

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

=====

ECOLE INTER - ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES
(E.I.S.M.V.)



ANNEE 2012

N°02

CONTRIBUTION A L'ETUDE DU RESSUAGE DES CARCASSES BOVINES AUX ABATTOIRS DE DAKAR : ASPECTS TECHNOLOGIQUES ET HYGIENIQUES

THESE

Présentée et soutenue publiquement le **08 Février 2012** à **17 heures** devant la faculté de
Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie de Dakar pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE (DIPLOME D'ETAT) Par :

LUC LOUBAMBA

Né le **13/09/1983** à **Neuchâtel (SUISSE)**

Jury

Président :

M. Cheikh TIDIANE NDOUR

Professeur à la Faculté de Médecine, de
Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar

Directeur et Rapporteur de Thèse:

M. Malang SEYDI

Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

Membre:

M. Serge Niangoran BAKOU

Maître de conférences, Agrégé à l'EISMV de
Dakar



ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERNAIRES DE DAKAR

**BP 5077 - DAKAR (Sénégal)
Tél. (221) 33 865 10 08 - Télécopie (221) 825 42 83**

COMITE DE DIRECTION

LE DIRECTEUR GENERAL

- **Professeur Louis Joseph PANGUI**

LES COORDONNATEURS

- **Professeur Germain Jérôme SAWADOGO**
Coordonnateur des Stages et
de la Formation Post – Universitaires
- **Professeur Moussa ASSANE**
Coordonnateur des Etudes
- **Professeur Yalacé Y. KABORET**
Coordonnateur à la coopération internationale
- **Professeur Serge N. BAKOU**
Coordonnateur Recherche/Développement

PERSONNEL ENSEIGNANT

☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV**

☞ **PERSONNEL VACATAIRE (PREVU)**

☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV**

A. DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PRODUCTIONS ANIMALES

CHEF DE DEPARTEMENT : Ayao MISSOHOU, Professeur

S E R V I C E S

1. ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Serge Niangoran BAKOU	Maître de conférences agrégé
Gualbert Simon NTEME ELLA	Assistant
M. Jean Narcisse KOUAKOU	Moniteur
M. Mahamadou CHAIBOU	Moniteur

2. CHIRURGIE –REPRODUCTION

Papa El Hassane DIOP	Professeur
Alain Richi KAMGA WALADJO	Assistant
M. Abdoulaye DIEYE	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mlle Rosine MANISHIMWE	Monitrice

3. ECONOMIE RURALE ET GESTION

Cheikh LY	Professeur (en disponibilité)
M. Walter OSSEBI	Docteur Vétérinaire Vacataire

4. PHYSIOLOGIE-PHARMACODYNAMIE-THERAPEUTIQUE

Moussa ASSANE	Professeur
Rock Allister LAPO	Maître - Assistant
M.kader ISSOUFOU	Moniteur

5. PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur
Adama SOW	Assistant
Mr Kalandi MIGUIRI	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mlle Clarisse UMUTONI	Monitrice

6. ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Ayao MISSOHOU	Professeur
Simplex AYSSIWEDE	Assistant
M. Célestin MUNYANEZA	Moniteur
M. Fidèle ATAKOUN	Moniteur

B. DEPARTEMENT DE SANTE PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENT

CHEF DE DEPARTEMENT : Rianatou BADA ALAMBEDJI, Professeur

S E R V I C E S

1. HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES ALIMENTAIRES D'ORIGINE ANIMALE (HIDAOA)

Serigne Khalifa Babacar SYLLA	Maître-Assistant
Bellancille MUSABYEMARIYA	Assistante
M. Luc LOUBAMBA	Docteur Vétérinaire Vacataire
M. Than Privat DOUA	Moniteur

2. MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Rianatou BADA ALAMBEDJI	Professeur
Philippe KONE	Maître - Assistant
M. Passoret VOUNBA	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mlle Fausta DUTUZE	Monitrice

3. PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE APPLIQUEE

Louis Joseph PANGUI	Professeur
Oubri Bassa GBATI	Maître - Assistant
M. Mamadou SYLLA	Moniteur
M. Steve NSOUARI	Moniteur

4. PATHOLOGIE MEDICALE-ANATOMIE PATHOLOGIQUE- CLINIQUE AMBULANTE

Yalacé Yamba KABORET	Professeur
Yacouba KANE	Maître de Conférence agrégé
Mireille KADJA WONOU	Maître - Assistante
M. Richard MISSOKO MABEKI	Docteur Vétérinaire Vacataire
M. Mor Bigué DIOUF	Moniteur
Mr Omar FALL	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Alpha SOW	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Abdoulaye SOW	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Ibrahima WADE	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Charles Benoît DIENG	Docteur Vétérinaire Vacataire

5. PHARMACIE-TOXICOLOGIE

Assiongbon TEK0 AGBO
Dr Gilbert Komlan AKODA
Abdou Moumouni ASSOUMY
M. Richard HABIMANA

Chargé de recherche
Maître - Assistant
Assistant
Moniteur

C. DEPARTEMENT COMMUNICATION

CHEF DE DEPARTEMENT : Professeur Yalacé Yamba KABORET

SERVICES

1. BIBLIOTHEQUE

Mme Mariam DIOUF

Vacataire

2. SERVICE AUDIO-VISUEL

Bouré SARR

Technicien

3. OBSERVATOIRE DES METIERS DE L'ÉLEVAGE (O.M.E.)

D. SCOLARITE

Mr Théophraste LAFIA
Mlle Aminata DIAGNE

Chef de la scolarité
Assistante

PERSONNEL VACATAIRE (Prévu)

1. BIOPHYSIQUE

Boucar NDONG

Assistant
Faculté de Médecine et de Pharmacie
UCAD

2. BOTANIQUE

Dr Kandioura NOBA
Dr César BASSENE

Maître de Conférences (**Cours**)
Assistant (**TP**)
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

3. AGRO-PEDOLOGIE

Fary DIOME

Maître -Assistant
Institut de Science de la Terre (I.S.T.)

4. ZOOTECHNIE

Abdoulaye DIENG

Maître de conférences agrégé
ENSA-THIES

Alpha SOW

Docteur vétérinaire vacataire
PASTAGRI

El Hadji Mamadou DIOUF

Docteur vétérinaire vacataire
SEDIMA

5. H I D A O A:

Malang SEYDI

Professeur
EISMV – DAKAR

6. PHARMACIE-TOXICOLOGIE

Amadou DIOUF

Professeur
Faculté de Médecine et de Pharmacie
UCAD

PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV

- 1. MATHÉMATIQUES**
Abdoulaye MBAYE
Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD
- 2. PHYSIQUE**
Amadou DIAO
Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD
- ⌘ **Travaux Pratiques**
Oumar NIASS
Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD
- 3. CHIMIE ORGANIQUE**
Aboubacary SENE
Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD
- 4. CHIMIE PHYSIQUE**
Abdoulaye DIOP
Mame Diatou GAYE SEYE
Maître de Conférences
Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD
- ⌘ **Travaux Pratiques de CHIMIE**
Assiongbon TECKO AGBO
Assistant
EISMV – DAKAR
- ⌘ **Travaux Dirigés de CHIMIE**
Momar NDIAYE
Maître - Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD
- 5. BIOLOGIE VÉGÉTALE**
Dr Aboubacry KANE
Dr Ngansomana BA
Maître-Assistant (**Cours**)
Assistant Vacataire (**TP**)
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD
- 6. BIOLOGIE CELLULAIRE**
Serge Niangoran BAKOU
Maître de conférences agrégé
EISMV – DAKAR
- 7. EMBRYOLOGIE ET ZOOLOGIE**
Malick FALL
Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD
- 8. PHYSIOLOGIE ANIMALE**
Moussa ASSANE
Professeur
EISMV – DAKAR
- 9. ANATOMIE COMPARÉE
DES VERTÉBRÉS**
Cheikh Tidiane BA
Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD
- 10. BIOLOGIE ANIMALE (Travaux Pratiques)**
Serge Niangoran BAKOU
Maître de conférences agrégé

Oubri Bassa GBATI

EISMV – DAKAR

Maître - Assistant
EISMV – DAKAR

Gualbert Simon NTEME ELLA

Assistant
EISMV – DAKAR

11. GEOLOGIE :

⌘ FORMATIONS SEDIMENTAIRES

Raphaël SARR

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

⌘ HYDROGEOLOGIE

Abdoulaye FAYE

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

DEDICACES

A l'Eternel mon Dieu,

Maître incontesté, Créateur de toutes choses dans le ciel et sur la terre,

Pourvoyeur de la vie, de l'intelligence et de la sagesse en abondance,

Dans les dures épreuves, tu m'as montré que je peux compter sur toi,

Tu as été ma seule force, mon seul espoir et mon seul recours durant le parcours à

l'EISMV,

Sous ton aile, ta grâce m'a accompagné et ouvert les portes du succès,

Que l'honneur et la gloire te reviennent pour tous tes bienfaits dans ma vie.

In memorium

A mon cher Père, Jacques LOUBAMBA

Cet événement méritait que tu sois là, car tu as été l'artisan qui a consenti tous les sacrifices de toutes mes années d'études passées en terre sénégalaise.

Comme si c'était à peine hier, j'entends encore dans ta voix l'importance que tu accordais à ce jour de consécration.

Mais hélas ! Tu es parti si tôt, alors que ce jour que tu portais dans ton cœur est enfin là.

Je comprends que nos pensées et nos voies ne sont pas celles du Seigneur.

Même si tu n'es plus de ce monde, j'ai la ferme conviction que dans l'haut delà ta joie est immense de voir que ce moment est devenu réalité.

Je ne saurai comment te témoigner ma reconnaissance pour la chance que j'ai eue d'avoir un père comme toi, qui m'a aimé très affectueusement et qui m'a tout donné.

Que ce travail soit une fierté pour toi papa.

A la mémoire de mes grands parents,

Que la vie m'aura privé très tôt.

A ma mère Delphine MIATSONAMA,

La distance ne t'a guère empêché d'être près de moi pour me soutenir et m'encourager.

Dès le premier jour où je suis venu au monde, ton premier vœu a été que je devienne médecin plutarde. C'est ainsi que tu m'as appelé du nom de Luc qui fait référence au docteur Luc dans la Bible. Chemin faisant, je ne le suis pas devenu, néanmoins je suis aujourd'hui Docteur vétérinaire. Je sais au fond de moi quelque soit le chemin que j'ai pu suivre, tu es fière de moi. D'une certaine façon, ton vœu s'est réalisé doublement. Car il n'y a qu'un seul petit pas de la médecine vétérinaire à la médecine humaine. Etant Docteur vétérinaire, je m'occuperai de la santé animale mais aussi de l'humanité dans une certaine mesure.

Merci pour la confiance que tu as toujours placée en moi.

Ce travail est le tien, sois rassurée de mon amour et de toute mon admiration pour toi.

A mon oncle Blynn FIONGONENA,

Pour ton exemplarité au sein de notre famille. Que Dieu te soutienne et t'accorde santé et longue vie.

A mon frère aîné, Gérard LOUBAMBA,

Ce travail est le tien. Que les liens qui nous unissent soient indissociables et plus forts que tout.

A ma fiancée, Orly purcell NDANDOU,

Je te dis merci pour tous les sacrifices multiformes que tu as consentis pour ce travail. Comme si tout cela ne suffisait pas, tu m'as gratifié de la plus belle de chose qui soit dans la vie d'un homme, la naissance de notre merveilleuse fille Lucette Espoir.

Sois honorée par ce travail et qu'il sert d'exemple à notre progéniture.

A ma fille Lucette Espoir LOUBAMBA,

Tu es venue au monde pour soulager tant soit peu ma peine et de combler par ta présence angélique, l'absence pour toujours de mon père que tu n'auras pas l'occasion de voir. Ce travail est entièrement le tien, ma fille chérie. Prends exemple sur papa afin que tes frères suivent tes pas.

A mes cousines et cousins,

Ce travail est aussi le vôtre. Que Dieu vous garde et vous protège.

A toutes mes mamans maternelles, pour votre affection.

A mes oncles et tantes paternels,

A mon beau-père Pierre NDANDOU, merci pour tes conseils et d'être là pour moi comme un deuxième père.

Au personnel de laboratoire d'HIDAOA, en particulier monsieur **KONE, BA** et **BALDE**,

Pour votre accueil aimable et contribution à la réalisation de ce travail.

A Jaelle GBOSSA,

Pour ton amitié et ton dévouement pour ce travail qui m'ont beaucoup marqué. Sois rassuré de toute ma reconnaissance et préservons ce lien d'amitié pour les années à venir.

Au Docteur Mamadou NDIAYE, Directeur technique de la SOGAS

Pour votre investissement à la réalisation de ce travail.

Au personnel des chambres froides de la SOGAS, en particulier monsieur **COLY, Boy NDIAYE, WADE, MOUHAMED** et beaucoup bien d'autres,

Pour votre abord facile et compréhension qui m'ont facilité le travail à la SOGAS.

A la communauté Congolaise du véto,

Pour votre présence et nombreux services que vous m'avez rendus.

Que la solidarité que nous avons pu construire perdure de nombreuses années.

REMERCIEMENTS

Au professeur Malang SEYDI,

Au professeur L. J. PANGUI,

A tout le personnel de l'EISMV,

Au Dr Babacar Khalifa SYLLA,

Au Dr Bellancille MUSABYEMARIYA,

A Madame DIEYE,

Au Dr Ismaël SY,

Au Dr Nicolas et sa femme Sophie,

A Kerstine Kvernes,

Aux frères BISSIELO,

A ma patrie le Congo, d'avoir soutenu ma formation professionnelle,

Au Sénégal terre d'accueil, d'avoir passé toute ma formation dans la stabilité et la quiétude,

A l'assemblée de l'Eglise Evangélique de Dakar, pour les prières à l'endroit des étudiants,

A l'AEVD,

Au Directeur Général de la SOGAS,

A tout le personnel de la SOGAS,

A la 38^e Promotion,

A Steve Nsouari, Ainsley LICKIBI, Richard MABEKI, Gaël ANGADZA, Bardèche OYABA, Walter OSSEBI, Michel DUSOM, Prisca MAKAMBALA, Dora EKOU, Raïssa EBENGO...

A mes collègues Béninois, Burkinabé, Centrafricains, Français, Ivoiriens et Sénégalais.

A tous ceux que je n'ai pas pu citer et qui pourtant, un jour ou l'autre, ont rendu agréable mon passage à l'EISMV.

A NOS MAITRES ET JUGES

A notre président de jury, Monsieur Cheikh TIDIANE NDOUR

Professeur à la faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie de Dakar. C'est un grand privilège que vous nous faites en acceptant de présider notre jury de thèse. Votre simplicité et la spontanéité avec laquelle vous avez répondu à notre sollicitation, nous ont profondément marqué. Soyez rassuré de notre profonde reconnaissance.

A notre Directeur et rapporteur de thèse, Monsieur Malang SEYDI,

Professeur à l'EISMV de Dakar. Vous avez accepté de suivre et d'encadrer ce travail avec rigueur scientifique mais surtout, avec l'amour du travail bien fait qui est le vôtre, malgré vos multiples occupations. Vous nous avez profondément marqué par l'ingéniosité et le professionnalisme dont vous faites preuve dans votre discipline, à laquelle d'ailleurs, j'aspire vivement (j'ai cité les denrées d'origine animale). Hors-mis vos qualités d'homme de science, nous avons eu également l'opportunité de découvrir, que derrière l'homme de science se cache un père dont les qualités paternelles nous ont comblé d'une immense satisfaction.

En définitif, vous nous avez enseigné la profession mais aussi la vie, soyez rassuré, Professeur, vos enseignements que nous avons reçu doublement resteront comme un livre ouvert que nous ne cesserons de consulter.

Veillez trouver ici l'expression de nos sincères remerciements.

A notre Maître et juge de thèse, Monsieur Serge Niangoran BAKOU,

Maître de conférences, Agrégé à l'EISMV de Dakar. Nous avons été fascinés par votre abord facile et votre simplicité. Vos qualités scientifiques et humaines nous ont beaucoup marqué. Veuillez trouver ici, l'assurance de notre profonde gratitude.

*« Par délibération, la Faculté de Médecine, de Pharmacie et
d'Odontostomatologie et l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine
Vétérinaires de Dakar ont décidé que les opinions dans les dissertations qui leur
seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et
qu'elles n'entendent leur donner aucune appropriation »*

LISTE DES ABREVIATIONS

%	: Pourcentage
>	: Supérieur
<	: Inférieur
°C	: Degré Celsius
Bv	: Bovin
Cm²	: Centimètre carré
CT	: Coliformes thermotolérants
EPT	: Eau peptonée tamponnée
FMAT	: Flore mésophile aérobie totale
Ha	: Hectare
HIDAOA	: Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale
ISO	: International Organization for Standardization
5M	: Milieu, main-d'œuvre, matériel, matière première et méthode
ml	: Millilitre
PCA	: Plate Count Agar
Pr	: Petit ruminant
SOGAS	: Société de Gestion des Abattoirs du Sénégal
TC	: Tissu conjonctif
UFC	: Unité formant colonies
VRBL	: Violet Red Bile Lactose Agar

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Classement des produits carnés suivant leurs caractéristiques physico-chimiques et leurs critères de conservabilité.....	29
Tableau II : 3 catégories de microorganismes en fonction de leur température de croissance	44
Tableau III : Analyses bactériologiques.....	59
Tableau IV : Critères d'interprétation.....	64
Tableau V : Les limites.....	65
Tableau VI : Conception et aspects hygiéniques des locaux.....	70
Tableau VII : Aspects hygiéniques des vestiaires	73
Tableau VIII : Aspects hygiéniques des sanitaires.....	73
Tableau IX : Aspects hygiéniques du personnel.....	74
Tableau X : Aspects hygiéniques de la matière première.....	75
Tableau XI : Aspects hygiéniques des équipements.....	75
Tableau XII : Variations de la température ambiante dans la chambre froide n° 3 au cours de la journée.....	76
Tableau XIII : Variations de la température ambiante dans la chambre froide n°4 au cours de la journée.....	76
Tableau XIV : Moyenne de la température ambiante dans les chambres froides au cours de la période d'étude.....	77
Tableau XV : Variations de l'humidité relative dans la chambre froide n° 3 au cours de la journée77	
Tableau XVI : Variations de l'humidité relative dans la chambre froide n° 4 au cours de la journée.....	77
Tableau XVII : Variation de l'humidité relative dans les chambres froides au cours de la période de notre étude.....	78
Tableau XVIII : Le nombre moyen de carcasses stockées par jour et par chambre pendant la durée d'étude.....	78
Tableau XIX : Variations de la température à cœur des carcasses dans la chambre froide 3 au cours de la conservation.....	79
Tableau XX : Variations de la température à cœur des carcasses dans la chambre froide 4 au cours de la conservation.....	79
Tableau XXI : Moyenne de la température à cœur des carcasses pendant la durée d'étude.....	79

Tableau XXII : Moyenne globale des flores de contamination par site de prélèvement sur 25 carcasses bovines	80
Tableau XXIII : Moyenne de la charge bactérienne de chaque flore par site (Epaule)	84
Tableau XXIV : Moyenne de la charge bactérienne de chaque flore par site (Flanc).....	87

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Diagramme de la préparation des bovins à l'abattoir	14
Figure 2 : Disposition des sous - unités constituant une molécule de myosine	20
Figure3 : Disposition des molécules constituant un filament de myosine	20
Figure 4 : Disposition des filaments minces et épais dans les différentes zones du sarcomère.....	21
Figure 5 : Architecture moléculaire des myofilaments fins	21
Figure 6 : Structure d'une myofibrille envisagée à plusieurs niveaux.....	22
Figure7 : Représentation schématique de l'appareil contractile et des structures membranaires de la cellule musculaire squelettique.....	23
Figure 8 : Mécanisme de contamination superficielle des carcasses à l'abattoir.....	27
Figure 9 : Courbe des demi- temps de refroidissement (20°C à la huitième heure)	39
Figure10 : Cassures des carreaux sur le sol	71
Figure 11 : Déchets de viande traînant au sol	71
Figure 12 : Siphons envahis par des déchets et de l'eau sale.....	71
Figure 13 : Parois non nettoyées	72
Figure 14 : Recoins de chambre froide avec accumulation de la crasse et présence de rats	72
Figure 15 : Fréquence des flores bactériennes isolées dans la contamination globale de 25 carcasses.....	81
Figure 16 : Pourcentage des flores bactériennes isolées dans la contamination globale de 25 carcasses avant réfrigération	82
Figure 17 : Pourcentage des flores bactériennes isolées dans la contamination globale de 25 carcasses après réfrigération	82
Figure 18 : Contamination de l'épaule par la FMAT et les CT avant et après la réfrigération	85
Figure 19 : Contamination du flanc par la FMAT et les CT avant et après la réfrigération	88
Figure 20 : Contamination des carcasses bovines par la FMAT.....	89
Figure 21 : Contamination des carcasses bovines par les CT	89

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Dénombrement de la flore totale selon la norme **ISO 4833** (février 2003)

Annexe 2. Dénombrement des coliformes selon la norme **ISO 4833** (février 2006)

Annexe 3. Retour des viandes invendues dans la chambre froide

Annexe 4. Transport manuel et réintroduction des viandes dans les chambres froides

Annexe 5. Stockage de carcasses de moutons dans les chambres froides des bovins

Annexe 6. Abats et issus entreposés à même le sol dans les chambres froides de carcasses bovines

Annexe 7 Masse de pierre pour renforcer la fermeture de la porte (chambre froide)

Annexe 8. Présence de la crasse sur le revêtement des murs et sol

Annexe 9. Toiles d'araignée et accumulation des matières fécales dans le wc

Annexe 10. Evolution de la température à cœur des carcasses bovines dans les chambres

Annexe 11. Evolution de la température ambiante des carcasses bovines dans les chambres froides aux abattoirs de Dakar

Annexe 12, 13, 14 et 15. Fiche de contrôle des locaux à l'abattoir de Dakar

Annexe 16. Dénombrement des flores microbiennes sur le flanc

Annexe 17. Dénombrement des flores microbiennes sur l'épaule

TABLES DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
CHAPITRE 1: GENERALITES SUR LES ABATTOIRS	4
I. Définition d'un abattoir	4
II. Principes généraux.....	4
II.1 Principes généraux de conception, d'implantation et de construction d'un abattoir	4
II.2 Principes d'aménagement ou de fonctionnement hygiénique des abattoirs... ..	7
II.2.1 Principes d'hygiène de la viande s'appliquant aux animaux présentés à l'abattoir	7
II.2.2 Principes d'hygiène de la viande s'appliquant aux personnels.....	8
II.2.3 Principes d'hygiène de la viande s'appliquant aux sanitaires et toilettes	9
II.2.4 Principes d'hygiène de la viande s'appliquant aux matériels	9
II.2.5 Entretien et nettoyage.....	10
II.2.6 Procédures et méthodes de nettoyage.....	10
II.2.7 La formation du personnel.....	11
II.2.8 Le transport.....	11
CHAPITRE 2 : PREPARATION DES VIANDES A L'ABATTOIR	12
I. Aspects technologiques de la préparation des viandes.....	12
I.1 Définition... ..	12
I.2 Caractères principaux des différentes opérations... ..	12
I.3 Produits de la préparation ou première transformation à l'abattoir	16
II. Caractéristiques microbiologiques des viandes aux abattoirs	25
II.1. Nature des porteurs des germes.....	25
II.2 Les conditions de multiplication des microorganismes	28
II.3 Conséquences hygiéniques de la contamination microbienne de la viande	30
II.4 Conséquences technologiques de la contamination microbienne la viande	32
II.5 Normes microbiologiques de la viande	33
II.6 Les méthodes de prélèvement des bactéries de surface	34
CHAPITRE 3: CONSERVATION DES VIANDES PAR LE FROID	36
I. Définition, Importance et Historique.....	36
II. Action du froid sur la viande	37
II.1 La réfrigération.....	37
III. Modalités d'utilisation du froid.....	44

