcuteries, qui doit se faire de façon maîtrisée pour éviter l'augmentation de toxi-infections alimentaires.

Une pluralité de sources d'exposition

Les nitrates et les nitrites sont présents dans notre alimentation du fait :

- de la présence naturelle des nitrates dans les sols (cycle de l'azote), dont la concentration peut être renforcée par des activités agricoles, et dans les ressources en eaux ;
- de leur utilisation en tant qu'additifs alimentaires (E249, E250, E251, E252) pour leurs propriétés antimicrobiennes dans la charcuterie et les viandes transformées principalement ;
- de leur accumulation dans les végétaux.

Environ deux tiers de l'**exposition alimentaire aux nitrates** provient de la consommation de **produits végétaux**, en particulier de légumes feuilles comme les épinards ou la laitue, et un quart est associé à l'eau de boisson. Moins de 4 % de l'exposition alimentaire aux nitrates est due à leur utilisation en tant qu'additifs alimentaires dans la charcuterie.

Concernant les **nitrites**, plus de la moitié de l'exposition provient de la consommation de **charcuterie** du fait des additifs nitrités utilisés pour leur préparation.

Association entre cancer colorectal et exposition aux nitrites et nitrates

Les nitrites et les nitrates ingérés via les aliments et l'eau sont connus pour engendrer la formation de composés nitrosés, dont certains sont cancérogènes et génotoxiques pour l'être humain.

L'Anses a analysé les publications scientifiques en cancérologie parues depuis les travaux de référence de l'Efsa (2017) et du CIRC (2018). Elle confirme l'existence d'une **association entre**

le risque de cancer colorectal et l'exposition aux nitrites et/ou aux nitrates, qu'ils soient ingérés par la consommation de viande transformée, ou via la consommation d'eau de boisson. Plus l'exposition à ces composés est élevée, plus le risque de cancer colorectal l'est également dans la population.

D'autres risques de cancers sont suspectés mais les données disponibles ne permettent pas, à ce jour, de conclure à l'existence d'un lien de causalité. L'Agence recommande de poursuivre les recherches dans ce domaine afin de confirmer ou d'infirmer ces relations.

Niveaux d'expositions, valeurs de référence et leviers d'action

En France, toutes sources d'exposition confondues, **près de 99 % de la population ne dépasse pas les doses journalières admissibles (DJA)** établies par l'Efsa et jugées pertinentes à ce jour pour les nitrates d'une part et les nitrites d'autre part. Pour prendre en compte les risques liés à la co-exposition, l'Anses a utilisé une démarche dite MOE (évaluation des marges d'exposition). Cette démarche conduit à des résultats analogues à l'analyse par les DJA pour une large majorité de la population. Pour autant, l'Agence recommande de mener une réflexion pour établir une valeur toxicologique de référence globale incluant nitrates et nitrites compte-tenu de leur transformation en composés nitrosés.

Alors que les limites d'expositions sont majoritairement respectées, les expositions sont néanmoins associées à la formation de composés augmentant la probabilité de cancers. C'est pourquoi l'Agence considère que l'ajout intentionnel des nitrites et des nitrates dans l'alimentation doit se faire dans une approche « aussi bas que raisonnablement possible ». Des leviers existent pour la mettre en œuvre.

Réduire les additifs dans les charcuteries : à chaque type de produit sa solution

Dans les charcuteries, l'ajout de nitrates et de nitrites vise notamment à limiter le développement des bactéries à l'origine de maladies comme la salmonellose, la listeriose ou le botulisme. Selon l'Agence, la réduction de leur utilisation aussi bas que raisonnablement possible peut être envisagée à la condition impérative de prendre des mesures pour **maîtriser le risque de contamination par ces bactéries par d'autres moyens.** Ces mesures devront être adaptées à chaque catégorie de produits. Par exemple, pour le jambon cuit, la réduction des nitrites pourrait s'accompagner du raccourcissement de la date limite de consommation. Pour le jambon sec, cela supposerait un contrôle strict du taux de sel et de la température au cours des étapes de salage, de repos et d'affinage du produit.

Les extraits végétaux apportent aussi des nitrates et nitrites

Certains fabricants utilisent des extraits végétaux ou des bouillons de légumes comme substituts aux additifs nitrités. Cela ne constitue pas une réelle alternative dans la mesure où ils contiennent naturellement des nitrates qui, sous l'effet de bactéries, sont convertis en nitrites. Ces produits sans nitrites ajoutés ne permettent donc pas une diminution réelle de l'exposition du consommateur aux nitrites.

Maîtriser la teneur en nitrates dans l'eau et les sols

Au-delà de la présence naturelle des nitrates dans l'environnement, certaines activités humaines contribuent à renforcer leur concentration dans les ressources en eau ou les sols.

Pour réduire l'exposition aux nitrates par le biais de l'eau de boisson, mais aussi par la consommation de végétaux, l'Agence souligne l'importance de poursuivre l'optimisation de certaines pratiques, comme l'épandage de fertilisants et d'effluents d'élevage, en les ajustant au mieux aux besoins des cultures. Cette réduction concerne en particulier les unités de distribution des eaux pour lesquelles des dépassements de la limite de qualité pour les nitrates ont été observés. Un avis spécifique sur ce sujet sera rendu prochainement par l'Agence.

Consommer moins de 150 grammes de charcuterie par semaine

Pour limiter leur exposition aux nitrates et nitrites, l'Anses rappelle également aux consommateurs de :

- limiter leur consommation de charcuterie à 150 grammes par semaine ;
- avoir une alimentation variée et équilibrée, avec au moins cinq portions de fruits et légumes par jour d'origine différente.