III.1 Principes d'application du froid	44
III.2 Techniques de réfrigération des carcasses	45
III.3 Les facteurs d'une bonne conservation	48
IV. Contraintes de conservation de la viande en pays chauds	52
DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE.....	53
CHAPITRE 1 : MATERIEL ET METHODES	54
I. Présentation du cadre d'étude expérimentale.....	54
II Matériel.....	54
III. Méthodes	55
III.1 Fiches d'enquête	55
III.2 Mesures des paramètres de la réfrigération	55
III.2.1 Mode opératoire	56
III.2.1.1 Identification des points chauds.....	56
III.2.1.2 Echantillonnage	57
III.2.1.3 Traitement des données	57
III.3 Analyses microbiologiques.....	57
III.3.1 Echantillonnage	57
III.3.1.1 Mode d'échantillonnage.....	57
III.3.1.2 Méthode de prélèvement.....	58
III.3.1.2.1 Mode opératoire	58
III.3.1.2.2 Zones et surfaces écouvillonnées	58
III.3.1.2.3 Planning des prélèvements	59
III.3.1.2.4 Transport et conservation des échantillons.....	59
III.3.2 Laboratoire	60
III.3.2.1 Préparation des milieux de culture.....	60
III.3.2.2 Préparation du diluant.....	60
III.3.2.3 Méthodes d'ensemencement et de dénombrement des bactéries	60
III.3.2.3.1 Préparation des solutions mères et des dilutions décimales	60
III.3.2.3.2 Ensemencement et dénombrement	61
III.3.2.3.3 Lecture et expression des résultats (selon la norme ISO 7218 : Août 2004.....	62
III.3.2.3.4 Interprétation des résultats	64
CHAPITRE 2: RESULTATS ET DISCUSSION.....	66
I. Résultats	66
I.1 Ressuage des carcasses bovines aux abattoirs de Dakar.....	66
I.1.1 Transport des carcasses dans les chambres froides	66

I.1.2 Réfrigération rapide.....	66
I.1.3 Stockage réfrigéré des carcasses	67
I.2 Observations sur le mode d'utilisation et l'hygiène des chambres froides.....	67
I.2.1 Observations sur le mode d'utilisation des chambres froides	67
I.2.2 Observations sur l'hygiène des chambres froides	69
I.2.2.1 Hygiène des locaux	69
I.2.2.2 Hygiène des vestiaires et sanitaires	73
I.2.2.3 Hygiène du personnel.....	74
I.2.2.4 Hygiène de la matière première	74
I.2.2.5 Hygiène des équipements	75
I.3 Mesures des températures et caractéristiques microbiologiques.....	76
I.3.1 Mesures des températures	76
I.3.1.1 Evolution des paramètres de la réfrigération étudiés	76
I.3.1.1.1 Température ambiante des chambres froides.....	76
I.3.1.1.2 L'humidité relative dans les chambres froides	77
I.3.1.1.3 Vitesse de l'air ou ventilation dans les chambres froides.....	78
I.3.1.1.4 Encombrement des chambres froides.....	78
I.3.1.1.5 Evolution de la température à cœur des carcasses dans les chambres froides au cours de la conservation.....	79
I.3.2 Caractéristiques microbiologiques.....	80
I.3.2.1 Evaluation de la contamination globale des carcasses bovines	80
I.3.2.2 Evaluation de la charge bactérienne par site	83
I.3.2.2.1 Epaule.....	83
a) La flore aérobie mésophile totale	83
b) Les coliformes thermotolérants.....	83
I.3.2.2.2 Flanc	85
a) La flore mésophile aérobie totale	85
b) Les coliformes thermotolérants.....	86
II. DISCUSSION.....	90
II.1 Les Enquêtes	90
II.2 Le ressuage	90
II.3 L'hygiène	92
II.4 Mesures de température.....	93
II.4.1 Température ambiante des chambres froides	93
II.4.2 L'humidité relative dans les chambres froides	96
II.4.3 La vitesse de l'air ou ventilation dans les chambres froides	97

II.4.4 Encombrement dans les chambres froides	98
II.4.5 La température à cœur des carcasses dans les chambres froides.....	99
II.5 Caractéristiques microbiologies	102
II.5.1 Flore mésophile aérobique totale	102
II.5.2 Les coliformes thermotolérants	105
CHAPITRE 3 : RECOMMANDATIONS	108
I. Mode d'utilisation des chambres froides.....	108
II. Hygiène des chambres froides.....	110
II.1 Hygiène des locaux.....	110
II.1.1 Conception.....	110
II.1.2 Sol... ..	110
II.1.3 Siphon	110
II.1.4 Animaux nuisibles.....	110
II.1.5 Nettoyage et désinfection.....	111
II.2 Hygiène des vestiaires et sanitaires	111
II.2.1 Conception.....	111
II.2.2 Hygiène	111
II.3 Hygiène du personnel	111
II.4 Hygiène de la matière première (viande).....	112
III. PERSPECTIVES.....	112
CONCLUSION	113
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	116

INTRODUCTION

La viande représente un élément essentiel de l'alimentation et une source incontournable de protéines pour l'homme. Mais son caractère périssable la prédispose aux altérations, lorsque le couple température/temps est favorable au développement des germes. Afin de préserver les viandes contre ces altérations, le ressuage réfrigéré demeure l'un des moyens le plus utilisé dans l'industrie alimentaire. En effet, le ressuage réfrigéré vise à abaisser le plus rapidement possible la température à cœur des viandes, pour stopper la prolifération des germes et prolonger leur durée de conservation à court terme.

En plus, sa sécurité sanitaire constitue, aujourd'hui, une préoccupation majeure pour les pouvoirs publics et pour les entreprises agroalimentaires qui doivent répondre à l'impératif de garantir la qualité des approvisionnements des consommateurs (**SEYDI, 2000**).

Par ailleurs, le niveau de vie s'améliorant relativement, le consommateur exige avant tout la qualité de l'aliment. En effet selon **SEYDI (2003)**, pour le consommateur la qualité est synonyme de se procurer un aliment satisfaisant sur le plan de l'acceptabilité et de la sécurité.

Pour les industriels, la recherche de cette qualité passe par tous les niveaux de la filière viande. Au niveau des conditions d'élevage, transport et abattage des animaux, un minimum de bien-être et de bonnes pratiques d'hygiène doit être mis en œuvre pour offrir un produit conforme aux attentes des consommateurs de plus en plus exigeants pour la qualité.

Toute fois, bien que le froid par le biais du ressuage ait supplanté les autres procédés de conservation (séchage, fumage, salaison...). Il est impératif de noter que malgré ses multiples avantages, son utilisation pose des problèmes qui ne sont pas faciles à résoudre. Les conditions locales en rendent l'application plus difficile. La température élevée associée à l'humidité excessive provoque une altération plus rapide des denrées alimentaires. Le phénomène est encore accentué par les conditions d'hygiène, lors de la préparation, qui laissent à désirer.

Cependant, les autres procédés, en plus de favoriser la conservation des aliments traités, en détériorent les qualités nutritives recherchées dans l'aliment.

Au Sénégal particulièrement, **BALDE (2008)** a observé que les conditions de ressuage ne sont pas optimales pour une bonne qualité de la viande aux abattoirs de Dakar.

Son étude a été réalisée avant le projet de réhabilitation de la chaîne d'abattage et des entrepôts frigorifiques actuels.

Face à cette problématique, il s'est avéré primordial de se poser la question : est-ce qu'à l'issue de la réhabilitation des entrepôts frigorifiques aux abattoirs de Dakar les viandes sont-elles bien ressuyées?

C'est pour quoi, il a été mené cette étude avec l'appui financier de la SOGAS.

L'objectif général est l'évaluation technologique et hygiénique du ressuage des carcasses bovines dans les chambres froides de la SOGAS ; DAKAR

Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- Observer le ressuage des carcasses, le mode d'utilisation et l'hygiène des chambres froides ;
- Déterminer l'efficacité des paramètres du froid par la prise de la température ambiante, la vitesse de l'air, l'humidité relative, la température à cœur, et l'encombrement ;
- Evaluer la maîtrise des germes d'altération et de contamination fécale par la recherche et le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale et des coliformes thermotolérants.

Ce travail comporte deux parties :

- Une synthèse bibliographique relative aux abattoirs, la préparation des viandes à l'abattoir et la conservation des viandes par le froid.
- Une partie expérimentale qui traite du matériel, des méthodes, des résultats et discussion suivis des recommandations.

PREMIERE PARTIE :

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralités sur les abattoirs

Chapitre II: Préparation des viandes à l'abattoir

Chapitre III: Conservation des viandes par le froid

CHAPITRE 1: GENERALITES SUR LES ABATTOIRS

I. Définition d'un abattoir

Les abattoirs sont des établissements publics ou privés permettant de préparer les viandes, de traiter les éléments du 5^{ème} quartier et enfin de les soumettre à un contrôle de salubrité en vue de déterminer leur qualité commerciale.

Pour être efficace, le contrôle de la salubrité des viandes doit comprendre deux éléments importants:

- Le contrôle de l'abattage,
- Le contrôle de la viande pendant leur transport, leur stockage, leur transformation et leur distribution.

Aux abattoirs, le contrôle va consister d'une part, à diagnostiquer et à apprécier les affections dont peuvent être atteints les animaux, et d'autre part, à surveiller les opérations d'abattage pour en assurer le déroulement conformément à l'hygiène.

Au stade du transport, du stockage, de la transformation et de la distribution, il va consister d'une part, à examiner et à apprécier la salubrité de la viande, d'autre part, à veiller à ce que la manipulation de la viande satisfasse aux règles de l'hygiène **(JEPSEN, 1958) [54]**.

Ainsi, l'ensemble de toutes ces mesures constituent une garantie pour le consommateur.

II. Principes généraux

II.1 Principes généraux de conception, d'implantation et de construction d'un abattoir

La conception d'un abattoir nécessite avant toute chose une étude de commodo et d'incommodo. Elle débouche sur la capacité utile et des perspectives d'avenir (extension possible). D'après **ROSSET et LEBERT (1982)**, il faut concevoir les installations en rapport avec l'hygiène avant d'envisager des mesures à respecter pour l'hygiène des locaux.

- Les abattoirs doivent être d'accès facile de manière à permettre l'approvisionnement en animaux et l'écoulement des produits.

- Situés à grande distance: - de zones polluées et d'activités industrielles représentant une grave menace pour la viande.
- de zones sujettes aux inondations et à des infestations par des ravageurs.
- L'approvisionnement en quantité et en qualité de l'eau doit être facile : les besoins quotidiens en eau sont de 500 litres/bovin et de 250 litres/petit ruminant traités en ville, et de 300 litres/animal traité en brousse.
- L'évacuation des eaux usées doit être facile : ces eaux issues du traitement des animaux sont chargées des déchets organiques et doivent être évacuées après épuration pour éviter les nuisances.
- Les possibilités d'extension doivent être envisagées : l'urbanisation galopante actuellement observée en Afrique peut conduire à l'agrandissement du site.
- Une clôture infranchissable doit être mise en place pour empêcher les fuites d'animaux et contrôler les entrées et les sorties du personnel.

II.1.1 Différents locaux

II.1.1.1 Les locaux de stabulation (FAO/2009)

Les locaux réservés à la stabulation des animaux devraient être conçus et construits de sorte que :

- les animaux puissent être groupés sans surnombre, sans risque de blessure ou de stress dû aux conditions climatiques,
- leur dispositif et leurs installations permettent de nettoyer et/ou de sécher les animaux,
- l'inspection ante- mortem soit facilitée,
- les sols soient pavés ou équipés de caillebotis et bien drainés.

II.1.1.2 La salle d'abattage

Selon **GODEFROY (1986)**, elle se compose de la halle d'abattage destiné à abattre les animaux pour obtenir les carcasses.

La salle devrait respecter les conditions suivantes (FAO/2009):

- Etre d'accès facile depuis les parcs de stabulation.
- Etre construite et équipée afin de faciliter un nettoyage et une désinfection efficaces.
- Minimiser autant que possible la contamination croisée lors du traitement.
- Garantir un éclairage artificiel ou naturel adéquat pour le contrôle de l'hygiène des opérations de traitement.
- Interdire l'accès aux personnes étrangères et parasites (rongeurs chats).
- Présenter des sols imperméables, imputrescibles, étanches, antidérapants, faciles à nettoyer et à désinfecter, la pente doit être de l'ordre de 1,5 à 3%, pour faciliter l'évacuation des eaux.
- Présenter des murs internes qui doivent être revêtus d'un enduit lisse et lavable sur toute leur hauteur, posséder des carreaux à une hauteur de 3m sur les murs (GODEFROY, 1986).

II.1.1.3 Les locaux de refroidissement

Ils sont d'une importance capitale au sein des abattoirs afin de protéger les viandes des altérations microbiennes.

Leur conception et aménagement devraient permettre l'éloignement des machines de production d'énergie, le regroupement des chambres froides avec les chambres de congélation au centre et les chambres de réfrigération à la périphérie. L'ensoleillement devrait être évité grâce à : des auvents (sens Est et Ouest), des couloirs de protection thermique et des rideaux d'arbres.

II.1.2 Equipements

Ils sont représentés par :

- un dispositif de transfert de charge (Rails aériens, Chariots, bacs et plateaux) ;
- des appareils de levage (treuils et vérins) ;
- un dispositif de préparation des viandes représenté par des plateformes fixes et mobiles ;

- des dispositifs ou équipements sanitaires.

II.2 Principes d'aménagement ou de fonctionnement hygiénique des abattoirs

A l'abattoir, une bonne hygiène de la préparation des viandes ainsi qu'une meilleure gestion économique des installations passent par le respect des principes suivants :

- ➔ Marche en avant
- ➔ Non entrecroisement des courants de circulation
- ➔ Principe des 5 s
- ➔ Mécanisation des transferts de charges
- ➔ Utilisation précoce et généralisée du froid

Outre ces principes, on peut en ajouter d'autres :

II.2.1 Principes d'hygiène de la viande s'appliquant aux animaux présentés à l'abattoir

Seuls les animaux propres, sains et correctement identifiés devraient être présentés à l'abattoir. Tous les animaux devraient être examinés à leur arrivée à l'abattoir [105].

II.2.1.1 Transport, inspection ante-mortem des animaux destinés à l'abattage

L'inspection ante-mortem est une opération importante effectuée avant l'abattage et toutes les données pertinentes relatives aux animaux présentés à l'abattoir devraient être utilisées au sein des systèmes d'hygiène de la viande. L'inspection des viandes revêt deux aspects : examen des animaux vivants lors de leur entrée à l'abattoir (inspection ante-mortem), examen après abattage de la carcasse et de tous les produits carnés destinés à l'alimentation (inspection post-mortem).

De ces deux examens, c'est l'inspection ante-mortem qui est la plus importante, car sans elle aucune inspection rationnelle des carcasses ou des viandes n'est possible. Certaines maladies des animaux domestiques provoquent seulement des modifications anatomiques discrètes, sans commune mesure avec la gravité des signes cliniques (la septicémie). D'autre part, en cas d'abattage d'urgence ou d'abattage d'animaux malades, il est difficile à l'inspecteur des viandes de former un jugement en l'absence d'une inspection ante-mortem [48]. De même, le transport nuit à l'état des animaux de

boucherie en les excitant ou en les fatiguant plus ou moins selon le véhicule utilisé et la longueur du voyage.

Les qualités de conservation de la viande s'en trouvent affectées et, sans inspection ante-mortem, il n'est pas possible de surseoir à l'abattage pour attendre que les animaux se soient remis de leurs fatigues.

II.2.1.2 Nécessité d'une période de repos avant l'abattage

Les marchands de bestiaux savent parfaitement qu'il est contre-indiqué d'abattre les animaux trop tôt après leur débarquement. Il est donc indispensable de ménager une période de repos, car la viande d'animaux fatigués ne convient guère à la préparation des conserves, à la salaison, ou à la fabrication des saucisses. On a tellement insisté sur ce point que la plupart des pays ont adopté des règlements prescrivant une période de repos pour les animaux entrant à l'abattoir.

II.2.1.3 Inspection post-mortem

Dans la quasi-totalité des cas, l'inspection post-mortem des animaux a lieu à l'abattoir même, soit dans la salle d'abattage, soit dans la salle de réfrigération, soit encore, s'il s'agit d'un abattage d'urgence, dans une salle spécialement prévue à cet effet. L'éclairage est une condition importante d'efficacité. Chaque fois que c'est possible, l'examen doit être effectué à la lumière du jour.

II.2.2 Principes d'hygiène de la viande s'appliquant aux personnels

II.2.2.1 Propriété corporelle

Les personnes qui manipulent les aliments devraient maintenir un haut standard de propreté corporelle en mettant des vêtements propres, un couvre-chef et des chaussures appropriées.

Le personnel affecté de coupures et blessures s'il est autorisé à poursuivre son travail, devrait les protéger par des pansements étanches.

Le personnel devrait toujours se laver les mains lorsque le manque d'hygiène corporelle risque de se répercuter négativement sur la sécurité des aliments, par exemple:

- avant de manipuler des aliments;

- immédiatement après avoir utilisé les toilettes; et
- après avoir manipulé des aliments crus ou tout produit contaminé, si cela risque d'entraîner la contamination d'autres aliments.

II.2.2.2 Comportement personnel

Les personnes qui manipulent les aliments devraient éviter des comportements susceptibles d'entraîner la contamination des aliments, par exemple :

- fumer
- cracher;
- mâcher ou manger;
- éternuer ou tousser à proximité d'aliments non protégés.

Les effets personnels tels que bijoux, montres, épingles ou autres objets ne devraient pas être portés ou introduits dans les aires de manutention des aliments, s'ils posent une menace pour la sécurité et la salubrité des aliments.

II.2.3 Principes d'hygiène de la viande s'appliquant aux sanitaires et toilettes

Tous les abattoirs devraient comporter des installations sanitaires pour garantir un degré approprié d'hygiène corporelle et pour éviter la contamination des aliments.

Le cas échéant, ces installations devraient comprendre:

- des dispositifs appropriés pour le lavage et le séchage hygiéniques des mains, notamment des lavabos munis de robinets d'eau chaude et d'eau froide à commande non manuel (ou à une température convenablement réglée);
- des toilettes avec chasse d'eau conçues conformément aux règles d'hygiène; et
- des vestiaires adéquats où le personnel puisse se changer.
- Ces installations devraient être situées et indiquées de façon appropriée.

II.2.4 Principes d'hygiène de la viande s'appliquant au matériel

Le matériel devrait être installé de manière à:

- permettre un entretien et un nettoyage convenables;
- fonctionner conformément à l'usage qui lui est destiné;
- faciliter l'adoption de bonnes pratiques en matière d'hygiène, y compris la surveillance.

Le matériel qui entre en contact avec le produit alimentaire devrait être conçu et construit de manière à garantir, au besoin, qu'ils peuvent être convenablement nettoyés, désinfectés et entretenus afin d'éviter la contamination de la viande.

Le matériel devrait être fabriqué dans des matériaux n'ayant aucun effet toxique pour l'usage auquel ils sont destinés. Au besoin, le matériel devrait être durable et amovible ou pouvoir être démonté afin d'en permettre l'entretien, le nettoyage, la désinfection, le contrôle et, faciliter la détection éventuelle de ravageurs.

II.2.5 Entretien et nettoyage

Les locaux de refroidissement devraient être convenablement entretenus et maintenus en bon état pour:

- faciliter toutes les procédures d'assainissement;
- fonctionner comme prévu;
- empêcher la contamination des aliments, par exemple, par des éclats de métal, de la peinture qui s'écaille, des débris et des produits chimiques.

Le nettoyage devrait éliminer les résidus alimentaires et la saleté, qui peuvent être une source de contamination. Une désinfection peut être nécessaire après le nettoyage.

Les produits chimiques de nettoyage industriel devraient être manipulés et utilisés soigneusement conformément aux instructions du fabricant, et conservés, si nécessaire, séparément des aliments, dans des récipients clairement identifiés, pour éviter le risque de contamination des aliments [104].

II.2.6 Procédures et méthodes de nettoyage

Le nettoyage peut être effectué en utilisant séparément ou conjointement des méthodes physiques, telles que la chaleur, le récurage, l'aspirateur ou autres méthodes évitant l'emploi d'eau et des méthodes chimiques utilisant les détergents, alcalis ou acides.

Le cas échéant, le nettoyage consistera à:

- enlever les débris visibles des surfaces;
- appliquer une solution détergente pour détacher la saleté et le film bactérien et les maintenir en solution ou en suspension;

- rincer avec de l'eau, pour enlever les saletés détachées et les résidus de détergents; et
- sécher ou utiliser toute autre méthode appropriée pour enlever et ramener les résidus et les débris; et
- au besoin la désinfection suivie d'un rinçage, sauf si les instructions du fabricant précisent que le rinçage n'est pas nécessaire.

II.2.7 La formation du personnel

La formation adéquate de personnel compétent a une importance fondamentale dans la production d'une viande à la fois saine et propre à la consommation humaine.

Les personnes entreprenant des activités relatives à l'hygiène de la viande devraient être formées ou autrement recevoir une instruction de sorte qu'elles possèdent la formation, les connaissances, les compétences et les capacités requises [104].

II.2.8 Le transport

II.2.8.1 Principes d'hygiène de la viande s'appliquant aux véhicules

Selon les normes françaises relatives au transport frigorifique des produits périssables, les véhicules frigorifiques doivent être soumis à des normes strictes.

Ils doivent être soumis à un contrôle sanitaire et technique, avant leur mise en circulation. Ce contrôle est effectué par la DDSV (Direction Départementale de Services Vétérinaire) et à son issue, deux certificats sont délivrés, l'un est technique et est valable pendant 6 ans, l'autre est sanitaire et valable pendant 3 ans.

Ces véhicules sont classés selon 3 types :

- Les véhicules isothermes (I), qui n'ont pas de système de production de froid.
- Les véhicules réfrigérants (R), dotés d'un groupe frigorifique qui ne produit pas de froid en continu.
- Les véhicules frigorifiques (F) qui sont équipés d'un dispositif fournissant du froid en continu.

Les transporteurs de denrées périssables doivent s'assurer, que le véhicule utilisé pour le transport frigorifique est aux normes en vigueur, et équipé pour maintenir la température, en fonction du type de denrées transportées.

CHAPITRE 2 : PREPARATION DES VIANDES A L'ABATTOIR

I. Aspects technologiques de la préparation des viandes

I.1 Définition

La préparation des viandes à l'abattoir ou première transformation correspond à l'ensemble des opérations successives qui, à partir des animaux de boucherie, conduisent à l'obtention de carcasses ou viande et de sous-produits, dans le strict respect des impératifs de l'hygiène et de l'économie [36], [24] et [64].

I.2 Caractères principaux des différentes opérations

I.2.1 Transport et stockage des animaux

De l'établissement d'élevage à l'abattoir, il est indispensable de transporter l'animal. Ce transport unique et direct sera de durée variable selon la distance à parcourir : minimum si l'abattage a lieu près de la production, maximum si on abat sur un lieu de consommation éloigné ; le rail et la route sont utilisés, avec une nette préférence pour la route. Ce passage peut être doublé dans le cas de passage de l'animal sur un marché de bestiaux. Cette étape supplémentaire occasionne une augmentation des durées de transport et une multiplication des risques de stress et de fatigue des animaux.

Les changements supportés par les animaux et les séparations ou mélanges de lots entraînent souvent des batailles et des agressions extérieures dues à l'homme, à la température, à la soif, au bruit, à la peur, etc. Ces phénomènes agissent sur l'état physiologique de l'animal de façon néfaste. Il convient de limiter ces agressions en agissant sur la durée et les conditions de transport ainsi que sur les conditions de stabulation précédant l'abattage [59 ; 62]. SCHULZE et *al* cités par ROSSET ont rapporté que les troubles du métabolisme provoqués par les agressions survenant au cours du transport ne sont pas réversibles et constituent un obstacle au processus normal de maturation de la viande [84].

I.2.2 L'abattage

L'abattage est une opération fondamentale très influente sur l'avenir du produit.

La saignée de l'animal anesthésié met fin à la circulation sanguine et à la respiration, ce qui a pour effet d'interrompre définitivement les protections naturelles de l'organisme vis-à-vis des microorganismes et de provoquer une série de modifications chimiques et physiques complexes ; c'est la transformation du muscle en viande [59; 62].

Selon l'espèce animale, les opérations réalisées à l'abattoir diffèrent. Les porcins se distinguent des bovins et des ovins par le fait qu'ils ne sont pas dépouillés mais que leur peau est échaudée puis grattée et flambée afin d'éliminer les soies.

I.2.2.1 Les opérations réalisées

Les différentes opérations réalisées lors de la préparation des viandes à l'abattoir sont représentées par le diagramme de préparation (**figure 1**).

Au niveau de la chaîne d'abattage des bovins, on distingue deux grands secteurs : un secteur souillé où l'on exécute les opérations souillées et un secteur sain où se déroulent les opérations saines.

I.2.2.1.1 Les opérations souillées

Elles vont de la stabulation à la dépouille. C'est pendant cette phase qu'interviennent les différentes contaminations des carcasses et qui rendent la conservation par le froid non satisfaisante, car le froid n'est pas bactéricide. Donc une attention toute particulière doit être portée sur l'hygiène du personnel, du matériel et du support.

I.2.2.1.2 Les opérations saines

Ces opérations comprennent l'éviscération, la fente, le douchage, le marquage-finition et la réfrigération. On doit éviter de contaminer à nouveau les carcasses par le croisement des courants. Il est important de séparer les opérations souillées et les opérations saines, de mécaniser au maximum la chaîne d'abattage et de rendre impossible tout retour en arrière (marche an avant).

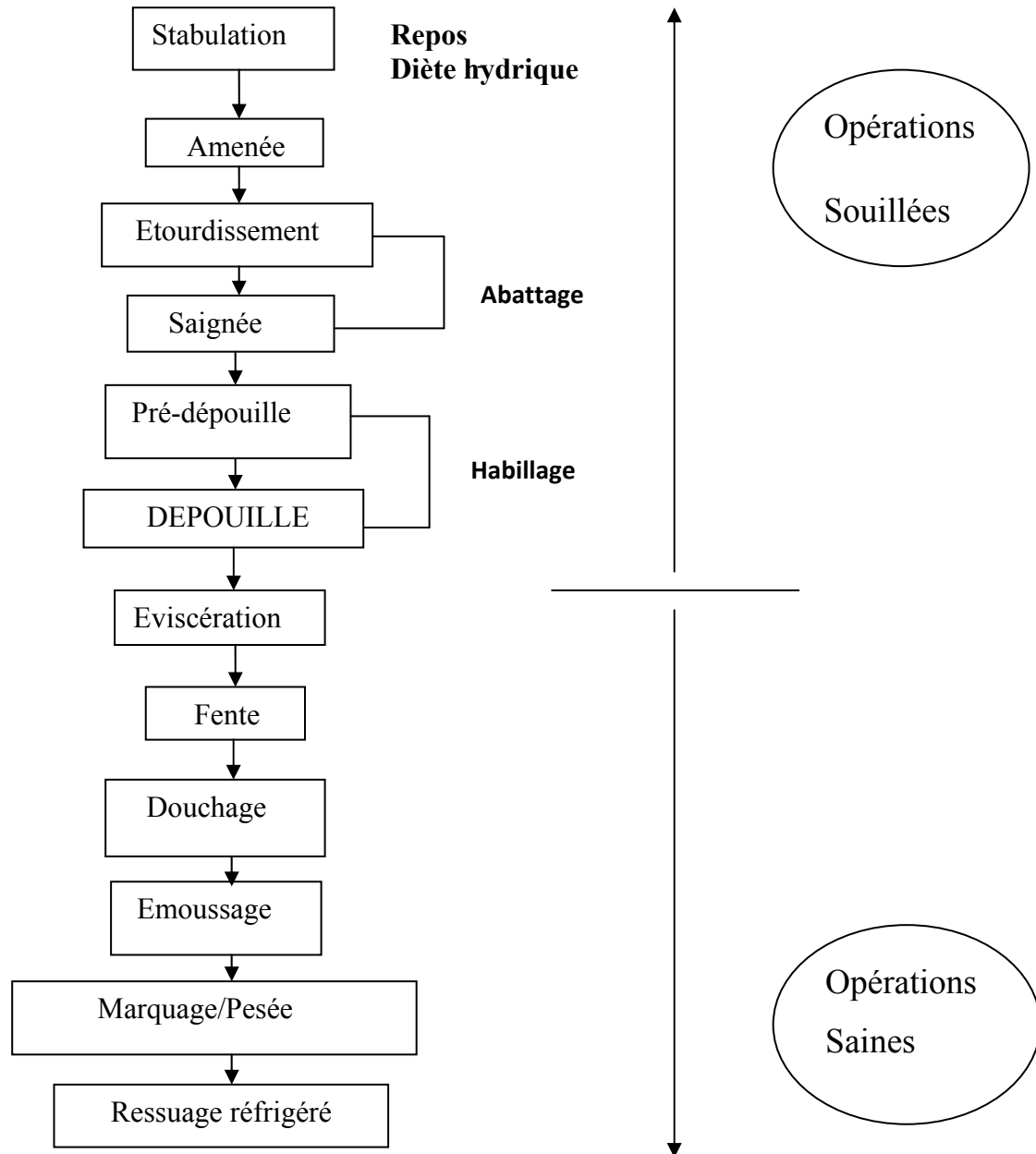


Figure 1: Diagramme de la préparation des bovins à l'abattoir

I.2.3 Refroidissement des carcasses ou ressuage réfrigéré

Le refroidissement est nécessaire parce que la carcasse est à une température voisine de 38 à 40°C en fin d'abattage et que la conservation de la carcasse doit se faire aux environs de 0 à +2°C. Il correspond dans sa première phase à ce qu'on appelle le ressuage, dont l'objet est d'abaisser le plus rapidement possible (24 heures) la température de la viande aux environs de 4°C, afin de limiter :

- Les pertes de poids ;
- Le développement des moisissures et des germes mésophiles ;
- Les changements de coloration de la viande.

A l'entrée de la salle de ressuage la température de la carcasse avoisinant 40°C, il se produit une évaporation considérable, donc perte de poids, due à la tension de vapeur superficielle intense. Afin de lutter contre ce phénomène, préjudiciable sur le plan commercial, on aura pris le soin de doucher la carcasse préalablement à son entrée dans la chambre de ressuage.

L'évaporation de l'eau de constitution est ainsi arrêtée, et le refroidissement de la carcasse en est favorisé.

On en déduit aussitôt que plus la réfrigération est brutale et de courte durée plus vite est arrêté le phénomène d'évaporation, par formation à la surface de la carcasse d'une pellicule de glace jouant d'isolant hydrique entre l'air et la viande.

Outre ce refroidissement, la couche externe des muscles stoppe le développement des microbes [61] et empêche la formation de moisissures. Il permet enfin de conserver à la viande sa belle couleur rouge par inhibition des phénomènes d'oxydation de l'hémoglobine du sang. Si celle-ci se trouvait trop longtemps au contact de l'air, elle passerait du rouge vif au brun.

Au cours de la réfrigération, le froid permet la transformation des muscles en viande après la maturation.

I.3 Produits de la préparation ou première transformation à l'abattoir

Ils sont essentiellement constitués de la viande et du 5^{ème} quartier.

La première transformation de la viande, ne semble pas la plus importante des manipulations exigées pour la conservation de la viande, puisqu'elle n'apparaît pas comme étant effectuée à ce dessein. Mais c'est d'elle que va dépendre tout le reste. C'est pourquoi, elle domine toutes les autres transformations qui la suivront [61].

Nous nous intéresserons particulièrement à la viande.

I.3.1 Composition et structure de la viande

I.3.1.1 Définitions de la viande

- La viande correspond à toutes les parties d'un animal qui sont destinées à la consommation humaine ou ont été jugées saines et propres à cette fin [19], [107] et [111],
- La viande est le produit de l'évolution post mortem du muscle strié [27].

I.3.1.2 Composition globale de la viande

La composition globale de la viande est variable entre animaux et, chez un animal, d'un muscle à l'autre. On peut toutefois retenir comme ordre de grandeur la composition moyenne suivante [27]:

- Eau.....	75-80%
- Protéines.....	15-20%
- Substances azotées non protéines.....	1%
- Lipides.....	3%
- Glycogène.....	1%
- Sels minéraux.....	1%

I.3.1.3 Structure de la viande

Du point de vue anatomique, la viande comprend deux catégories de tissu : le tissu conjonctif et le tissu musculaire.

I.3.1.3.1 Le tissu conjonctif

Au microscope optique le tissu conjonctif comprend des cellules conjonctives (ou fibroblastes), des fibres protéiques (collagène surtout, élastine et réticuline) et une substance fondamentale de nature mucopolysaccharidique.

La trame du T.C. représente l'armature interne du muscle. On peut y distinguer deux parties : La trame principale (c'est la fraction visible à l'œil nu et définit le grain de viande. Il apparait sous la forme d'un réseau dont les parois sont relativement épaisses) et la trame secondaire (c'est le fin réseau discernable à l'intérieur) [27].

Le tissu conjonctif se distingue en fonction de sa localisation dans la viande en :

- Epimysium ou aponévrose : C'est le tissu conjonctif qui, à l'extérieur, enveloppe le muscle entier. Il relie aussi le muscle aux tendons (organes d'insertion du muscle sur les os).
- Pérимysium : Travées ou cloisons de tissu conjonctif partant de la face interne de l'épimysium et qui enserre les fibres musculaires en faisceaux plus ou moins importants. Les vaisseaux sanguins et les nerfs adhèrent au pérимysium. Chargé de graisse le pérимysium constitue le gras intermusculaire ou marbré. C'est la trame principale du T.C visible à l'œil nu sur une coupe et définit le grain de la viande.
- Endomysium : C'est la gaine de T.C. provenant des travées de pérимysium et entourant chaque fibre musculaire. Il forme le T.C. dit intra musculaire ou intra fasciculaire en contact étroit avec le sarcolemme ou membrane externe de la fibre musculaire et sert de support au gras intra musculaire ou persillé.

I.3.1.3.2 Le tissu musculaire : [27], [47], [59] et [103]

L'unité de base du tissu musculaire est la fibre musculaire, cellule plurinucléé de plusieurs centimètres de long et de 0,01 à 0,1 mm de diamètre. On y distingue trois composants différents :

- Les myofibrilles ;
- Le réticulum sarcoplasmique ;
- Le sarcoplasme.

Au sein de chaque fibre on trouve un grand nombre de fibrilles 1000 à 3000 selon le diamètre des fibres, orientées parallèlement à l'axe de la fibre.

I.3.1.3.2.1 Myofibrilles: [27], [2] et [8]

L'unité fonctionnelle élémentaire des myofibrilles est le sarcomère qui lui-même est formé de myofilaments protéiques dispersées ou arrangées sous la forme de filaments ou dans le sarcoplasme.

Les myofilaments sont constitués de quatre protéines majeures encore appelées protéines «contractiles» : la myosine (myofilaments épais), l'actine, la tropomyosine et la troponine (myofilaments fins).

- Les myofilaments épais sont essentiellement composés de molécules de myosine (**figure 2**). La myosine est une longue molécule asymétrique constituée de deux têtes globulaires attachées à une queue fibreuse unique. Elle mesure 1500 μm de longueur, 20 μm de largeur, pour un poids moléculaire de 450 000 Daltons environ. Chaque molécule de myosine comprend 6 sous-unités : deux **chaînes lourdes** identiques et deux paires de **chaînes légères**.

Au point de vue fonctionnel, la molécule de myosine est constituée de trois parties [42] :

- un premier segment en forme de bâtonnet assez long ;
- un deuxième segment en forme de bâtonnet assez court, constituant un angle variable avec le premier ;

- et une double tête globuleuse.

Un filament épais est composé d'environ 500 molécules de myosine parallèles entre elles, mais orientées dans deux directions opposées selon la moitié du filament (**figure 3**). La zone médiane du filament épais ne contient que les parties torsadées des molécules. Quant aux têtes globulaires, elles sont disposées en hélice régulière autour de l'axe central et ne font saillie que dans 6 directions : elles interagissent à ce niveau avec les 6 filaments fins (**figure 4**) qui entourent chaque filament épais [59] et [79].

- Les myofilaments fins sont constitués de trois protéines: l'**actine**, la **tropomyosine** et la **troponine** (**figure 5**).

L'organisation myofibrillaire (**figure 6**) présente une différenciation axiale régulière lui donnant l'aspect d'une série de disques ou de bandes alternées, les unes optiquement denses et très biréfringentes en lumière polarisée, les bandes A (zone H), les autres moins denses, moins biréfringentes mais non isotropes, les bandes I. Les bandes I sont partagées en leur milieu par une ligne sombre, la strie Z (strie d'Amici). L'intervalle entre deux stries Z est considéré comme l'unité histologique et fonctionnelle de la myofibrille, c'est le sarcomère, de 2 à 3 μ de long dans le muscle au repos.

Différents types de protéines sont identifiables dans le sarcomère et interviennent dans la contraction musculaire soit directement comme élément moteur, soit indirectement comme éléments de régulation.

Le sarcomère est composé de filaments épais qui en occupent la portion centrale. Autour d'eux sont disposés des filaments plus fins.

Les bandes A sont constituées de filaments épais qui possèdent une partie plus épaisse et plus dense en microscopie électronique correspondant à la ligne M. Les filaments minces s'insèrent sur la ligne Z et s'étendent dans la bande claire et dans une partie de la bande sombre, jusqu'à la limite de la zone H.

Ainsi, en coupe transversale, la bande claire ne présente que des filaments fins et la bande sombre les deux types de filaments, sauf au niveau de la zone H où seuls des filaments épais sont présents.

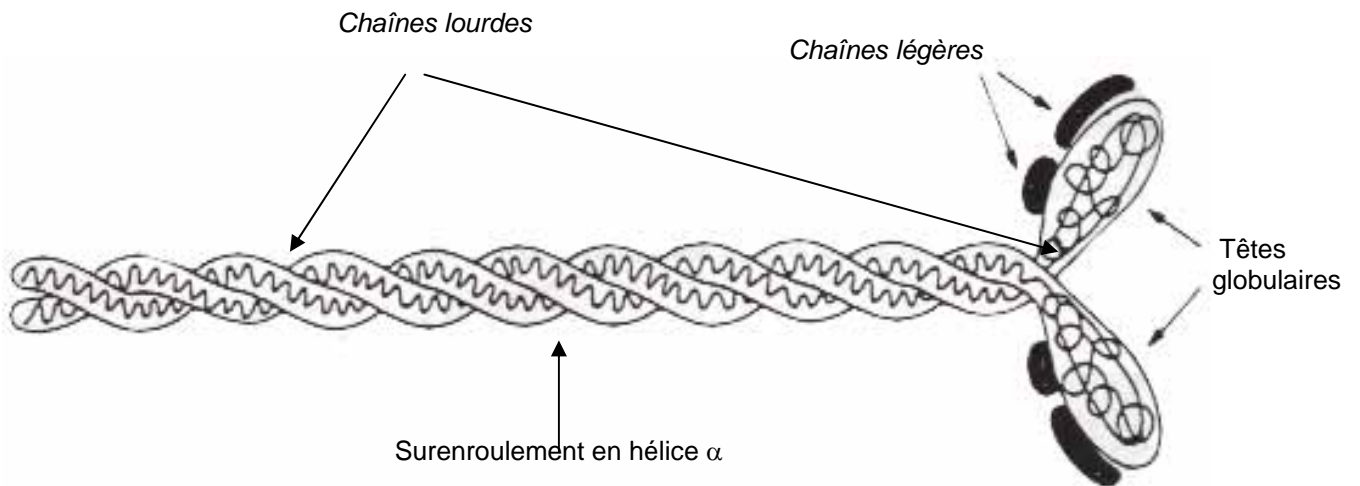


Figure 2 : Disposition des sous - unités constituant une molécule de myosine (d'après PRESCOTT, 1989)

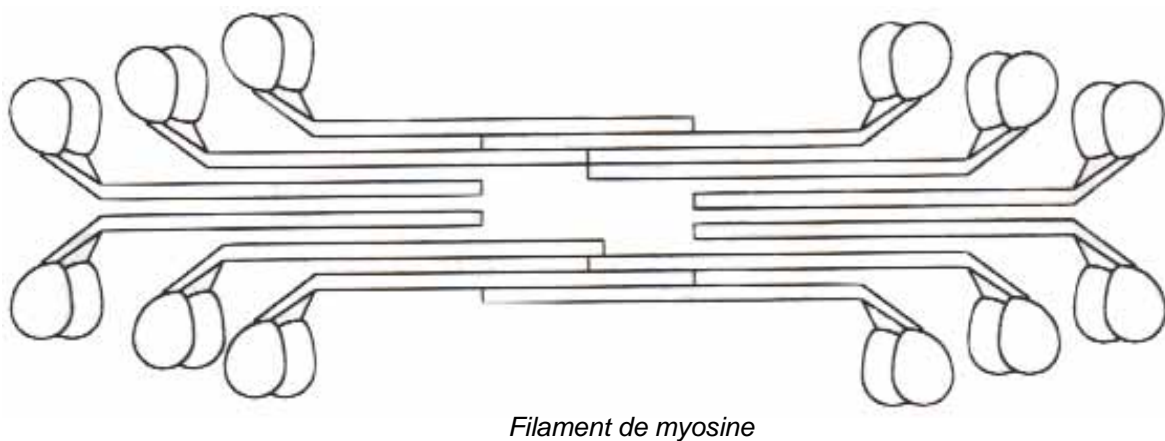


Figure 3 : Disposition des molécules constituant un filament de myosine (d'après GODAUX, 1994)

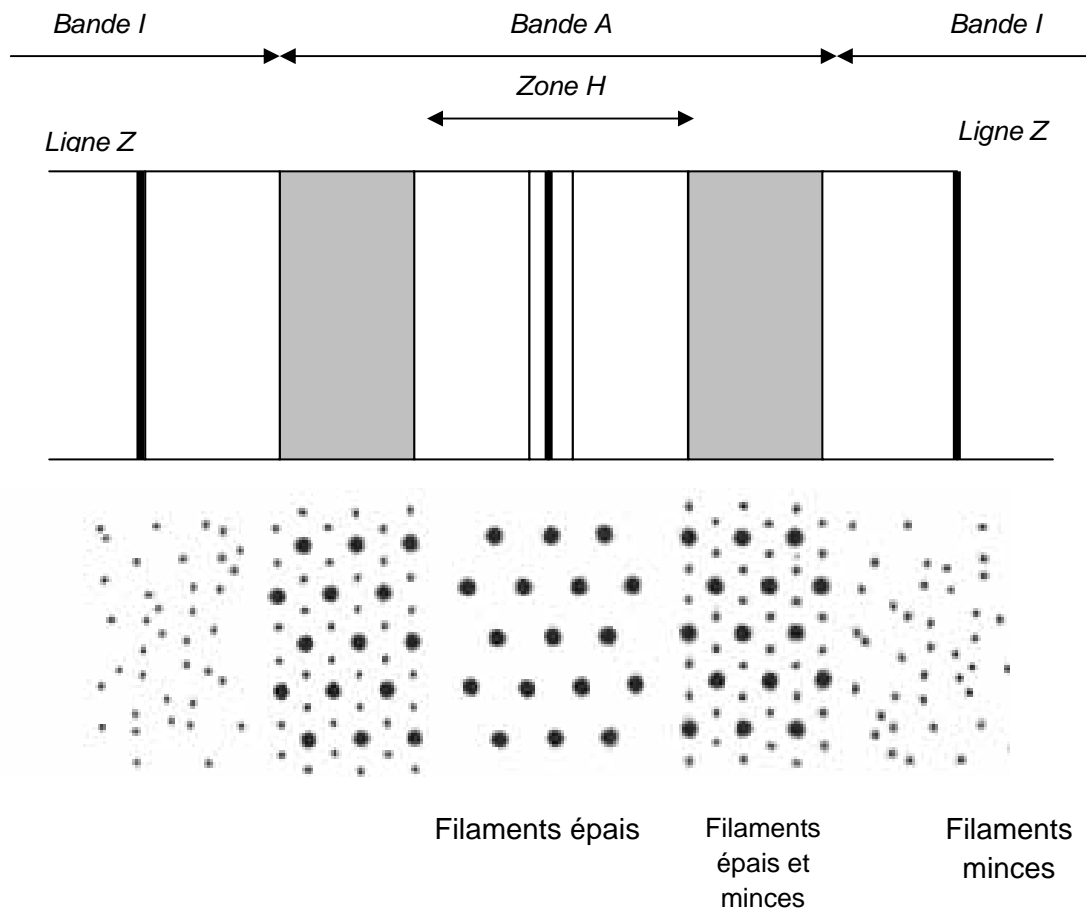


Figure 4 : Disposition des filaments minces et épais dans les différentes zones du sarcomère (d'après PRESCOTT, 1989)

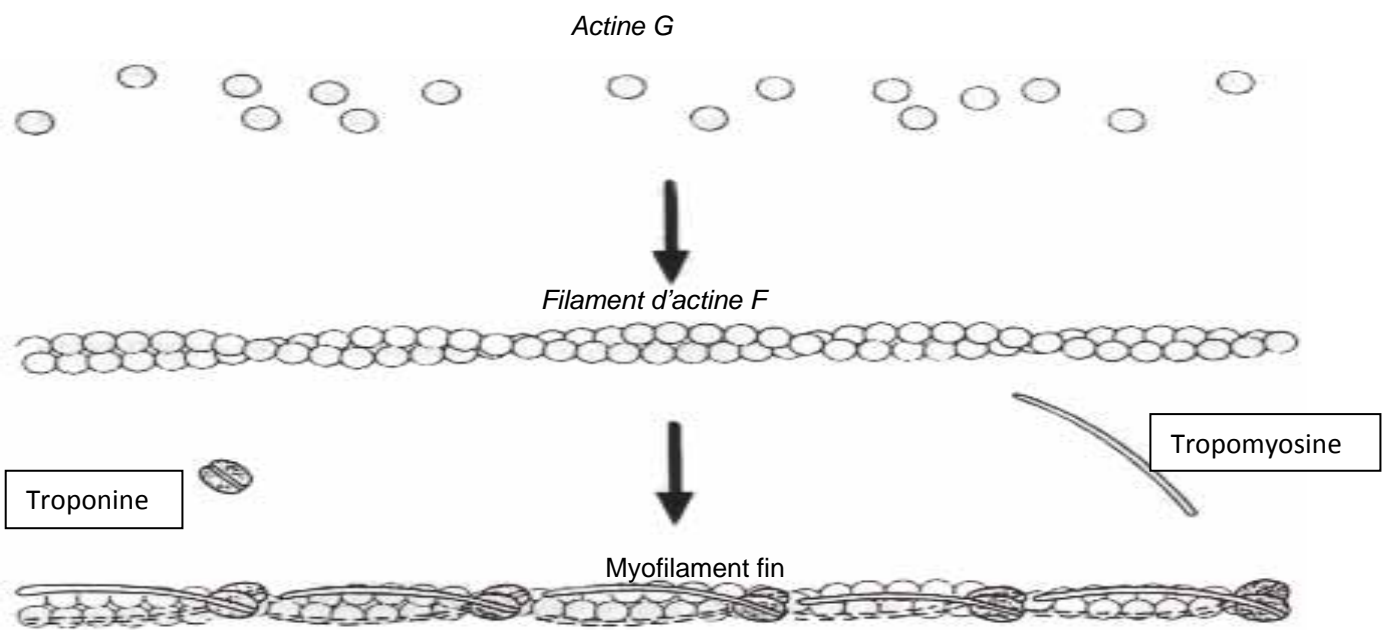


Figure 5 : Architecture moléculaire des myofilaments fins (d'après BERKALOFF et Coll, 1977)

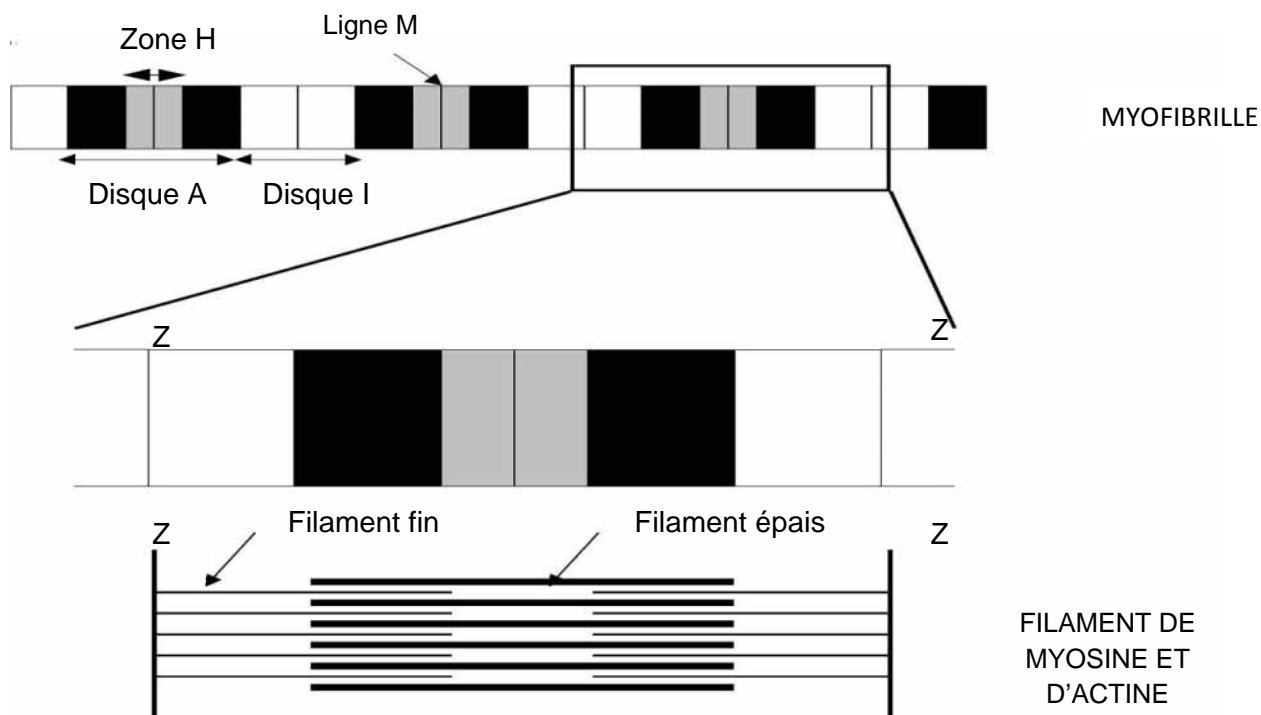


Figure 6 : Structure d'une myofibrille envisagée à plusieurs niveaux (d'après GODAUX, 1994)

I.3.1.3.2 Réticulum sarcoplasmique : [20], [27], [42] et [47]

Dans la fibre, les myofibrilles sont maintenues par les éléments longitudinaux et transversaux du réticulum sarcoplasmique (**figure 7**) qui, en outre, joue un rôle fondamental dans la régulation du taux de Ca^{++} libre dans la cellule musculaire, contrôlant ainsi l'état de contraction des fibres.

Le réticulum sarcoplasmique est constitué d'un réseau complexe de sacs membranaires ou tubules. Ceux-ci sont parallèles aux myofibrilles le long des disques A et I. A la jonction entre les bandes A et I, tous les tubules d'un segment aboutissent à une citerne terminale perpendiculaire à l'axe des fibres. Deux citernes terminales voisines ne sont pas en contact, mais séparées par un tubule du système T. La structure tripartite comprenant deux citernes terminales et un tubule T interposé est appelée triade.

I.3.1.3.2.3 Sarcoplasme

Le cytoplasme de la cellule musculaire, appelé le sarcoplasme, représente l'ensemble des composants des fibres autres que ceux des myofibrilles et du réticulum sarcoplasmique. Le sarcoplasme renferme les organites classiques des cellules eucaryotes en particulier de nombreuses enzymes, de la myoglobine, des mitochondries, des lipides, du glycogène. Cependant, les organites tels que, le réticulum sarcoplasmique, l'appareil de Golgi, les ribosomes libres et les polysomes sont rares et concentrés autour des noyaux (myonucléi).

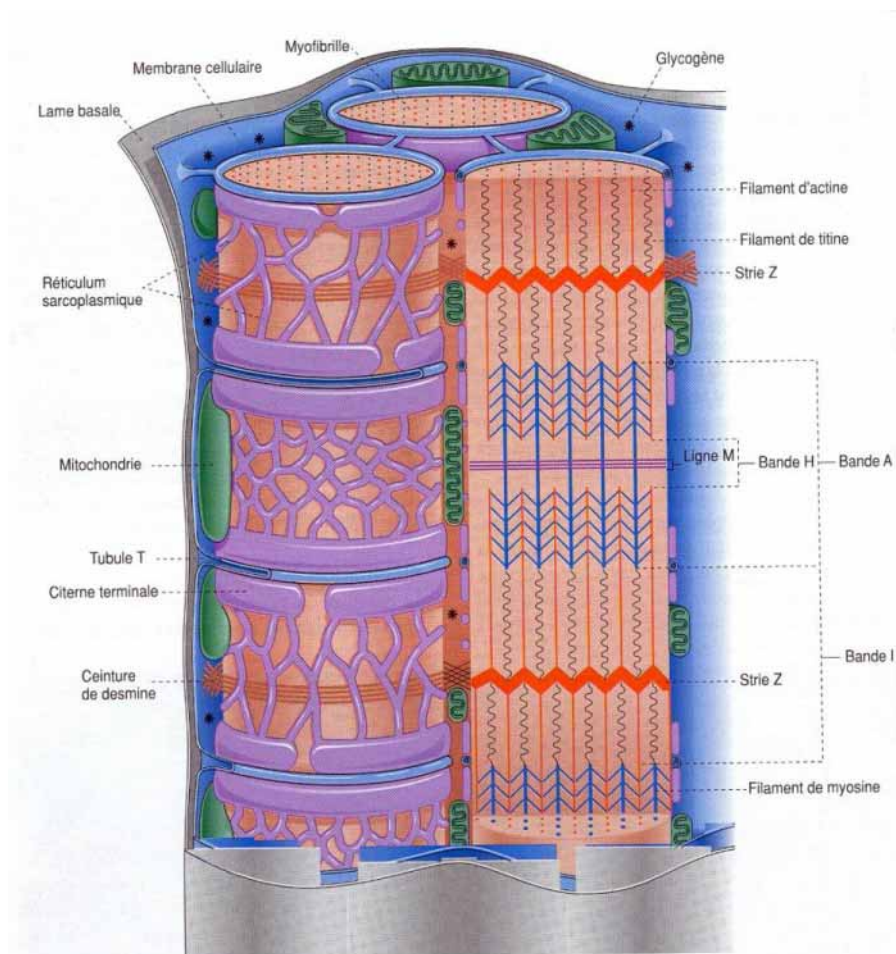


Figure 7: Représentation schématique de l'appareil contractile et des structures membranaires de la cellule musculaire squelettique (d'après WELSCH, 2004) [101].

I.3.1.3.3 Typification des fibres musculaires

Les différentes fibres musculaires ne sont pas identiques. On peut les classer en plusieurs types selon des critères métaboliques et contractiles.

I.3.1.3.3.1 Activité métabolique

Le métabolisme énergétique du tissu musculaire est essentiellement orienté vers la production d'énergie au profit de l'appareil contractile.

Il est caractérisé par le rôle prépondérant des sucres, même si le muscle utilise également des acides gras. En période d'activité contractile le glucose est le « fuel majeur ». Sa dégradation oxydative complète permet une génération efficace de l'A.T.P. Selon que les fibres musculaires possèdent une voie oxydative de catabolisme du glucose prépondérante ou une voie anaérobie (formation de lactate) on distingue des fibres dites « rouges » (riches en mitochondries, en myoglobine et en lipides) et des fibres dites « blanches » (pauvres en mitochondries, myoglobine et lipides, riches en glycogène).

I.3.1.3.3.2 Activité contractile

On distingue parmi les fibres musculaires des fibres à vitesse de contraction rapide et des fibres à vitesse de contraction lente. Ce sont des différences au niveau de l'équipement des têtes des molécules de myosine qui sont responsables de cette différenciation en deux types contractiles.

D'une façon générale les études histochimiques ont révélé que les fibres de type métabolique « rouges » pouvaient posséder un système contractile de type lent ou rapide. Par contre les fibres de type métabolique « blanc » ne semblent pouvoir être associées qu'à un appareil contractile de type rapide.

II. Caractéristiques microbiologiques des viandes aux abattoirs

II.1. Nature des porteurs des germes

II.1.1. Matières premières (Animaux de boucherie)

Les appareils digestif, respiratoire et les cuirs (peau et poils) des animaux contiennent de nombreux microorganismes.

L'appareil digestif (surtout le tractus intestinal) est en effet un réservoir à microbes à savoir : les bactéries [3] et [70], les moisissures [57] et les levures [1]. Les germes présents dans l'appareil digestif des animaux proviennent en majeure partie de la nourriture [97], qui est contaminée par les insectes, les rongeurs, les poussières ainsi que l'air [30].

L'appareil respiratoire et, particulièrement, les voies respiratoires (cavité nasopharyngée) renferment des *Staphylococcus aureus* [70].

Les cuirs sont porteurs de nombreux germes tels qu'*Escherichia coli* et Coliformes (*Aerobacter*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Klebsiella*) [72]. La contamination des cuirs provient en grande partie des fèces.

II.1.2 Main-d'œuvre (Personnel)

La peau, les appareils respiratoire et digestif de l'homme sont des réservoirs de microorganismes variés. Les régions de la bouche, du nez et de la gorge contiennent des staphylocoques.

Les personnes souffrant d'infections de l'appareil respiratoire (rhumes...) contaminent les aliments et les surfaces avec lesquels ils sont en contact en toussant et en se mouchant à leur voisinage [11].

Le tube digestif de l'homme renferme de nombreux microorganismes qui sont excrétés avec les fèces. Des individus, apparemment sains, peuvent ainsi rejeter des microorganismes pathogènes à l'origine des contaminations : Salmonelles (*S. thyphi*, *S. enteridis*, *S. newport*).

Bien évidemment les personnes souffrant des maladies graves (tuberculose, brucellose, salmonellose...) sont très susceptibles de contaminer la viande et doivent être écartées.

II.1.3 Méthodes

Le non respect de certaines méthodes de travail favorise la contamination superficielle des carcasses. Dans le cadre du fonctionnement de la chaîne d'abattage, si les carcasses dépouillées et non dépouillées se croisent, si les carcasses rentrent en contact les unes avec les autres, si la face externe des cuirs touche la carcasse, on assiste à une augmentation de la contamination bactérienne de surface des carcasses.

II.1.4 Matériel

Le matériel, qui rassemble les machines, les outils et les supports de travail pouvant rentrer en contact avec la carcasse, représente une source potentielle de contamination. On peut citer parmi les plus importants : les couteaux (présents à tous les postes mais le risque est majoré à la saignée, à la dépouille, lors de l'ensachage du rectum et lors de l'éviscération,...), les chaînes à cuirs (dépouille), les scies (pour la fente et la parfente), les pinces, les crochets, ou encore les plateformes élévatrices (notamment celle du poste d'éviscération), etc.

Tous ces outils peuvent servir de vecteurs de germes entre des éléments souillés et la carcasse, par exemple entre des opérations « sales » (ex : incisions cutanées précédant l'habillage) et d'autres « propres » (incisions sous cutanées pendant l'habillage) réalisées sans nettoyage avec le même matériel.

II.1.5 Milieu

En 1939, **EMPEY et SCOTT [31]** ont montré que la contamination des viandes s'effectue essentiellement à l'abattoir. Pour ces auteurs l'origine de la pollution des carcasses se situe surtout sur le cuir et sur le sol (habillage en position couchée).

Par ailleurs, **PANTALEON [77]**, **HESS et LOTT [46]**, **FOURNAUD et al. [34]** ont confirmé que les microorganismes des poils et de la viande se trouvent être identiques. L'éviscération, si elle se trouve mal conduite est susceptible de contaminer avec le contenu des viscères. **HOWE et al. (1976)** ont retrouvé un tiers des carcasses polluées avec *Escherichia coli* provenant des intestins [49].

La contamination peut aussi être réalisée par l'intermédiaire du rectum mais sa fermeture avec une bague plastique n'empêche pas le phénomène (**CHILDERS et al.**) [16].

L'air ambiant se trouve également être une source de pollution de la viande [31] et [77]. Mais son importance est mise en doute par **BERTHAUD** [9].

Après l'éviscération et le lavage la contamination tend à s'uniformiser pour **NOTTINGHAM et al. (1974)** mais pour **KOTULA et al. (1975)** le quartier avant présente plus de bactéries que le quartier arrière, ce phénomène peut être dû à la douche qui entraîne les bactéries vers le bas de la carcasse [16]. L'eau de la douche peut être elle-même polluée par les *Pseudomonas* (**GRAFFINO, 1977**) [44], [58] et [73].

A l'issue de l'abattage dans de bonnes conditions, la surface des carcasses de bovins portent en général entre 10^3 à 10^5 bactéries aérobies par cm^2 et environ 10^1 à 10^2 coliformes par cm^2 .

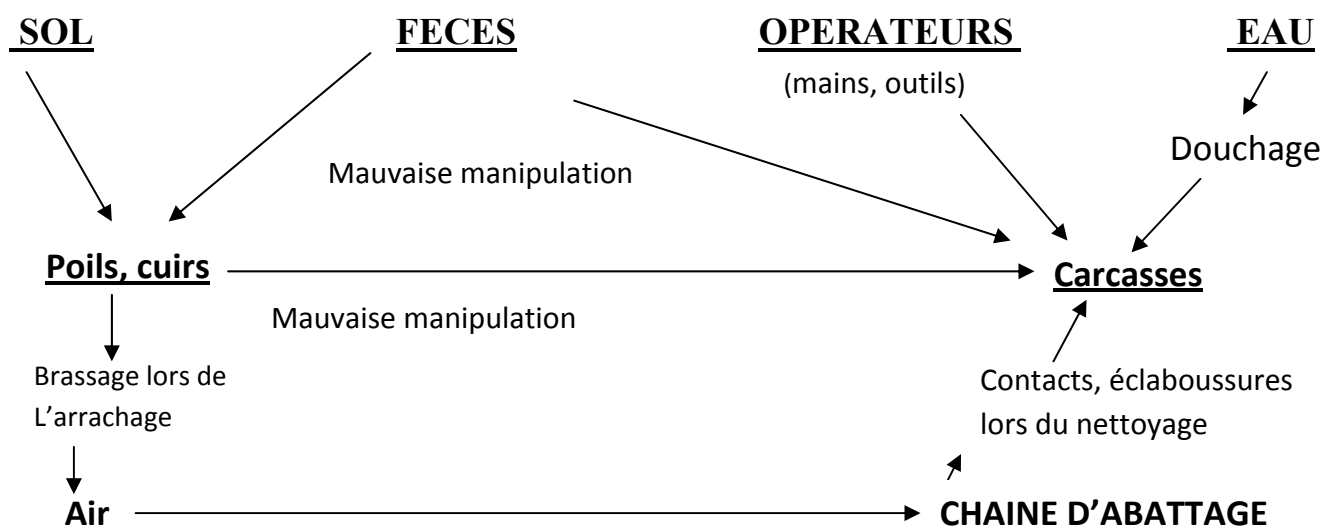


Figure 8 : Mécanisme de contamination superficielle des carcasses à l'abattoir (NICOLLE, 1986).

II.1.6 Autres: les nuisibles (rats-souris), insectes (mouches), chiens et chats

Les rongeurs sont dangereux par leurs fèces contenant de nombreuses souches de Salmonelles, lesquelles peuvent contaminer les lieux d'entreposage des emballages et par là même indirectement les aliments lors de leur conditionnement [7].

Les insectes comme les mouches se nourrissant des déchets sont porteuses de nombreux germes sur toutes les parties de leur corps et leur appareil digestif [30]. Tous les insectes contaminent la nourriture et l'équipement par leurs déjections et leurs œufs [66].

II.2 Les conditions de multiplication des microorganismes

L'évolution des microorganismes dans la viande fraîche dépend d'un certain nombre de paramètres, dont les plus importants sont: l'activité de l'eau, le pH, la température, la tension en oxygène [13], et la disponibilité en aliments [19] et [65]. Ces derniers concernent plus particulièrement les viandes transformées.

II.2.1 L'activité de l'eau (Aw)

L'activité de l'eau est définie par le rapport des pressions de vapeur du milieu et de l'eau pure. Elle mesure, en fait, la disponibilité de l'eau dans un produit [13];[19] ; [21] et [65].

L'Aw varie donc de 0 à 1. D'une manière générale, plus l'Aw du milieu est élevée, c'est-à-dire proche de 1, plus le développement de la microflore est intense. L'Aw de la viande fraîche est de 0,98- 0,99, elle est favorable à la multiplication de toutes les espèces microbiennes. Par contre de nombreuses moisissures et levures sont très sensibles à une diminution d'Aw [65].

II.2.2 Le pH

Le pH est un paramètre très important dans la conservation de la viande, car à des valeurs données, certaines bactéries peuvent voir leur croissance très ralentie voir même inhibée. La diminution du pH ralentit la multiplication d'une grande partie de la flore de contamination de la viande [6]. Si le pH est supérieur à 6, l'aptitude à la conservation par réfrigération devient impossible, car le pH élevé favorise la dégradation de protéines par les microorganismes (tableau I).

Les levures et moisissures sont beaucoup plus tolérantes que les bactéries à des pH bas. Leur croissance optimale se situe entre 5 et 6. Cependant, certaines d'entre elles peuvent se multiplier à pH 3 et d'autre à pH 8.

Tableau I: Classement des produits carnés suivant leurs caractéristiques physico-chimiques et leurs critères de conservabilité [63].

Caractéristique	Critères physiques	Mode de stockage
Très facilement putréfiable	$A_w > 0,95$ et $pH > 5,2$	$\leq 5^\circ C$
Putréfiable	$0,91 \leq A_w \leq 0,95$ $0,5 \leq pH \leq 5,2$	$\leq 10^\circ C$
Conservable	$A_w \leq 0,95$ et $pH \leq 5,2$ Ou seulement $A_w < 0,91$ Ou seulement $pH < 5$	Pas de refroidissement nécessaire

II.2.3 La température

La température détermine le devenir des germes de la viande. Chaque espèce bactérienne a une température optimale de développement.

La température de conservation des carcasses modifie le temps d'apparition des altérations pour une contamination bactérienne initiale identique. Ainsi, selon **GRAND** [45], pour une contamination initiale de 10^3 germes par cm^2 , le limon apparaît en 3 jours quand les carcasses sont conservées à $20^\circ C$, en 8 jours à $4,4^\circ C$. Donc les basses températures inhibent le développement des microorganismes.

II.2.4 Oxygène

NEWTON et **GILL** [71] signalent que la croissance des entérobactéries isolées de la viande est plus lente en anaérobiose qu'en aérobie. **CLARK** et **LENTZ** [17] montrent qu'à un taux de 100 p 100 d'oxygène, la croissance de *Pseudomonas* et d'*Achromobacter* est ralentie.

II.2.5 La disponibilité en aliments

Le développement des microorganismes dans la viande exige la disponibilité d'une source d'énergie, qu'ils sont capables de métaboliser en utilisant leurs enzymes.

Les besoins nutritifs des microbes sont très variables allant des microbes peu exigeants aux microbes très exigeants (**MARCHANDIN**) [68].

La multiplication de ces germes, au cours de la phase de conservation, est susceptible d'engendrer de grandes quantités de microorganismes viables qui entraîneront des

phénomènes de dégradation ou qui, éventuellement, mettront en danger la santé du consommateur.

II.3 Conséquences hygiéniques de la contamination microbienne de la viande

II.3.1 La putréfaction

II.3.1.1 La putréfaction superficielle

Elle est due aux germes qui se développent à base température. Selon la nature de l'atmosphère, deux types d'altération sont susceptibles d'apparaître sur les viandes conservées en chambre froide :

-en atmosphère sèche, la multiplication des bactéries est retardée mais par contre on assiste à une prolifération lente des moisissures à la surface de la viande. C'est ainsi que *Penicillium* est à l'origine de tâches blanches puis vertes sur les tissus conjonctifs et la graisse des carcasses réfrigérées [88].

-en atmosphère humide, les viandes sont rapidement envahies par les bacilles Gram(-) essentiellement *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*. La viande devient brun-grisâtre, elle dégage une odeur putride, il se forme en surface un enduit muqueux résultant de la juxtaposition de cellules microbiennes. Les odeurs désagréables apparaissent pour une contamination d'environ 10^7 germes/cm, le seuil de poissage est compris entre 5.10^7 et 10^8 germes/cm [88].

L'apparition de la putréfaction superficielle sur une viande réfrigérée est fonction de la contamination initiale.

II.3.1.2 La putréfaction profonde

Elle s'installe dans les masses musculaires internes des carcasses maintenues à température élevée (absence de réfrigération après abattage). Elle est due au développement très rapide de bactéries anaérobies putréfiantes provenant du tube digestif des animaux en particulier *Clostridium perfringens*. Les signes de la putréfaction deviennent évidents quand le nombre de bactéries atteint 10^7 à 10^8 germes/gramme [88].

Dans un premier temps la putréfaction est gazeuse mais non malodorante. Elle est associée à la présence d'un nombre très élevé de *Clostridium perfringens* sous forme végétative [15].

Dans un deuxième temps, la viande verdit et devient très malodorante. Cette phase est associée au développement de germes encore plus anaérobies : *Clostridium histolyticum*, *Clostridium bifermentans*, *Clostridium sporogenes*, *Clostridium oedematiens* [15].

Aux abattoirs de Dakar, les putréfactions représentent 16p100 de cas de saisie totale. Elles s'observent surtout chez les petits ruminants [92].

II.3.1.3 Les toxi-infections alimentaires

Selon **ROSSET (1982) [85]**, la viande ne doit héberger qu'un nombre limité de germes d'altération et doit être exempte de tous contaminants dangereux tels que les polluants chimiques, les virus, les parasites mais aussi les microorganismes susceptibles de provoquer une toxi-infection alimentaire pour le consommateur.

L'utilisation d'aliments contaminés, mal préparés et insuffisamment réfrigérés jusqu'à leur consommation, constitue la principale cause de déclenchement des intoxications alimentaires, en particulier dans les établissements collectifs (cantines, hôpitaux...).

En France entre 1970 et 1977 sur 179 cas d'aliments connus comme responsables de toxi-infections alimentaires communes, 68 cas sont dus à des viandes, charcuteries, salaisons ou volailles.

La présence de bactéries pathogènes dans les aliments est responsable de quatre sortes de troubles à savoir :

- Intoxications alimentaires : Empoisonnements dus à des toxines préformées dans l'aliment lors de la croissance bactérienne (*Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*).
- Toxi-infections alimentaires : Infections causées par des agents pathogènes (actifs ou vivants) présents le plus souvent en grand nombre dans l'aliment (Salmonella en particulier et les Shigella). Les salmonelles demeurent les responsables majeures de gastro-entérites dans le monde (**VERRHOYE, 2001**) [98]. La maladie apparaît 12 à 24 heures après ingestion, et la plupart des

malades guérissent. Mais beaucoup restent des porteurs de germes pour une longue durée. Selon COLIN (1976), rapporté par NKOLO (2007), il existe plusieurs sources de contamination par les salmonelles.

- Intoxications alimentaires proprement dites : Intoxications provoquées par des microorganismes (*Clostridium perfringens* A et E) présents à un taux très élevé dans l'aliment incriminé (10^8 - 10^{10} germes / gramme).
- Intoxications de type histaminique : Intoxications provoquées par l'ingestion d'aliments en cours d'altération (mauvaise préparation et réfrigération) contenant des amines de décarboxylation (histamine, tyramine, cadavérine, méthylamine...) issues du catabolisme microbien (action de *Proteus* en particulier et de certains bacilles anaérobies).

II.4 Conséquences technologiques de la contamination microbienne de la viande

D'une façon générale la présence et le développement des microbes à la surface (et en profondeur) des viandes provoquent des conséquences technologiques que sont :

Les modifications des caractères organoleptiques et biochimiques.

II.4.1 Les modifications des caractères organoleptiques

- Aspect de la surface :

Généralement, la surface de la viande légèrement humide au départ, devient (en atmosphère humide) de plus en plus gluante au fur et à mesure que progresse le développement microbien [28].

- Odeur : La production d'odeurs putrides en aérobie, mais aussi de nombreux autres types d'odeurs.

- Couleur :

La couleur de la viande peut subir de nombreuses altérations (ternissement, décoloration, brunissement) qui résulte des variations de l'état d'oxydation de la myoglobine sous l'influence des conditions générales de conservation (temps, température, degré hygrométrique...) [28].

II.4.2 Les modifications biochimiques

Les modifications biochimiques intéressent les composés solubles dont le taux évolue en cours de conservation, en même temps qu'apparaissent des produits nouveaux issus du métabolisme microbien.

L'action des bactéries sur les protéines musculaires est mal connue, cependant il a été émis l'hypothèse d'une désintégration de la strie z [87].

Les bactéries attaquent les lipides entraînant :

- Une hydrolyse par une lipase
- Une oxydation des acides gras par des lipoxydases.

Les protéines (animales ou microbiennes) détruisent les antioxydants naturels et favorisent le rancissement.

Le pH a une certaine action, son augmentation se traduit par une alcalinisation de la viande entraînant le développement des microorganismes. Il y a aussi augmentation de capacité d'hydratation des protéines de la viande qui aura pour conséquence de rendre les protéines sensibles à la dégradation d'origine bactérienne.

II.5 Normes microbiologiques de la viande

L'objet des normes microbiologiques des viandes ou tout autre aliment est de protéger la santé des consommateurs et de moraliser les transactions commerciales.

Les critères microbiologiques applicables à la viande crue existent dans différents pays, mais varient beaucoup. Il n'en existe pas une qui est admise universellement.

La Commission Internationale de Normes microbiologiques relatives aux Denrées Alimentaires (C.I.N.D.A) et la C.E.E, ancienne composante de l'actuelle Union Européenne (U.E), se penchent sur ce problème afin de trouver les méthodes les mieux adaptées à l'usage universel. En ce qui concerne la contamination superficielle des carcasses, à la fin de l'habillage les carcasses de bovins portent en général :

- 10^3 à 10^4 bactéries aérobies par cm^2 et
- 10^2 bactéries psychrotrophes
- environ 10^1 à 10^2 coliformes par cm^2 .

II.6 Les méthodes de prélèvement des bactéries de surface

II.6.1 Les méthodes

Trois principales méthodes de prélèvement sont décrites pour le contrôle microbiologique des carcasses : Les méthodes par contact ; Les méthodes dites destructives ; Les méthodes non destructives [35].

II.6.1.1 Les méthodes par contact

Elle consiste à prélever les germes de surface par contact direct avec des boites contenant les milieux de culture spécifique pour les germes recherchés [36].

II.6.1.2 Les méthodes dites destructives

Ces méthodes consistent à prélever un échantillon de tissu superficiel sur la carcasse à l'aide d'outils appropriés (Pince, emporte pièce, bistouri) (DENNAI *et al.*) [25].

II.6.1.2.1 Méthode d'incision à l'aide d'un gabarit

A l'aide d'une pince et un scalpel, prélever un échantillon de viande de 10 à 25 cm² sur 2 mm d'épaisseur. Cette surface est délimitée par un gabarit.

II.6.1.2.2 Méthode de l'emporte pièce

A l'aide d'un emporte pièce et un scalpel des disques de 2 mm d'épaisseur et de 10 à 25cm² de diamètre sont ainsi découpés.

II.6.1.3 Les méthodes non destructives

A l'aide d'un disque en coton, ou une éponge abrasive, ou un tampon de gaze, une surface délimitée est frottée pour prélever les germes éventuellement présents (KHALIFA, [56];FLISS *et al.* [33]; KARIB *et al.* [55]).

II.6.1.3.1 Méthode d'écouvillonnage par « chiffonnage »

Consiste à humidifier un écouvillon hydrophile (Tissu, Gaze, disque en coton) avec une solution peptonée et de frotter vigoureusement (verticalement, horizontalement et diagonalement) une zone délimitée sur la carcasse à l'aide d'un gabarit. Les surfaces écouvillonnées peuvent aller jusqu'à 100 cm². Cette méthode peut aussi être pratiquée sans humidification de l'écouvillon.

II.6.1.3.2 Méthode de prélèvement à l'éponge abrasive

Consiste à frotter avec une éponge légèrement abrasive (rugueuse) une surface de la carcasse délimitée à l'aide d'un gabarit (jusqu'à 100 cm²). Cette méthode permet de détacher plus de germes. Elle est appliquée pour les surfaces faiblement contaminées.

CHAPITRE 3: CONSERVATION DES VIANDES PAR LE FROID

I. Définition, Importance et Historique

I.1 Définition

La conservation par le froid est une technique utilisée dans l'industrie de la viande pour préserver les denrées des altérations d'origine microbienne, enzymatique et chimique pendant une certaine période. Elle contribue ainsi au maintien de la fraîcheur, de la valeur nutritive et marchande des produits.

I.2 Importance

L'intérêt de la conservation par le froid est double, hygiénique et économique.

I.2.1 Importance hygiénique

Les animaux de boucherie, compte tenu de leur mode de vie, sont exposés aux contaminations de toutes sortes dont les plus importantes sont bactériennes.

Les bactéries se multiplient activement après la mort des animaux. Elles entament alors le processus de dégradation de la denrée. A cela s'ajoute l'action des enzymes endogènes et protéolytiques (protéases) qui provoquent la lyse des tissus.

Le froid, appliqué précocement, permet de stabiliser le développement microbien et de ralentir de façon notable l'effet des enzymes.

I.2.2 Importance économique

Cette importance se justifie par la minimisation des pertes et la maximisation des gains.

L'usage du froid a permis de valoriser le secteur de la filière viande. En effet, le surplus de la consommation locale peut être exporté lorsqu'il est convenablement traité par le froid. Cela constitue une source précieuse de devises.

Ces avantages incontestés du froid dans le domaine de la conservation lui valent son utilisation forte ancienne.

I.3 Historique

On connaît depuis longtemps les vertus de conservation du froid : les Romains enveloppaient de neige et de glace les poissons du Rhin pour les transporter à Rome.

En effet, à une température comprise entre 2 et 8 °C, la dégradation des aliments est ralentie. Mais il faut les maintenir à une température beaucoup plus basse (en deçà de - 18 °C) pour que le développement des bactéries soit stoppé ; dans ce processus dit de congélation, l'aliment reste intact : il garde son goût, sa consistance, sa couleur, sa valeur nutritive.

C'est vers le milieu du XIXe siècle que les premières machines industrielles à réfrigérer sont mises au point : à Londres en 1834 par Jacob Perkins, en France en 1859 par Ferdinand Carré. Appliquant ces inventions au transport des denrées périssables, Charles Tellier affrète les premiers navires frigorifiques qui effectuent, à partir de 1875, la liaison Buenos Aires-Le Havre chargés de tonnes de viande congelée. Il annonce ainsi le formidable essor des transports frigorifiques de viandes et de produits végétaux d'Argentine, d'Uruguay, d'Australie et de Nouvelle-Zélande, qui, après 1880, révolutionne en moins de vingt ans l'approvisionnement du vieux continent. En 1913 est fabriqué à Chicago le premier réfrigérateur domestique à électricité ; l'usage s'en répand dans les ménages américains, puis européens. Dans les années 1960, le congélateur vient compléter la gamme du froid domestique, qui libère la famille moderne du souci du ravitaillement à court terme [112].

II. Action du froid sur la viande

II.1 La réfrigération

La réfrigération est une façon de conserver pendant une courte période des aliments en les refroidissant à des températures positives proches de 0°C et en les y maintenant : les produits frais ainsi traités sont dits : « réfrigérés ».

Dans la filière viande, le segment de la commercialisation, par le biais des bouchers-abatteurs, joue un rôle capital. L'ensemble des interventions de l'abattage jusqu'à la réfrigération complète de la carcasse vont déterminer pour une bonne part la tendreté finale du produit. La réfrigération des carcasses a pour objectif principal de garantir la qualité sanitaire de la viande en maximisant sa durée de vie.

La réfrigération induit une légère contracture musculaire normale. Au-delà d'un certain niveau, on parle alors d'une contracture anormale qui va affecter

considérablement la tendreté [106]. Le phénomène apparaît lorsque le pH devient inférieur à 6 alors que la température est déjà inférieure à 10°C.

Les muscles peuvent se contracter violemment par le froid : on parle de cryochoc.

Les fibres musculaires se lient entre elles dans un état contracté, le rigor mortis s'établit dans des conditions défavorables: le muscle devient très dur, son durcissement est irréversible même après maturation prolongée de la viande [109].

II.1.1 Vitesse de la réfrigération

La précocité de la réfrigération constitue la deuxième règle du trépied frigorifique de Monvosin.

Une carcasse chaude (température de 35°C à 40°C) introduite dans une chambre à -1°C, +5°C se refroidit rapidement en surface : la température de la viande atteint 0°C, +5°C sur une épaisseur d'un demi-centimètre en deux heures et demie à trois heures.

Le refroidissement en profondeur est beaucoup plus long et suit approximativement une loi logarithmique définie par « le temps de demi-refroidissement » [81].

Celui-ci est le laps de temps au bout duquel la différence de température entre la viande à cœur et l'air froid extérieur diminue de moitié. Selon les conditions techniques appliquées, pour un globe de bovin, ce temps de demi-refroidissement passe de 20h en réfrigération lente à 8h en réfrigération rapide. Pour atteindre une température de 5°C, il faut 3 temps de demi-refroidissement (60h en réfrigération lente, 24h en réfrigération rapide) [85].

NEIRAC cité par **FROUIN** et **DANIELLE** [38] constate dans « Techniques frigorifiques modernes » que les installations modernes permettent d'obtenir un demi-refroidissement de l'ordre de 4 à 7h pour les bovins, 3 à 4h pour les porcins, 2 à 3h pour les ovins, en utilisant des vitesses d'air de l'ordre de 3 m/s [38].

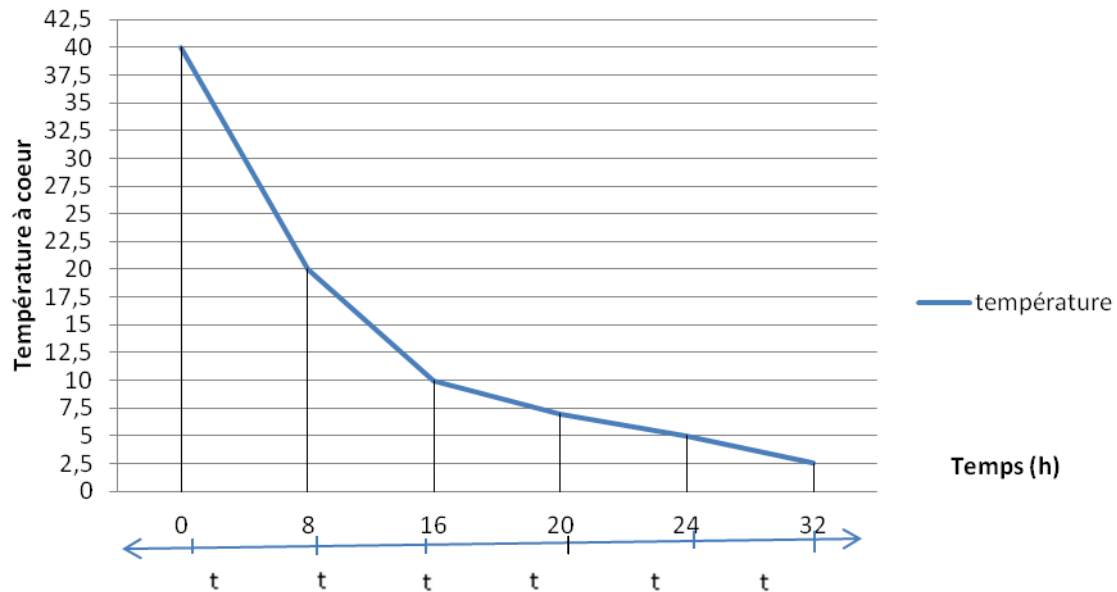


Figure 9: Courbe des demi- temps de refroidissement (20°C à la huitième heure)

II.1.2 Effet de refroidissement

La réfrigération entraîne des modifications physiques, microbiologiques et chimiques. Ces modifications sont surtout liées à l'activité de l'eau qui traduit les variations de la teneur en eau du tissu musculaire.

II.1.2.1 Activité de l'eau

Selon WATERMAN (1977) cité par LEGRAND (1998), l'activité de l'eau exprime la teneur en eau disponible dans un aliment et qui est capable de participer aux réactions chimiques et contribuer à la croissance microbienne.

La réfrigération en entraînant une cristallisation de l'eau de constitution diminue l'activité de l'eau et l'évaporation ce qui rend l'eau indispensable pour la croissance microbienne.

II.1.2.2 Modifications physiques

D'une façon générale, ces modifications affectent la consistance des tissus et le poids des carcasses, que la viande soit réfrigérée ou non.

II.1.2.2.1 Modification de consistance

La viande, flasque au moment de l'abattage, se raffermi par la rigidité cadavérique en l'espace de 10 à 12 heures, puis redevient flasque au bout de 24 à 48 heures. Pendant la conservation, sous l'effet des diastases, le muscle devient friable ; on dit que la viande mûrit. Elle devient rassise, tendre, savoureuse et plus agréable à consommer que la viande fraîchement abattue. Le maximum de tendreté, pour les parties à rôtir et à griller, est atteint après un séjour de 2 à 3 semaines en chambre froide [22].

II.1.2.2.2 Modification de poids

On constate une perte de poids qui résulte de l'évaporation de l'eau contenue dans les couches superficielles. La perte d'eau pendant les 12 heures de ressuage est en moyenne de 1% du poids constaté immédiatement après l'abattage. Après cette période, la perte de poids est variable selon que la viande est conservée en chambre froide ou dans le local d'abattage. On verra plus loin que la réfrigération plus rapide permet de réduire cette perte de poids pendant la période de ressuage [22] et [99].

La perte de poids par évaporation dépend :

- De la vitesse de l'air ;
- De l'état hygrométrique de l'air ;
- De l'étendue des surfaces et de leur nature ;
- De la durée de conservation ;
- De la température de l'air.

II.1.2.2.3 Modification de couleur

Par suite de la dessiccation et également d'une légère transformation de l'hémoglobine, la viande brunit plus ou moins nettement.

II.1.2.2.4 Modifications de goût et d'odeur

La maturation due à des phénomènes d'autolyse (action des diastases après la mort de l'animal) rend la viande plus savoureuse. Les graisses absorbant les odeurs, il faut se méfier de l'odeur dégagée par des denrées conservées au voisinage, des agrumes en particulier, des poissons ou des fromages.

II.1.2.3 Modifications microbiologiques

Les viandes sont contaminées par différents agents de contamination lors de leur préparation.

Parmi ces contaminations, les pollutions chimiques inquiètent particulièrement le public, mais les contaminations microbiologiques restent encore aujourd'hui les plus difficiles à maîtriser [40] et [89].

Ces modifications sont l'œuvre de deux formes des microorganismes : les bactéries et les moisissures.

La corruption bactérienne est plus à craindre sur les surfaces humides et maigres des coupes que sur les carcasses non débitées. Elle commence par la formation de gouttelettes brunes scintillantes qui se réunissent pour former un brunissement uniforme gluant, en même temps qu'apparaît une odeur caractéristique d'infection. Cette matière gluante est appelée communément « poisse ».

Sur la plupart des carcasses stockées trop longtemps ou dans de mauvaises conditions de température et d'humidité, la matière gluante apparaît sur le collet, sur les parties maigres exposées et, à un moindre degré, sur le tissu conjonctif ou dans les replis où l'humidité s'est accumulée. Ce gluant est exclusivement composé de microorganismes du groupe *Achromobacter*. Ce sont de petits bâtonnets dont la température optimale de développement se situe vers 20 à 25°C, mais ils se développent encore à 0°C. Ils ne sont toutefois pas pathogènes.

A côté des *Achromobacters* gluants, peuvent se développer des moisissures, en quantité limitée sur le maigre, mais plus importante sur les graisses. Le champignon le plus fréquemment trouvé est le *Thamnidium Chaetocladioide*.

II.1.2.4 Modifications chimiques

La maturation de la viande est le résultat de l'action d'enzymes protéolytiques endogènes intracellulaires ou protéases, fortement dépendants des conditions de température, de Ph et de concentration des ions.

Ces modifications sont dues à l'action des diastases qui continuent à agir après la mort des animaux et portent sur les hydrates de carbone, les matières grasses et les matières albuminoïdes. Ces transformations sont connues sous le nom d'autolyse.

Les hydrates de carbone (glycose et glycogène) se transforment en acide lactique sous l'effet de la glycolyse ou glycogénolyse en milieu anaérobie. Du fait de l'abaissement de l'acidité, on obtient à la fois sur le plan hygiénique un ralentissement de la majorité des microorganismes indésirables et organoleptique une modification de couleur et succulence du muscle.

Les travaux menés dans ce secteur, qui visent à mieux comprendre les mécanismes impliqués dans la maturation, ont permis de mettre en évidence une extrême variabilité individuelle dans le cas du bovin selon **OUHAYOUN [76]**.

II.2 Action du froid sur les microorganismes

L'altération des viandes provient essentiellement de l'action conjointe des microorganismes de contamination, des enzymes tissulaires et de l'oxydation des graisses chez les espèces grasses.

Parmi les bactéries présentes sur la viande on peut trouver :

- des bactéries pathogènes (*Listeria monocytogenes*, certaines formes d'*Escherichia coli*...), qui sont à proscrire car dangereux pour l'homme.
- des bactéries d'altération (*Brochothrix thermosphacta*, *Pseudomonas fragi* par exemple) qui sont à éviter car si elles ne présentent pas de danger pour la santé, elles peuvent causer une perte économique importante pour les producteurs, à cause du retrait du marché des produits altérés.

Le froid freine, voire supprime, la croissance microbienne dans les aliments.

Cependant il faut connaître les éléments qui agissent sur elle, c'est-à-dire les facteurs. Ils sont nombreux tantôt favorables, tantôt défavorables. Certains sont de nature physique : température, hygrométrie, degré de déshydratation de l'aliment, acidité, irradiation par des rayons ultraviolets et ionisants. D'autres sont de nature chimique : présence d'oxygène, de gaz carbonique, de sel, de sucre, de substances diverses, etc. Tous ces facteurs énumérés ont une action sur les microbes mais ils agissent plus ou moins sur les aliments pouvant modifier leur aspect, leur couleur, leur odeur, leur saveur, leur digestibilité, leur valeur nutritive.

Parmi tous les facteurs cités, la température est le plus important à considérer.

Elle est toujours présente puisque c'est autant une caractéristique de l'aliment qu'une caractéristique de l'atmosphère qui l'entoure [91] et [100].

II.2.1 Comportement des microorganismes vis-à-vis de la température

Les microbes sont très sensibles au degré de température, comme tous les êtres vivants. A certains degrés, leur croissance est rapide. Il s'agit de températures optimales, les plus favorables à leur développement. A quelques degrés au-dessus, la multiplication s'arrête, c'est la température maximale ; il suffirait de chauffer un peu plus et les germes commenceraient à mourir, il s'agit de températures létales ou bactéricides. A des températures inférieures à l'optimum, la croissance est moins rapide. Elle est d'autant moins rapide que la température est plus basse. On aura beau refroidir, ce n'est pas pour autant que l'on arrivera à tuer tous les microbes.

Autrement dit, le froid n'est pas bactéricide comme la chaleur. Si un aliment contient des microbes dangereux, le froid ne l'en débarrassera pas [91].

II.2.1.1 Catégories de microbes des aliments en fonction de leurs températures de croissance

Les aliments sont contaminés par de nombreuses espèces de microorganismes caractérisées par les 3 températures de développement précédentes (optimum, maximum et minimum). Selon leur température optimum de croissance, on distingue :

- Des thermophiles qui se développent bien à des températures élevées ;
- Des mésophiles qui se comportent bien à des températures modérées ;
- Des psychrophiles ou psychrotrophes qui se développent quand les températures sont basses.

Tableau II : 3 catégories de microorganismes en fonction de leur température de croissance

Germes	Température caractéristiques (°C)			Délai minimum entre 2 multiplications
	Minimum	Optimum	Maximum	
Thermophiles (Clostridium)	30-35	45-55	60	10 minutes
Mésophiles (Coliformes)	5-10	30-40	45	20 minutes
Psychrophiles (Pseudomonas)	-5 à +5	20-25	30	60 minutes

Source : [89]

III. Modalités d'utilisation du froid

III.1 Principes d'application du froid

Le froid permet de conserver pendant un temps plus ou moins long un produit pouvant être consommé avec sécurité tout en lui gardant son aspect, sa couleur, ses qualités gustatives et nutritives mais la qualité hygiénique de la viande est primordiale car le froid ne peut que conserver cette qualité et non la créer. Périodiquement dans les congrès scientifiques et techniques, on redécouvre les 3 règles fondamentales qui ont été énoncées, il y a déjà longtemps par une formule synthétique appelée Trépied de MONVOISIN, qui édicte trois principes à respecter pour garantir la qualité hygiénique des produits réfrigérés [23] ; [52] et [102] :

- Un produit sain au départ :

Le froid n'améliore pas la qualité des produits traités. Il contribue uniquement à ralentir le processus de dégradation d'origine microbienne, enzymatique et chimique. Il doit, par conséquent, être appliqué à des denrées saines c'est-à-dire

en bon état, exemptes de toute meurtrissure et présentant une population microbienne la plus faible possible.

- Un froid précoce et rapide :

Les processus d'altération démarrant aussitôt après la mort, il est souhaitable de traiter les produits dès la capture. En effet, les produits traités par le froid avant l'installation de la rigidité cadavérique voient leur durée de conservation se prolonger. Par conséquent, il ne faut traiter par le froid que des produits frais.

- Un froid continu :

L'application du froid doit être systématique de la production à la consommation du produit (de la fourche à la fourchette). Ce froid continu est appelé communément «Chaine de froid».

On peut dire que le produit réfrigéré ou congelé a une mémoire : toute son histoire retentit à la consommation.

III.2 Techniques de réfrigération des carcasses

III.2.1 Définition

C'est une opération qui consiste à soumettre des viandes à des températures aussi bien basses que possible mais supérieures au point de congélation en vue d'assurer sa conservation à court terme, [89]. Généralement, la température de réfrigération se situe entre l'ambiance et la température de congélation commençante, en principe jusqu'à 0°C exclusivement [43]. A cette température, la vitesse de développement des microorganismes contenus dans les aliments est ralentie. La réfrigération permet donc la conservation des aliments périssables à court ou moyen terme.

Les viandes destinées à être conservées par réfrigération sont d'abord réfrigérées, c'est-à-dire amenées à une température comprise entre 10°C et 5°C dans des "chambres", des "tunnels" ou des "cellules" de réfrigération, puis stockées dans des chambres de conservation où la réfrigération est poursuivie. Des règles fondamentales doivent être respectées dans l'application du froid : la réfrigération doit être faite le plus tôt possible après collecte, elle doit s'appliquer à des aliments initialement sains et être continue tout au long de la filière de distribution [108].

III.2.2 Ressuage

Après l'abattage, les carcasses sont refroidies en salle de ressuage toujours placée à l'entrée du bloc frigorifique, immédiatement après le poste d'inspection sanitaire.

Il est primordial que cette étape de ressuage soit bien conduite. Pour des raisons évidentes d'hygiène ce refroidissement doit se faire le plus rapidement possible.

Car s'il est trop lent, le niveau de température permet la prolifération bactérienne qui va engendrer la putréfaction de la viande.

Cette étape est caractérisée par une évacuation massive de calories accompagnée d'une légère évaporation. Elle vise à abaisser la température superficielle des carcasses jusqu'à +7°C à cœur, empêchant ainsi la prolifération des germes et réduisant la perte d'eau par évaporation. La température ambiante est de l'ordre de 0°C et les carcasses y sont maintenues entre 4 heures et 6 heures [29].

Le ressuage est obtenu selon les critères suivants [67]:

- En chambre classique :
 - T°= 0 à +4°C
 - Humidité relative = 90 à 95%
 - Vitesse de l'air = 0,5 à 1m/s
 - Temps = 24 heures
 - Coefficient de brassage = 80 à 100

Ces conditions permettent d'obtenir : pour les carcasses de bovins un temps de demi-refroidissement de 12 heures (la température centrale est donc de 10°C au bout de 24 heures), pour les moutons et les porcs, un temps de demi-refroidissement de 6 à 8 heures [83].

- Ou en tunnel ou cellule de refroidissement rapide:

1^{er} temps: Refroidissement rapide (il correspond pratiquement à un demi-refroidissement)

- Température = -2°C à -4°C
 - Humidité relative = 90%

Vitesse de l'air = 1,5m à 2m/s

Coefficient de brassage = 200

Durée = 8 heures = + 20°C (température à cœur après un demi-refroidissement)

2^e temps : Réfrigération plus modérée (on effectue les deuxième et troisième temps de demi refroidissement)

Température voisine de 0°C

Humidité relative= 80-85%

Vitesse de l'air est réduite

Coefficient de brassage = 80-100

Viande à cœur= +5°C en 24 h

Perte de poids= 1,5 à 2%

La réglementation française exige d'avoir des installations frigorifiques permettant d'obtenir à cœur au bout de 24 h : +7°C pour les carcasses et +3°C pour les abats [38].

La salle de ressuage aura une capacité permettant de recevoir la totalité des carcasses abattues dans la journée de travail. On en calcule le volume en fonction de la longueur des rails de suspension des carcasses. Et il faut rappeler à cette occasion les normes habituellement retenues dans les abattoirs français :

- 1 gros bovin pour 1 mètre linéaire de rail ;
- 8 moutons pour 1 mètre linéaire de rails ;
- 5 veaux pour 2 mètres linéaire de rail ;

Une telle chambre n'aura un rendement optimum que si le nombre de carcasses qu'elle contient est lui aussi optimum.

Sa puissance frigorifique est généralement égale à 1/20 de la puissance frigorifique totale. Elle doit permettre d'abaisser en 24 heures la température de la viande de +40°C à +4°C et de compenser les entrées de chaleur à travers les parois lors du renouvellement de l'air et à l'occasion du travail des ventilateurs.

III.2.3 Stockage réfrigéré

C'est la phase de maintien de la température de conservation.

IL se fait dans des chambres de stockage :

- Température de l'atmosphère : 0°C à 2°C
- Humidité relative : 75-80%
- Vitesse de l'air : 0,3 à 0,5 m/s = renouvellement 2 à 5 fois/h
- Durée de conservation (en semaines) : Bv : 4, PR : 3-4, Veau et Porc : 1-2

En matière de stockage chaque type de denrée possède un effet limitant dans le choix de sa température de conservation et de stockage ; certains aliments nécessitent un froid positif, alors que d'autres un froid négatif. A ce propos, la réglementation sanitaire fixe les températures optimales de refroidissement, de congélation et de conservation de denrées, en s'appuyant sur des preuves scientifiques (études des évolutions microbiennes, virales face au froid) [102].

La réfrigération limite l'activité des germes susceptibles de provoquer des intoxications alimentaires. Leur multiplication s'exerce surtout au voisinage de 37°C et pour se développer, ils exigent une température minimale élevée selon **ROSSET [82]**, **BILLON et al. [10]** et **GLEDEL [39]**.

Ainsi pour l'ensemble des germes pathogènes, tout danger est écarté par le maintien de la viande à une température inférieure ou égale à 5°C (*Clostridium botulinum* E n'est pas un hôte des viandes mais un contaminant spécifique des produits de la mer et d'eau).

III.3 Les facteurs d'une bonne conservation

III.3.1 La température ambiante

La température est l'un des facteurs les plus importants de la réfrigération. En effet, elle conditionne le développement des microorganismes responsables des altérations des viandes pendant la conservation. La température doit être très basse, la plus constante que possible mais aussi très homogène, [18], [22] et [40]. A l'état réfrigéré, il existe pour chaque denrée une température de conservation optimale. En ce qui concerne les températures auxquelles doivent être conservées les viandes lors du

stockage réfrigéré, les valeurs proposées par les normes françaises vont de +4C à +2C [14] et [103].

SEYDI et FAYE en 1990 ont rapporté que la température ambiante dans les chambres froides des abattoirs de la SOGAS est rarement inférieure à +8°C.

Dans les chambres froides de la SOGAS, **BALDE [4]** a noté des variations de la température ambiante au cours de la journée (maximale : +19,5±1,23 ; moyenne : +12,3±1,39 ; minimale : +8±2,41) et au cours des mois (août à septembre : +13,0°C ±1,52 ; septembre à octobre : +13,6°C ±1,40 ; octobre à novembre : +12,2°C ±1,37 ; novembre à décembre : +10,4°C ±1,12).

La température seule n'est pas suffisante pour assurer une bonne conservation.

III.3.2 L'humidité relative

L'humidité relative de l'air est indiquée par la valeur du rapport de la masse de vapeur d'eau contenue dans un certain volume d'air à la masse maximum que ce volume pourrait contenir s'il était saturé à la même température [78].

Ce facteur important de la conservation a malheureusement des effets opposés suivant l'objectif recherché. Une humidité relative élevée limite les pertes de poids mais favorise la croissance des germes superficiels qui demandent une surface humide [80].

Donc un compromis doit être trouvé entre les pertes de poids liées à un environnement sec et le développement des microorganismes agents d'altération des viandes.

Pour une même denrée, les pertes de masse varient avec la présentation et l'état de la marchandise. Elles sont plus importantes lorsque le rapport surface/ volume augmente.

Des viandes désossées et coupées en morceaux présentent de plus fortes pertes de masse que des viandes en quartiers ou en carcasses.

Pour le stockage des carcasses dans les chambres froides, l'humidité relative est généralement fixée entre 85% à 90%. L'humidité relative a une influence notable sur l'aspect fraîcheur et la couleur de la denrée.

BALDE (2008) rapporte que l'humidité relative dans les chambres froides de la SOGAS varie en fonction de l'heure de la journée mais aussi en fonction du mois.

La valeur moyenne ($77,9 \pm 4,43$) étant toutefois inférieure à la norme qui est de 85 à 90%.

Selon **DANIEL (1972)** cette hygrométrie ne doit pas dépasser 80% pour les grosses pièces et 85% pour les viandes en morceau. Il rapporte également s'il est relativement facile de contrôler la température d'une salle froide, il n'en est pas de même de l'humidité relative. Celle-ci dépend essentiellement de la température de la paroi froide, c'est-à-dire la température du fluide frigorigène bouillant dans l'évaporateur.

III.3.3 Encombrement

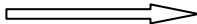
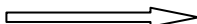

Les chambres froides utilisées dans l'industrie de la viande ont pour objectif premier de placer les produits dans des conditions convenables de température et de les maintenir dans une atmosphère où l'humidité relative sera favorable à la fois à la réduction des pertes de poids et à la diminution des altérations d'origines microbiennes.

L'introduction dans une chambre froide contenant déjà de la viande réfrigérée, des quartiers chauds ou insuffisamment refroidis, provoque une condensation sur la viande froide, ce qui entraîne son poissage [69]. Il est donc préférable de n'introduire, dans une chambre froide de conservation et de maturation, que de la viande préalablement ressuée et refroidie à une température aussi voisine que possible de la température de cette chambre froide. Dans le cas où nous sommes amenés à mélanger les carcasses chaudes et les carcasses froides, il est conseillé de disperser les carcasses chaudes entre celles froides.

Selon **BONNEAU et al [12]** la densité du stockage de carcasses accrochées dépend de l'écartement des rails, de la hauteur d'accrochage et de l'espèce. Les dimensions des chambres froides doivent être adaptées aux abattages, pour éviter tout excès par souci de rentabilité. **DANIEL (1972)**, propose 40cm de rail pour un quartier de 160kg et 25cm pour un quartier de 100kg. La bonne disposition des carcasses dans la chambre froide permet une bonne aération et facilite la pénétration du froid.

Le refroidissement des carcasses dans les cellules de réfrigération rapide nécessite une circulation satisfaisante, ce qui suppose un écartement m (mètre) minimum des carcasses. Un chargement excessif diminue la vitesse de réfrigération, on retient d'ordinaire les densités suivantes (**ROSSET**) [83]:

Répartition par mètre linéaire de rail : Correspondance approximative par m² de surface au sol

Demi-bœuf	= 2/m		250-300 kg/m ²
Demi-veau, demi-porc	= 4/m		120-180 kg/m ²
Mouton	= 8/m		100 kg/m ²

Dans les chambres froides de la SOGAS, le nombre de carcasses stockées est très variable avec une moyenne de 101 carcasses par chambre et par jour. Il est fonction de la production journalière. Les carcasses ne sont bien disposées sur rails. Il y a une concentration des carcasses sur certains rails au moment où sur d'autres rails ne sont accrochées que quelques carcasses **BALDE (2008)**.

III.3.4 Ventilation (coefficient de brassage)

On appelle le taux de brassage, le nombre de volumes d'air véhiculé par le ventilateur par rapport au volume de la salle. Les salles froides doivent être convenablement ventilées, avec un taux de brassage de 30 à 50. Ainsi, un taux de brassage de 30 veut dire que le ventilateur a un débit de 3000m³/h pour un volume de salle de 100 m³.

La maîtrise de la circulation de l'air conditionne l'efficacité de la réfrigération des carcasses de gros bovins [37]. L'air a une double fonction ; assure le brassage et véhicule le froid. De ce fait, il faut concilier un brassage suffisant pour permettre le refroidissement et l'homogénéisation avec une agitation de l'air assez faible pour éviter une perte d'eau trop importante.

Pendant toute la durée du stockage, la circulation de l'air devra maintenir une uniformité raisonnable de l'hygrométrie et de la température [90]. Donc elle doit être adaptée à la production frigorifique à fournir.

III.3.5 La température à cœur

Une bonne réfrigération doit permettre l'obtention d'une température basse à cœur des denrées réfrigérées. Elle dépend de la température initiale de la denrée, de sa masse, de la température au ressuage, de la température de stockage. Cette température à cœur conditionne la durée de conservation et la sécurité de la denrée [110].

Les températures de conservation à cœur des viandes, fixées par la réglementation française sont [100]:

$\leq + 7^{\circ}\text{C}$ pour les carcasses ou les grosses pièces de viande ;

$\leq +4^{\circ}\text{C}$ pour les découpes de viande réfrigérées ;

$\leq +2^{\circ}\text{C}$ pour les viandes hachées réfrigérées ;

$\leq -18^{\circ}\text{C}$ pour les viandes surgelées

Pendant toute la durée de conservation les températures doivent rester aussi constantes que possible. Quand ces températures sont respectées les carcasses peuvent se conserver jusqu'à trois à quatre semaines tout en satisfaisant aux qualités hygiéniques.

IV. Contraintes de conservation de la viande en pays chauds

L'utilisation du froid dans ces régions pose des problèmes qui ne sont pas faciles à résoudre. Si le froid présente bien un intérêt tout spécial pour les pays en question par contre les conditions locales en rendent l'application plus difficile qu'en Europe, en Amérique du nord, au Japon ou en Australie par exemple. Dans ces pays, on rencontre des zones chaudes où le froid est largement utilisé, sans difficultés particulières, en raison du niveau technique et économique élevé des pays.

Les difficultés apparaissent vraiment dans les pays qui sont à la fois chauds et en développement. Tout d'abord, la température élevée associée à l'humidité excessive, régnant dans ces régions, provoque une altération plus rapide des denrées alimentaires. Le phénomène est encore accentué, pour certaines denrées, si les conditions d'hygiène, lors de la préparation, laissent à désirer [53] et [51].

La conservation des viandes commence par la réfrigération, mais doit se poursuivre par la mesure de l'efficacité de ces opérations.

La maîtrise des températures en ateliers et chambres froides, qui garantissent le respect des températures de conservation des produits finis, repose sur l'existence frigorifique, précisant les modalités de vérification et d'enregistrement des températures.

DEUXIEME PARTIE :

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériel et Méthodes

Chapitre II: Résultats et Discussion

Chapitre III: Recommandations

CHAPITRE 1 : MATERIEL ET METHODES

I. Présentation du cadre d'étude expérimentale

Les abattoirs de Dakar sont situés dans le département de Pikine et couvrent une superficie de 4 ha. Ils sont ceinturés de routes à grande circulation : la nationale 1 au Nord, le boulevard de centenaire de la commune de Dakar (la route de Rufisque) et la voie ferrée au Sud. Ils sont les premiers implantés au Sénégal. Ils furent d'abord gérés par l'Union des Services Publics d'Afrique (U.S.P.A), filiale de l'Union des Services Publics de France (U.S.P.F.), jusqu'en 1964 où la SERAS, société d'économie mixte créée en 1962, fut désignée comme administrateur délégué pour la gérance des abattoirs régionaux et les entrepôts frigorifiques. La SOGAS, société anonyme, assure aujourd'hui la gestion des abattoirs du Sénégal, selon un contrat de concession entre elle et l'Etat.

II. Matériel

- Fiches d'enquête
- Matériel biologique

Il a été constitué de bovins dont plusieurs races locales, notamment la Ndama, le zébu maure et autres races.

Echantillons : 20 % des carcasses

- Appareils de mesure
- ✓ Un appareil polyvalent de type M-4000:

Pour mesurer la température ambiante, humidité relative, vitesse de l'air.

- ✓ Un thermomètre à sonde (testoR110) :

Pour mesurer la température à cœur.

- Matériel d'analyse et verrerie

-Ecouvillon

-Diluant/ Eau peptonée tamponnée

-Boîtes de Pétri stériles et un marqueur indélébile pour les identifier

- Pipettes 1ml
 - Pipettes 5ml
 - Tubes de dilution stérile
 - Hotte à flux laminaire
 - Stérilisateur
 - Bain-marie à 46°C pour maintenir les milieux de culture fondus
 - Plaque chauffante à 150°C pour fondre les milieux de culture
 - Balance électrique
 - Homogénéisateur rotatif
 - Bec Benzène
 - Gabarit stérile
 - Autoclave
 - Etuve (à 46°C et 30°C)
- Milieux :
- Milieu de culture : VRBL
 - Milieu de culture : PCA

III. Méthodes

III.1 Fiches d'enquête

Des fiches d'enquête ont été élaborées pour mener des observations sur l'hygiène structurelle et ponctuelle des chambres froides en s'appuyant sur les 5M (milieu, matériel, méthode, matière première et main-d'œuvre). Les enquêtes se sont déroulées du 06 août 2011 au 26 octobre 2011. A chaque séance de travail, nous avons enquêté en interrogeant parfois le personnel et en notant toutes les remarques relatives aux 5M.

III.2 Mesures des paramètres de la réfrigération

L'intérêt des mesures a permis d'apprécier l'ensemble des paramètres physiques de la réfrigération.

III.2.1 Mode opératoire

III.2.1.1 Identification des points chauds

Cette identification a été mise en œuvre dans le but de localiser les points, où la température est plus élevée dans les deux chambres froides. Ensuite de pouvoir dire ou non par extrapolation que, si l'évolution de la température en ces points est conforme à la température réglementaire, donc partout ailleurs la température suit la même dynamique.

Pour localiser les points les plus chauds, les chambres froides ont été quadrillées de façon virtuelle. Le quadrillage a permis de délimiter des cases virtuelles, occupées par des carcasses équidistantes les unes des autres en position suspendue sur les rails. Chaque rail comportait six (6) cases virtuelles dans le sens de la longueur. L'aire de stockage étant constituée de 15 rails, on a disposé au total de 90 cases virtuelles par chambre. Les différentes cases virtuelles ont été numérotées dans un ordre bien précis. Au niveau de chaque case virtuelle, la température à cœur des carcasses a été prise pendant trois nuits successives. Un seul relevé a été réalisé chaque nuit à 3h du matin, avant la livraison des carcasses. Connaissant les points chauds, la mesure des paramètres de la réfrigération s'est faite de façon discontinue par plusieurs visites quotidiennes [37]. Les mesures commencent à la fermeture des chambres froides (15h à 17h) plus précisément dans les chambres de stockage. Il s'agit des heures auxquelles les chambres froides sont à l'abri des fréquentations anarchiques par des chevillards. Toutes les 4 heures, un passage dans les chambres froides est effectué pour mesurer les paramètres concernés jusqu'à 4h du matin, avant l'ouverture qui donne lieu à la livraison des carcasses.

Au niveau des cases virtuelles considérées comme point chaud et occupées par une carcasse, deux paramètres ont été mesurés toutes les 4 heures à savoir : la température ambiante et la température à cœur des carcasses. A cette fréquence entre deux relevés successifs, 3 à 4 relevés au moins ont été réalisés entre la fermeture et la réouverture des chambres froides (soit **1805** données enregistrées). Cependant, la vitesse de l'air a été mesurée à la sortie des évaporateurs et l'humidité de l'air de façon facultative dans la salle.

Pour la température à cœur, la mesure a été faite au niveau de l'épaule sur **800** carcasses, en raison de son accès facile par l'opérateur.

Les carcasses constituant l'échantillon en plus de leur numéro de case, ont été identifiées au moyen du papier stick accolé sur les carcasses faisant parti de l'échantillonnage. Simultanément avec la prise des mesures, on a comptabilisé le nombre total des carcasses entreposées dans les chambres froides.

III.2.1.2 Echantillonnage

Taille de l'échantillon 20% des carcasses stockées par chambre et choisies en fonction des points chauds de la salle.

III.2.1.3 Traitement des données

Les données brutes obtenues ont été analysées avec le logiciel Excel. Ce qui a permis de calculer les valeurs moyennes et les écarts type qui sont présentés dans le chapitre des résultats.

III.3 Analyses microbiologiques

Elles ont été mises en œuvre pour apprécier l'impact des facteurs technologiques de la réfrigération (la température ambiante, la vitesse de l'air, l'humidité relative, l'encombrement, la température à cœur) sur la contamination exogène de la viande, par des prélèvements de surface effectués avant et après la réfrigération. Les analyses ont été réalisées au laboratoire alimentaire d'Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale (HIDAOA) sur une durée allant du 06/09/2011 au 26/10/2011.

III.3.1 Echantillonnage

III.3.1.1 Mode d'échantillonnage

Ne disposant que de 100 écouvillons, l'échantillonnage a porté sur un total de 25 carcasses, prélevées avant et après réfrigération ce qui donne 4 échantillons par carcasse.

III.3.1.2 Méthode de prélèvement

Pour des raisons de commodité de travail, de simplicité et de rapidité, nous avons choisi la technique d'écouvillonnage. Les écouvillons sont des coton tiges placés dans des tubes stériles.

III.3.1.2.1 Mode opératoire

Les écouvillons sont préalablement humidifiés dans 10ml d'EPT (solution stérile) rajouté dans les tubes. Le gabarit est stérilisé au four avant utilisation.

La face humide de l'écouvillon doit être frottée, pendant 20 secondes sur la surface de la carcasse délimitée par le gabarit :

Placer fermement le gabarit carré (100cm²) stérile sur la surface de la carcasse.

Frotter l'écouvillon sur toute la surface délimitée en exerçant une pression, en le déplaçant d'abord :

- Verticalement,
- Horizontalement puis en tournant l'écouvillon de manière que toutes les surfaces soient utilisées,
- Puis en diagonale

Placer l'écouvillon dans le diluant utilisé pour l'humidifier.

Cette technique a été réalisée selon les dispositions de la norme **ISO 17604 :2003(F)**.

III.3.1.2.2 Zones et surfaces écouvillonnées

Afin de tenir compte de l'hétérogénéité de la contamination des carcasses, les échantillons ont été prélevés au niveau de deux régions anatomiques : L'épaule et le flanc. Deux surfaces sont écouvillonnées correspondant à une surface totale de 200cm².

III.3.1.2.3 Planning des prélèvements

Tableau III : Analyses bactériologiques

Visite	Nombre de carcasses écouvillonnées	Nombre de prélèvement	Flores recherchées
Mardi 06/09/11 au mercredi 07 /09/11	2	8 prélèvements/ visite	FMAT CT
Vendredi 09/09/11 au samedi 10 /09/11	2	8 prélèvements/ visite	FMAT CT
Mardi 20/09/11 au mercredi 21/09/11	2	8 prélèvements/ visite	FMAT CT
Jeudi 22/09/11 au vendredi 23/09/11	2	8 prélèvements/ visite	FMAT CT
Mardi 04/10/11 au mercredi 05/10/11	2	8 prélèvements/ visite	FMAT CT
Vendredi 14/10/11 au samedi 15/10/11	4	16 prélèvements/ visite	FMAT CT
Lundi 17/10/11 au mardi 18/10/11	4	16 prélèvements/ visite	FMAT CT
Mercredi 19/10/11 au jeudi 20/10/11	4	16 prélèvements/ visite	FMAT CT
Mercredi 26/10/11 au jeudi 27/10/11	3	12 prélèvements/ visite	FMAT CT

Nombre total de prélèvements = 100. Deux échantillons par carcasse consistent en deux prélèvements dans deux sites différents de la carcasse.

III.3.1.2.4 Transport et conservation des échantillons

Le transport et la conservation des échantillons ont été réalisés suivant les dispositions de la norme **ISO 17604 : 2003 (F)**. Les échantillons dans les tubes stériles ont été placés dans une glacière contenant une carboglace. Transportés au laboratoire dans l'heure suivant le prélèvement (**ISO 7218**). Il est souhaitable que la durée du transport n'excède pas les 2 heures.

III.3.2 Laboratoire

III.3.2.1 Préparation des milieux de culture

❖ **PCA** : Plate Count Agar

Dissoudre 22.5g dans 1 litre d'eau distillée ; le mélange est ensuite placé sur la plaque chauffante à une température de 150°C (30 minutes) pour la constitution du milieu.

La solution, contenue dans des bouteilles en verre, est ensuite placée à l'autoclave pour la stérilisation à une température de 121°C (15 minutes). Pour éviter qu'après l'autoclave la solution puisse se gélifier, il est conseillé de la placer dans un bain - marie 46°C.

❖ **VRBL** : Violet Red Bile Lactose Agar

Dissoudre 38g dans 1 litre d'eau distillée ensuite le mélange homogène obtenu est chauffé lentement sur une plaque chauffante à une température de 150°C (30 minutes), en agitant fréquemment, puis porter à l'ébullition jusqu'à la constitution du milieu. Il est strictement interdit de mettre la solution déjà préparée à l'autoclave.

III.3.2.2 Préparation du diluant

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, le mélange est stérilisé à l'autoclave à 121°C (15 minutes).

III.3.2.3 Méthodes d'ensemencement et de dénombrement des bactéries

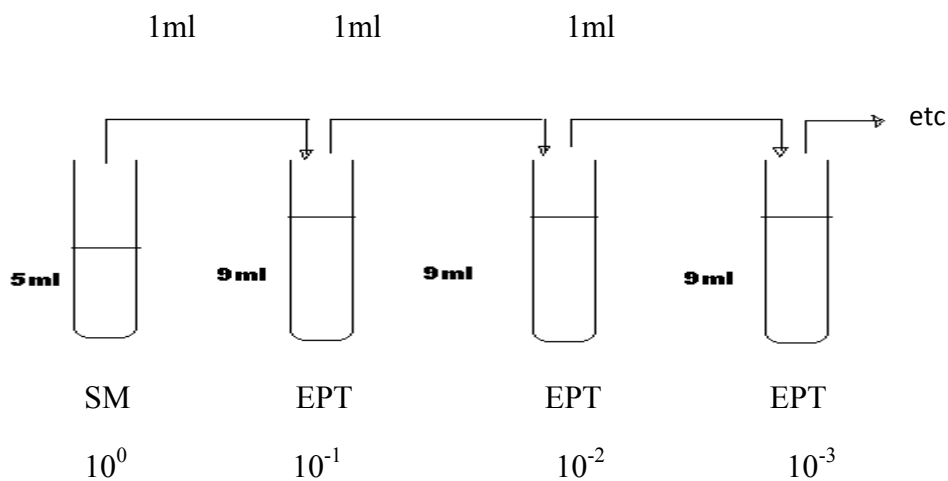
III.3.2.3.1 Préparation des solutions mères et des dilutions décimales

Dans chaque flacon stérile contenant l'écouvillon, on rajoute 10 ml d'eau peptonée pour revivifier les bactéries prélevées.

10 ml de suspension mère correspondent alors à 100cm² ; donc 1ml de suspension mère correspond à 10cm². Le nombre final d'ufc/ml trouvé doit être divisé par 10 pour obtenir un nombre d'ufc/cm².

Le contenu est homogénéisé par un agitateur pendant 60 sec. La suspension obtenue constitue la solution mère (10^0) et à partir d'elle sont réalisées les dilutions décimales qui s'effectuent en prenant des tubes à essai dans lesquels on verse 9ml d'EPT.

Après, on prélève 1ml de la solution mère (10^0) que l'on ajoute à un premier tube pour une dilution à 10^{-1} . Ensuite on prélève 1ml de la dilution 10^{-1} que l'on ajoute à un second tube pour une dilution 10^{-2} et ainsi de suite jusqu'à l'obtention de la dilution souhaitée. A titre d'illustration les dilutions décimales s'effectuent de la façon suivante :



III.3.2.3.2 Ensemencement et dénombrement

➔ Ensemencement

L'ensemencement de 2 milieux de culture était réalisé au fur et à mesure de l'obtention des diverses dilutions. Le premier milieu (VRBG) sert à la culture des entérobactéries et a été ensemencé à partir des dilutions 10^0 , 10^{-1} et 10^{-2} . Le second milieu (PCA) sert à la culture de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) et a été ensemencé à partir des dilutions 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} et 10^{-4} .

Chaque ensemencement a été pratiqué selon la méthode suivante :

Un ml de dilution souhaitée est déposé sur le fond d'une boîte de Pétri stérile. Il est alors coulé du milieu de culture choisi (réchauffé puis tiédi pour être liquide), le tout est homogénéisé puis laissé à refroidir jusqu'à solidification. Les boîtes ainsi obtenues sont ensuite complétées par une 2ème couche pour la création de conditions aéro-anaérobies.

Ensuite les boîtes sont incubées couvercles en bas à 30 °C pendant 72 h ± 3 h pour la flore mésophile aérobique totale et à 44°C pendant 24h ±2 h pour la flore coliforme.

➔ **Dénombrement de la flore mésophile aérobique totale**

Le mode opératoire pour le dénombrement des microorganismes aérobies s'est effectué selon la norme **ISO 4833 : Février 2003 (annexe 1)**.

➔ **Dénombrement des coliformes thermotolérants**

Les coliformes sont recherchés dans les aliments, car ils sont de bons marqueurs de l'hygiène des manipulations de ces aliments. Leur présence indique une contamination d'origine fécale. Le mode opératoire pour le dénombrement des microorganismes aérobies s'est effectué selon la norme **ISO 4832 : Février 2006 (annexe 2)**.

III.3.2.3.3 Lecture et expression des résultats (selon la norme ISO 7218 : Août 2004)

- Estimation des grands nombres

Retenir les boîtes contenant moins de 300 colonies au niveau de deux dilutions successives. Pour qu'un résultat soit valable, on estime en général qu'il est nécessaire de compter sur au moins une boîte contenant au minimum 15 colonies. Calculer N (nombre du microorganisme à dénombrer) présent dans l'échantillon pour essai, en tant que la moyenne pondérée à partir de deux dilutions successives à l'aide de cette formule :

$$N = \frac{\Sigma C}{V (n_1 + 0,1n_2) d}$$

ΣC = est la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues de deux dilutions successives et dont une boîte contient au minimum 15 colonies ;

V = est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte (en ml) ;

n_1 = est le nombre des boîtes retenues à la 1ère dilution ;

n_2 = est le nombre des boîtes retenues à la 2ème dilution ;

d = est le taux de dilution correspondant à la première dilution retenue.

Arrondir le résultat calculé à 2 chiffres significatifs

Si le 3ème chiffre est < 5 : le chiffre précédent n'est pas modifié

Si le 3ème chiffre est ≥ 5 : le chiffre précédent est augmenté d'une unité

- Estimation des petits nombres

Si la boîte au niveau de l'échantillon pour essai (produit liquide) ou de la suspension mère (autres produits) ou de la 1ère dilutionensemencée ou retenue, contient moins de 15 colonies calculer NE = nombre estimé de microorganismes par ml (produit liquide) ou par g (autres produits).

$$NE = \frac{C}{V \times d}$$

NE = nombre estimé de microorganismes par ml (produit liquide) ou par g (autres produits);

C = est le nombre de colonies comptées ;

V = est le volume de l'inoculum appliqué à la boîte (en ml) ;

D = est le taux de dilution de la suspension mère ou de la première dilutionensemencée ou retenue.

- Estimation des résultats en UFC/ centimètre carré de surface (Selon la norme ISO 18593 juin 2004).

Après avoir calculé le nombre UFC par millilitre de suspension, il faut rapporter le résultat en unité de surface. On aura : N_s (UFC par centimètre de surface de la carcasse).

Le résultat final sera exprimé en logarithme de 10 (log10).

$$Ns = \frac{N \times F}{A} \times D$$

N = Le nombre d'UFC dans 1 ml de diluant

F = La quantité en millilitre de diluant dans le tube (écouvillon)

A = C'est l'aire en centimètre carré de la surface étudiée (celle du gabarit)

D = C'est l'inverse de la dilution utilisée

III.3.2.3.4 Interprétation des résultats

Les critères d'interprétation des résultats ont été tirés d'un recueil créé par le Laboratoire National de Santé, dans le but de constituer une référence pour l'interprétation des résultats d'analyses microbiologiques. Il regroupe l'ensemble des lignes directrices utilisées par le Laboratoire National de Santé pour déterminer la qualité ou l'innocuité des denrées alimentaires au regard des exigences du règlement 178/2002/CE.

En ce qui concerne la contamination microbienne superficielle, les résultats sont classés dans les différentes catégories selon des critères d'interprétations, représentés dans les tableaux IV et V.

Tableau IV : Critères d'interprétation

Microorganismes	Satisfaisant= A	Acceptable= M	Non satisfaisant=I
Résultat	$R \leq m$	$m < R < M$	$R > M$

Source : Critères microbiologiques des denrées alimentaires ; lignes directrices pour l'interprétation [60].

R= Résultat

m= Seuil limite en dessous duquel tous les résultats sont considérés comme satisfaisants

M= Seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisants

Tableau V: Les limites

Microorganismes	m	M
FMAT	$3,5 \log_{10} \text{ufc/cm}^2$	$5 \log_{10} \text{ufc/cm}^2$
CT	$1,5 \log_{10} \text{ufc/cm}^2$	$2,5 \log_{10} \text{ufc/cm}^2$

Source : Instructions relatives à l'exécution des analyses microbiologiques dans le cadre de l'autocontrôle des abattoirs [96].

CHAPITRE 2: RESULTATS ET DISCUSSION

I. Résultats

I.1 Ressuage des carcasses bovines aux abattoirs de Dakar

I.1.1 Transport des carcasses dans les chambres froides

La salle d'abattage des bovins est reliée aux chambres de réfrigération par un couloir équipé d'un rail aérien, placé à une hauteur suffisante pour que les carcasses ne soient pas en contact avec le sol. Cependant, leur transfert vers les chambres froides se fait manuellement en position suspendue sur les rails. Le circuit suivi par les carcasses est conçu de telle sorte que le principe de la marche en avant soit respecté.

Dès la sortie de la salle d'abattage, les carcasses cheminent en continu sans retour en arrière en prenant le petit couloir qui mène aux locaux de réfrigération.

I.1.2 Réfrigération rapide

C'est la première phase du ressuage, qui consiste à abaisser le plus rapidement possible la température à cœur des carcasses [102] et [23], afin de lutter contre les phénomènes d'altération [89] et l'évaporation de l'eau à l'origine de pertes importantes de poids.

La réfrigération rapide a lieu dans la chambre n°8. Progressivement avec la cadence des abattages, elle reçoit toutes les carcasses issues de la production journalière.

Par vague, toutes les carcasses transitent dans l'unique chambre n°8 de ressuage.

Après y avoir passé un temps de demi-refroidissement qui est voisin de 4 heures, elles accèdent à la salle de stockage. Cependant, il est à noter qu'après le demi-refroidissement, les carcasses ne sont pas soumises à une réfrigération modérée pour effectuer les deuxième et troisième temps de demi- refroidissement atteints au bout de 24h.

Par ailleurs, certaines carcasses passent outre la phase de la réfrigération rapide pour aller directement dans les chambres dites de stockage. De même le respect de 4 heures pour la première phase de réfrigération n'est pas suivi par le personnel.

I.1.3 Stockage réfrigéré des carcasses

C'est la phase qui consiste à maintenir la température de conservation des viandes qui est de +7°C à cœur selon la réglementation française [38]. La SOGAS dispose de deux chambres de stockage réfrigéré (chambre n°3 et chambre n°4). Dans la pratique, on a constaté qu'après le bref séjour dans la chambre de réfrigération rapide, les carcasses sont convoyées manuellement par l'opérateur dans les deux chambres de stockage. Elles y restent jusqu'au lendemain, moment auquel les carcasses sont livrées sur la place de vente.

La durée du ressuage aux abattoirs de Dakar est inférieure à 24h, elle tourne autour de 12h de temps.

I.2 Observations sur le mode d'utilisation et l'hygiène des chambres froides

I.2.1 Observations sur le mode d'utilisation des chambres froides

Le mode d'utilisation permet de comprendre le fonctionnement des chambres froides par les usagers et de relever toutes les non-conformités préjudiciables à la qualité hygiénique des viandes.

En effet, les chambres froides de la SOGAS sont généralement ouvertes à 4 heures voire 5 heures du matin pour l'extraction des viandes qui ont séjourné dans les chambres de stockage pendant moins de 24h. Cependant, leur fermeture systématique a lieu à la fin des activités journalières (15h ou 16h).

Le lendemain à l'ouverture, on constate un afflux de chevillards dans les chambres froides assurant la manutention de la viande vers la salle de vente. Le personnel manutentionnaire ne remplit pas son rôle à l'ouverture des chambres. Lequel consisterait à mieux organiser l'opération de remise des viandes à chaque propriétaire, par un canal respectant les règles d'hygiène. Tout en évitant les entrées anarchiques dans les chambres froides. Cette opération n'étant pas régulée par le personnel dure longtemps, environ 3 heures de temps, laissant indéfiniment ouvertes les portes des chambres froides. Au cours de cette opération de manutention, la viande subie une contamination massive. Car les méthodes employées n'intègrent nullement des précautions d'hygiène. Par exemple, il n'est pas rare que la viande soit déposée au sol

au lieu de la suspendre à un crochet, qu'elle soit en contact avec des surfaces à priori sales comme les habits malpropres, les mains sales, les bras, les cheveux, etc.

En amont, les opérations d'abattage permettent de lancer l'activité journalière marquée par des nouvelles carcasses qui seront traitées par le froid. Débutant par le ressuage réfrigéré, on constate une ouverture permanente des portes des chambres froides.

Elles ne sont pas refermées aussitôt après leur ouverture nécessitée par les opérations de manutention.

Toutes les carcasses ne passent pas la durée requise de 24h dans les locaux de refroidissement, du fait que certaines sont délibérément récupérées, soit pendant la réfrigération rapide, soit pendant le stockage. Puis la soustraction de ces carcasses à l'intérieur des locaux a lieu dans des conditions anarchiques et dénudées des règles d'hygiène. En l'occurrence, le portage sur le dos des carcasses destinées à la consommation humaine. On remarque aussi que la sortie des carcasses des locaux est non-conforme au principe de la marche en avant.

La disposition des carcasses sur les rails se fait de façon désordonnée. Certains rails sont remplis pendant que d'autres sont complètement vides. Les carcasses sont disposées de sorte qu'elles entretiennent un contact avec les carcasses voisines. Aucun espace n'est observé entre les carcasses (1m linéaire de rail).

Certains chevillards se sont attribués des places où ils stockent leur viande. D'où l'entreposage anarchique des carcasses dans les chambres froides.

Il faut aussi noter, la présence dans les chambres froides des viandes non écoulées, restant de longues heures à température ambiante, revenant parfois en état de putréfaction dans les mêmes locaux que les viandes issues de la production journalière (**annexe3**). La réintroduction de ces viandes dans les chambres froides se fait de façon manuelle (**annexe 4**) par les chevillards qui affluent dans les locaux. Ce qui impacte considérablement sur la température ambiante et l'humidité interne des chambres froides.

Cette opération à l'issue de laquelle les chambres froides sont fermées définitivement peut durer en moyenne 30 minutes.

On note aussi l'entreposage des carcasses de petits ruminants à côté de celles des bovins (**annexe 5**) et parfois la présence de certaines pièces du 5ème quartier : abats (tripes, foie, cœur) et issues (pattes, tête) qui jonchent à même le sol dans les chambres froides (**annexe 6**).

Pour ce qui est de l'isolation des chambres froides, il faut noter qu'un circuit de crochet passe à l'intérieur des chambres pour déboucher à la salle de vente. Au cours de son trajet, le circuit de crochet traverse les locaux par des ouvertures sous forme de fenêtres recouvertes de rideaux d'air. Cependant, l'isolation au niveau de ces fenêtres n'est pas bien assurée par manque d'étanchéité. A partir de ces fenêtres, il se produit des pertes considérables de froid. Car certains vendeurs dans la salle de vente où il fait chaud, se réjouissent de la fraîcheur venant des chambres froides. La plupart des portes dans les chambres froides présentent aussi une défectuosité des joints. Elles ne se ferment pas de façon hermétique. Il faut parfois disposer une masse de pierre (**annexe 7**) sur la partie inférieure de la porte pour renforcer l'adhérence à la fermeture.

La partie inférieure de certaines portes par rapport au niveau du sol présente une ouverture importante, par laquelle certains agents indésirables comme les rats peuvent s'infiltrer dans les locaux.

I.2.2 Observations sur l'hygiène des chambres froides

I.2.2.1 Hygiène des locaux

L'hygiène des locaux est indispensable pour garantir un niveau d'hygiène acceptable pour la viande. Leur conception et aménagement devraient permettre d'appliquer de bonnes pratiques d'hygiène alimentaire, y compris la protection contre la contamination croisée pendant et entre les opérations. Le tableau VI illustre les observations faites sur l'aspect hygiénique des locaux.

Tableau VI : Conception et aspects hygiéniques des locaux

Paramètres observés	Observations
Conception	-La conception des chambres froides respecte la marche en avant des carcasses. -Un couloir relie la salle d'abattage aux chambres froides. Cependant, il n'est pas hermétiquement fermé en ce sens qu'il présente des ouvertures, de part et d'autre sur les côtés, par lesquelles transitent des tierces personnes et parfois des déchets.
Sol	-Les carreaux sont cassés formant des nids bactériens (figure10) - Le sol est laissé trop humide après nettoyage, alors qu'il doit être sec - Présence de sang, graisse et déchets de viande gisant au sol (figure11)
Siphons	-Les siphons sont en mauvais état, notamment celui de la salle n°3 présentant tout autour une absence de carreaux. D'où il offre les conditions d'un espace putrescible du fait de l'eau stagnante et des déchets (figure12). -Les siphons sont mal entretenus, certains déchets grossiers sont abandonnés sur les siphons entraînant une obstruction et la putréfaction de ces déchets.
Murs ou parois	-Les murs ne sont pas nettoyés pour les rendre propres et agréables à la vue (figure13). -L'accumulation de la crasse entraîne des tâches notoires qui rendent les murs très impropres.
Recoins des murs	-Les recoins sont généralement sales, ils sont souvent négligés lors du nettoyage et constituent des zones de dépôt des déchets qui attirent les nuisibles. - Ils constituent aussi des nids de poussière et toile d'araignée
Plafond	-Le plafond est troué et présente de la rouille à certains endroits. Le phénomène de condensation, la rosée et l'eau de pluie tombent sur certaines carcasses.
Animaux nuisibles	- Le manque d'hygiène accru et l'absence de programme efficace de dératisation font que l'on retrouve des nuisibles notamment les rats dans les chambres de stockage (figure14). - Quelques fois des cas sporadiques de mouches sur les carcasses
Nettoyage et désinfection	- On note un entretien hygiénique mal exécuté et souvent non accompagné de désinfection



Figure10 : Cassures des carreaux sur le sol



Figure 11: Déchets de viande traînant au sol



Figure 12: Siphons bouchés par des déchets et de l'eau sale



Figure 13 : Parois non nettoyées



Figure 14: Recoins de chambre froide avec accumulation de la crasse et présence de rats

I.2.2.2 Hygiène des vestiaires et sanitaires

L'abattage, l'habillage d'animaux et la manipulation de viande présentent maintes occasions de contamination croisée de la viande par le personnel chargé d'en assurer la manutention. D'où des installations sanitaires adaptées s'imposent afin d'empêcher toute contamination croisée excessive de la viande par cette voie.

Les observations faites sur l'aspect hygiénique des vestiaires et des sanitaires sont illustrées dans les tableaux VII et VIII.

Tableau VII : Aspects hygiéniques des vestiaires

➤ **Vestiaires**

Paramètres observés	Observations
Conception	<ul style="list-style-type: none"> -Les vestiaires utilisés par les ouvriers des chambres froides sont annexés au grand bâtiment de la salle de vente des viandes. Il s'agit d'une petite pièce étroite qui fait office de vestiaire. -Le sol comporte un revêtement carrelé. - Le plafond est en contreplaqué et présente des endroits endommagés. -C'est grâce à la lumière du jour que les vestiaires sont éclairés, car le dispositif d'électrification (réglette + ampoule+ interrupteur) ne fonctionne pas.
Hygiène	<ul style="list-style-type: none"> -L'état hygiénique n'est pas satisfaisant à l'intérieur des vestiaires. -On y trouve beaucoup de toiles d'araignées, de la poussière au plafond et sur les coins de murs. Le sol est sale car non nettoyé et les armoires souffrent de vétusté. -On note aussi la présence inappropriée de certains objets qui sont encombrants dans la pièce déjà étroite. C'est le cas des crochets servant à suspendre les carcasses, des bidons d'eau etc.

Tableau VIII : Aspects hygiéniques des sanitaires

➤ **Sanitaires**

Paramètres Observés	Observations
Conception	<ul style="list-style-type: none"> -Les sanitaires se trouvent dans le fond du petit couloir qui donne accès en même temps aux vestiaires. - Ils sont constitués : d'un cabinet d'aisance de type turque et d'une douche. - Le sol comporte un revêtement carrelé de même que les murs jusqu'à 2m de hauteur.
Hygiène	<p>L'hygiène des sanitaires laissent à désirer en ce sens que l'on trouve : des toiles d'araignée, de la crasse sur le revêtement des murs et le sol (annexe 8). Une accumulation des matières fécales à cause du système de chasse inexistant (annexe 9). L'approvisionnement en eau dans le w.c et la douche ne fonctionne pas. A la sortie des sanitaires, il n'existe pas un point d'eau comprenant un lavabo, un distributeur de savon liquide, deux robinets pour de l'eau froide et de l'eau chaude, une brosse à ongles permettant aux usagers de bien se nettoyer les mains.</p>

I.2.2.3 Hygiène du personnel

L'état hygiénique du personnel est un facteur très important pour la qualité microbiologique de la viande. D'où il est nécessaire voire impératif pour le personnel d'avoir un bon niveau d'éducation hygiénique pour adopter les attitudes conformes aux bonnes pratiques d'hygiène. Le tableau IX illustre les différentes observations faites sur l'aspect hygiénique du personnel.

Tableau IX : Aspects hygiéniques du personnel

Paramètres observés	Observations
Vestimentaire	Le vestimentaire n'est pas adapté pour des ouvriers travaillant à des basses températures dans les chambres froides. Il s'agit des tenues légères qui ne protègent pas suffisamment l'ouvrier contre le froid.
Hygiène du vestimentaire	En général, les tenues sont sales et ne sont pas renouvelées chaque jour. L'absence d'un service de buanderie fait que les ouvriers sont accros à une seule tenue de travail.
Bilan sanitaire	Sachant que les ouvriers peuvent présenter un risque potentiel de contamination à l'égard de la viande dont ils assurent la manutention, il est mis en œuvre un bilan sanitaire annuel. Certains ouvriers présentant des coupures à la main n'hésitent pas d'être à leur poste en recouvrant la coupure d'un pansement non étanche qui laisse passer l'exsudat.
Education hygiénique	Vu les pratiques du personnel, on peut déduire qu'ils n'ont pas des pré-acquis en hygiène. Le niveau de connaissance ne leur permet pas d'éviter certains actes contraires à une bonne hygiène de la viande. Il n'est pas rare de voir qu'après avoir salué des gens ou après s'être mouché que l'ouvrier reprenne à manipuler les carcasses sans se soucier de se nettoyer les mains.
Sensibilisation du personnel à l'hygiène	Il n'existe aucun programme de sensibilisation ou de mise à niveau du personnel concernant les bonnes pratiques d'hygiène. De même il n'existe pas des affiches murales indiquant les actions interdites visant à garantir une meilleure hygiène de la viande.

I.2.2.4 Hygiène de la matière première

Les bonnes pratiques d'hygiène doivent permettre une diminution considérable de la contamination de la matière première. Elle doit être le moins possible contaminée par souci de sa qualité et du consommateur. Le tableau X illustre les différentes observations faites sur l'aspect hygiénique de la viande.

Tableau X : Aspects hygiéniques de la matière première

Paramètres observés	Observations
Propreté de la viande	Le non respect des principes d'hygiène lors de la préparation des viandes et de leur manutention impactent de façon considérable sur la propreté de la viande.
Manutention de la viande	Elle se fait en position suspendue par un circuit de rails pour des raisons d'hygiène. Les carcasses sont poussées manuellement les unes après les autres. De la salle d'abattage aux locaux de réfrigération, les carcasses passent par un couloir non fermé hermétiquement et entrecoupé d'un passage par lequel transitent des sources de contaminations (déchets, abats, tierces personnes).
Sources de contamination de la viande	Les principales sources de contamination demeurent le contact permanent des mains des opérateurs sur les surfaces exposées des carcasses, le contact des carcasses entre elles, la manipulation des carcasses par les chevillards et la présence des souillures d'origine intestinale sur les carcasses venant de la salle de préparation.
Transport des viandes	Le transport des viandes à la SOGAS se fait par des véhicules qui ne sont pas réglementaires et non soumis au contrôle technique. Il s'agit parfois de petites voitures où l'on entasse les viandes à l'arrière, dans des conditions non hygiéniques. On trouve aussi des véhicules frigorifiques mais vétustes et présentant de multiples défaillances. Des évaporateurs ne fonctionnant pas, un plancher sale, la distance entre le plancher et les rails non adaptée, parfois les carcasses suspendues touchent le sol. Le chargement de ces véhicules se fait par portage des viandes sur le dos des chevillards.

I.2.2.5 Hygiène des équipements

Les équipements au contact de la viande peuvent constituer une source de contamination pour la viande. D'où il est important de les nettoyer et de les désinfecter après les avoir utilisés. Les différentes observations faites sont illustrées dans le tableau XI.

Tableau XI: Aspects hygiéniques des équipements

Paramètres observés	Observations
Nature des équipements	Il s'agit principalement des crochets en acier galvanisé permettant de suspendre les carcasses afin d'éviter les contaminations par les linges souillées ou par les mains pour faciliter les manœuvres et éviter des fatigues aux manutentionnaires.
Nettoyage et désinfection	Les crochets sont chaque fois utilisés et réutilisés, sans jamais être nettoyés ni désinfectés.

I.3 Mesures des températures et caractéristiques microbiologiques

I.3.1 Mesures des températures

Les résultats bruts obtenus sont consignés dans les tableaux **XXV** et **XXVI** situés en annexe 10 et 11.

Cependant, seules les valeurs moyennes et extrêmes indiquant les variations au cours de la période d'activité allant du 19 août 2011 au 26 octobre 2011, sont présentées dans ce paragraphe.

I.3.1.1 Evolution des paramètres de la réfrigération étudiés

I.3.1.1.1 Température ambiante des chambres froides

L'analyse des **tableaux XII** et **XIII** ci-dessous montre que la moyenne de la température ambiante dans la chambre 3 (**+11,65°C**) est supérieure à celle de la chambre 4 (**+10,47°C**). Elle varie en fonction du temps au cours de la journée.

On peut donc observer des valeurs extrêmes pouvant atteindre un maximum de **+16,61°C** (chambre 3) et une baisse notable avec un minimum de **+7,75°C** (chambre 4).

Tableau XII : Variations de la température ambiante dans la chambre froide n°3 au cours de la journée.

Temps (h)	17	22	4
Température	Maximale	Moyenne	Minimale
Valeurs (°C)	+16,61 ±3,05	+11,65 ±1,52	+9,24 ±2,02

Tableau XIII : Variations de la température ambiante dans la chambre froide n°4 au cours de la journée.

Temps (h)	17	22	4
Température	Maximale	Moyenne	Minimale
Valeurs (°C)	+13,8 ±1,60	+10,47 ±1,48	+7,75 ±1,71

La moyenne obtenue (**tableau XIV**) au cours de la période d'étude dans les chambres de conservation de la SOGAS est de **+11,06°C±0,88**.

Tableau XIV : Moyenne de la température ambiante dans les chambres froides au cours de la période d'étude

Mois	19 août -26 octobre 2011
Température moyenne (°C)	+11,06°C±0,88

I.3.1.1.2 L'humidité relative dans les chambres froides

L'analyse des **tableaux XV** et **XVI** ci-dessous montre que la moyenne de l'humidité relative dans la chambre 3 et 4 varie en fonction du temps au cours de la journée.

Ainsi on a enregistré quelquefois des valeurs maximales de **68,66%** (chambre 3), **76,25%** (chambre 4) et des valeurs minimales de **63,21%** (chambre 3), **51,21%** (chambre 4).

Tableau XV : Variations de l'humidité relative dans la chambre froide n° 3 au cours de la journée.

Temps (h)	17	22	4
Humidité relative	Maximale	Moyenne	Minimale
Valeurs (%)	68,66 ±15,76	66,97 ±16,17	63,21 ±17,38

Tableau XVI : Variations de l'humidité relative dans la chambre froide n° 4 au cours de la journée.

Temps (h)	17	22	4
Humidité relative	Maximale	Moyenne	Minimale
Valeurs (%)	76,25 ±10,87	66,17 ±16,10	51,21 ±10,75

La valeur moyenne (**tableau XVII**) obtenue au cours de la période d'étude est de **66,57 ±0,56**.

Tableau XVII: Variation de l'humidité relative dans les chambres froides au cours de la période d'étude

Mois	19 août-26 octobre 2011
Humidité relative moyenne (%)	66,57±0,56

I.3.1.1.3 Vitesse de l'air ou ventilation dans les chambres froides

La vitesse de l'air obtenue à la sortie des évaporateurs dans la chambre 3 et 4 est respectivement de l'ordre de **2,5 m.s⁻¹± 0,82** et **3,38 m.s⁻¹ ±0,88**.

La vitesse moyenne de l'air obtenue dans les chambres de stockage de la SOGAS est de :

$$V_m = 2,96 \text{ m.s}^{-1} \pm 0,59$$

Cette valeur est relativement constante. Elle ne varie pas au cours de la journée et en fonction des mois. Cependant, elle varie en fonction de la température ambiante.

Elle est nulle lorsque les compresseurs arrêtent de fonctionner : c'est le dégivrage.

I.3.1.1.4 Encombrement des chambres froides

La répartition des carcasses dans les chambres 3 et 4 ne se fait pas de façon équitable. On constate que la chambre 3 (**86** carcasses) comporte moins de carcasses, alors que la chambre 4 compte plus de carcasses (**93** carcasses). Le **tableau XVIII** illustre le nombre moyen de carcasses stockées par jour et par chambre pendant la période d'étude. L'analyse qui en découle est que le nombre de carcasses varie en fonction des mois. Il dépend de la production journalière mais aussi mensuelle.

Tableau XVIII : Nombre moyen de carcasses stockées par jour et par chambre pendant la durée d'étude

Mois	19 août – 19 septembre	19 septembre – 26 octobre
Nombre de carcasses/jour	77	93

La moyenne de carcasses par jour et par chambre obtenues au cours de notre période d'étude est de **85** carcasses.

I.3.1.1.5 Evolution de la température à cœur des carcasses dans les chambres froides au cours de la conservation

Les tableaux XIX et XX ci-dessous montrent que la température à cœur des carcasses baisse progressivement en fonction du temps. On a constaté que lors des premières mesures la température est de moitié après la première phase de ressuage

(soit **+20,42°C**). Puis, elle évolue jusqu'à atteindre la valeur moyenne de **+12,9°C** dans les deux chambres de stockage le matin à 4 heures. Il est également important de noter qu'aux premières heures, on enregistre une baisse importante de la température à cœur sur les carcasses chaudes. Cette baisse est de **3,5°C** toutes les 4 heures. Par la suite, il y a une phase de stagnation de la température.

Tableau XIX : Variations de la température à cœur des carcasses dans la chambre froide 3 au cours de la conservation.

Temps (h)	t₀	t₁	t₂	t₃
T.C (°C)	20,36 ±3,87	16,54±2,70	13,87±2,34	13,12±1,88

t₀= début des relevés ; t₁= 4h après ; t₂= 8h après ; t₃= 12h après

Tableau XX : Variations de la température à cœur des carcasses dans la chambre froide 4 au cours de la conservation

Temps (h)	t₀	t₁	t₂	t₃
T.C (°C)	20,48 ±4,26	15,64±2,87	12,58±2,40	12,7±1,58

t₀= début des relevés ; t₁= 4h après ; t₂= 8h après ; t₃= 12h après

Le **tableau XXI** montre que la valeur moyenne de la température à cœur des carcasses au cours de la réfrigération dans les chambres de stockage de la SOGAS est de l'ordre de **+ 15,61°C**.

Tableau XXI: Moyenne de la température à cœur des carcasses pendant la durée d'étude

Mois	19 août-26 octobre 2011
Température à cœur	+15,61±0,44

I.3.2 Caractéristiques microbiologiques

Les résultats bruts obtenus sont consignés dans les tableaux XXXI et XXXII placés en annexe 16 et 17. Ne sera présentée que la qualité bactériologique des 25 carcasses bovines de la manière suivante :

-l'évaluation de la contamination globale des carcasses ;

-l'évaluation de la charge bactérienne de chaque flore sur chaque site étudié, à savoir l'épaule et le flanc.

I.3.2.1 Evaluation de la contamination globale des carcasses bovines

Les résultats présentés dans le **tableau XXII** indiquent que les moyennes globales des flores de contamination les plus élevées, sont enregistrées au niveau de l'épaule avec une prédominance de la flore mésophile aérobie totale (**5,36 log₁₀UFC/cm²** avant réfrigération et **5,94 log₁₀UFC/cm²** après réfrigération) et suivies des coliformes thermotolérants (**1,12 log₁₀UFC/cm²** avant réfrigération et **2,21 log₁₀UFC/cm²** après réfrigération). Tandis que les moyennes globales des flores de contamination les moins élevées sont enregistrées au niveau du flanc, pour la flore mésophile aérobie totale (**4,22 log₁₀UFC/m²** avant réfrigération et **3,86 log₁₀UFC/cm²** après réfrigération) et les coliformes thermotolérants (**0,53 log₁₀UFC/cm²** avant réfrigération et **1,11 log₁₀UFC/cm²** après réfrigération).

Tableau XXII : Moyenne globale des flores de contamination par site de prélèvement sur 25 carcasses bovines.

FLORES	SITE DE PRELEVEMENT				MOYENNE (log ₁₀ ufc/cm ²)	
	EPAULE Moy ± Ectype		FLANC Moy ± Ectype		Avant réfrigération	Après réfrigération
	Avant réfrigération	Après réfrigération	Avant réfrigération	Après réfrigération		
FMAT	5,36±2,11	5,94±2,5	4,22±2,17	3,86±2,17	4,79±2,14	4,90±2,33
CT	1,12 ±1,48	2,21 ± 2,02	0,53±1,33	1,11±1,65	0,82±0,41	1,66±0,77

FMAT : Flore Mésophile Aérobie Totale ; **CF** : Coliformes thermotolérants ; **Moy**: moyenne logarithmique du nombre d'Unités Formant Colonies (ufc) pour la surface de 1cm² ; **Ectype**: Ecart type.

La **figure15** montre que sur 100 échantillons analysés, la flore de la contamination globale des carcasses est constituée essentiellement de la flore mésophile aérobie totale répartie avant réfrigération ($4,79 \log_{10}\text{UFC}/\text{cm}^2$) et après réfrigération ($4,90 \log_{10}\text{UFC}/\text{cm}^2$), suivie par les coliformes thermotolérants avant réfrigération ($0,82 \log_{10}\text{UFC}/\text{cm}^2$) et après réfrigération ($1,66 \log_{10}\text{UFC}/\text{cm}^2$).

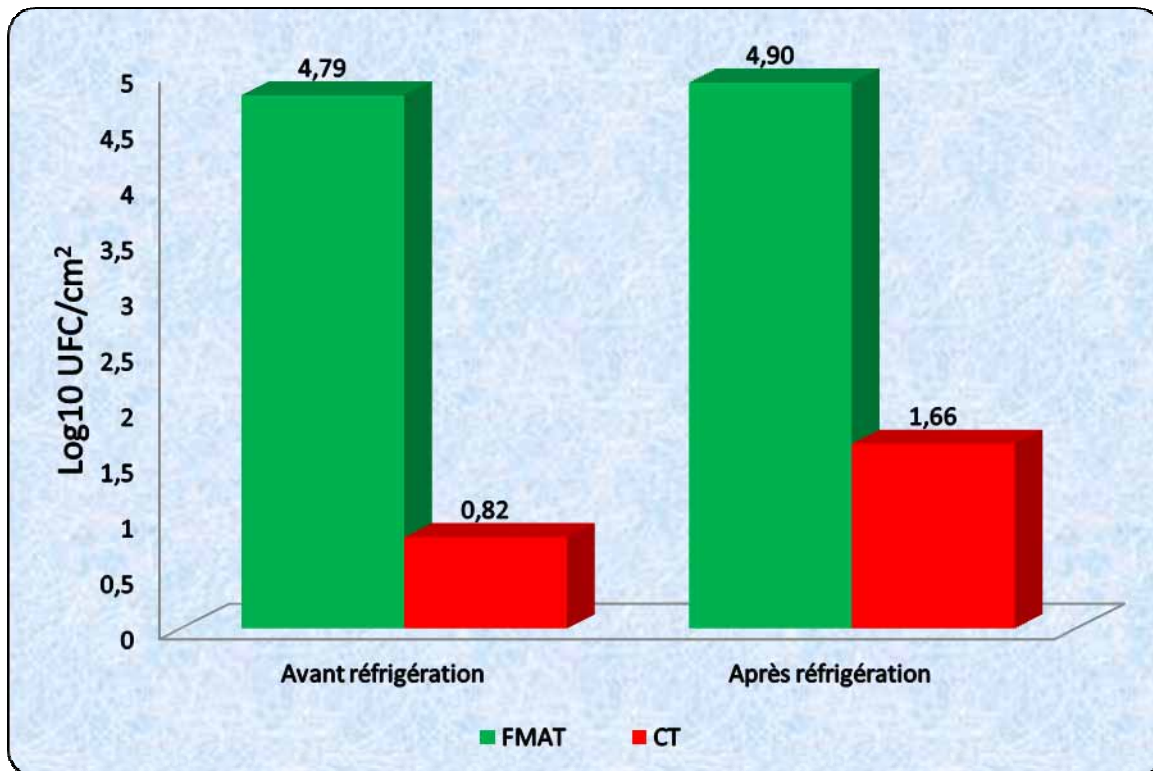


Figure 15: Fréquence des flores bactériennes isolées dans la contamination globale de 25 carcasses.

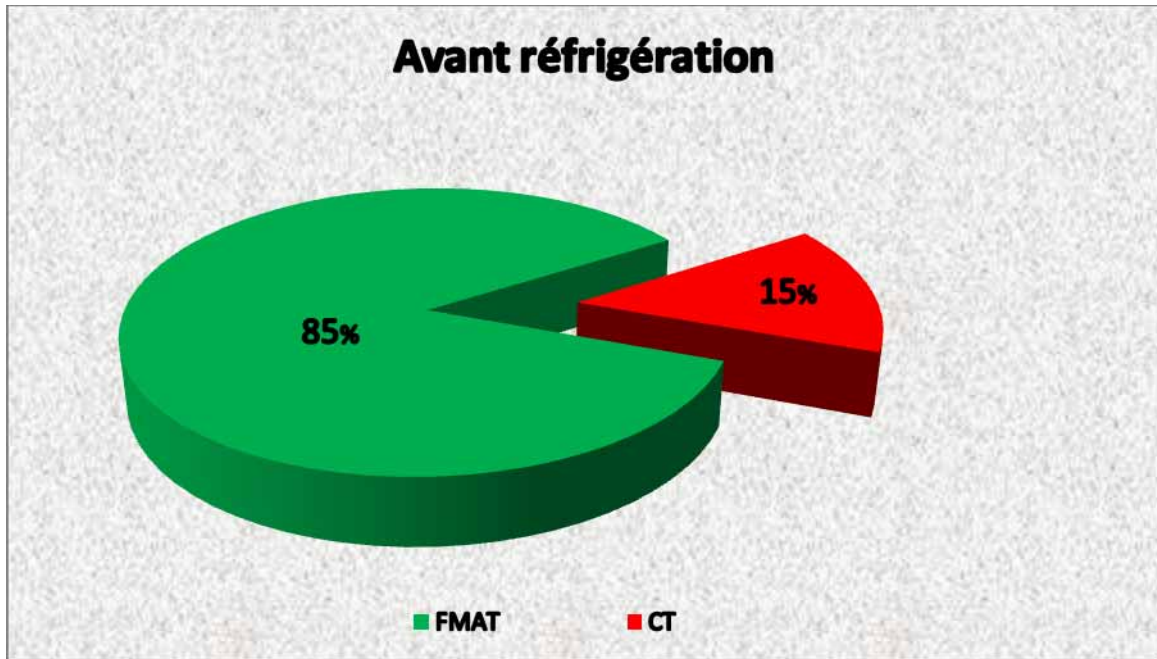


Figure 16: Pourcentage des flores bactériennes isolées dans la contamination globale de 25 carcasses avant réfrigération.

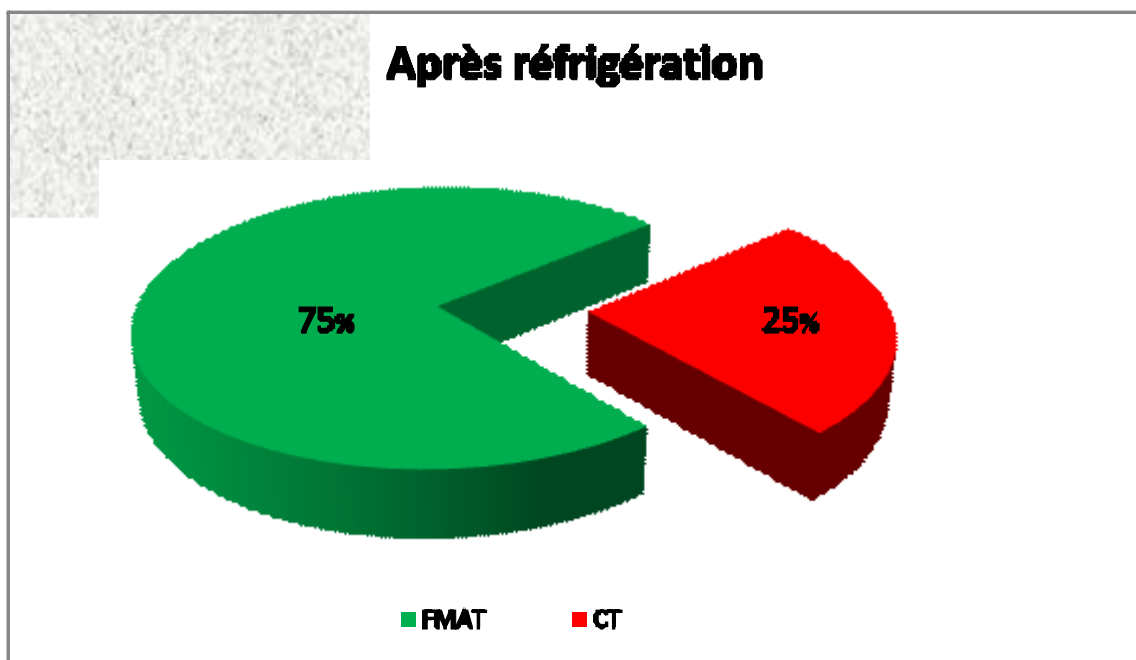


Figure 17: Pourcentage des flores bactériennes isolées dans la contamination globale de 25 carcasses après réfrigération.

Les figures **16** et **17** montrent qu'en termes de pourcentage, la flore mésophile aérobie totale représente, à elle seule, les proportions les plus importantes, tandis que les coliformes thermotolérants sont représentés par les proportions les moins importantes. Pour la flore mésophile aérobie totale, on a respectivement avant et après réfrigération **85%** et **75%** de la flore dénombrée et pour les coliformes thermotolérants, on a **15%** avant réfrigération et **25%** après réfrigération.

I.3.2.2 Evaluation de la charge bactérienne par site

I.3.2.2.1 Epau

a) La flore aérobie mésophile totale

Pour la flore mésophile aérobie totale avant réfrigération, 23 échantillons (**92%**) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation et 2 échantillons (**8%**) sont indénombrables. Donc ne pouvant pas être interprétés. Cependant, après réfrigération 22 échantillons (**88%**) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation et 3 échantillons (**12%**) sont indénombrables. Donc non interprétables (tableau **XXIII**).

La moyenne logarithmique du taux de contamination est de l'ordre de **5,36 log₁₀UFC/cm²** sur les 23 carcasses avant réfrigération et de l'ordre de **5,94 log₁₀UFC/cm²** sur les 22 carcasses après réfrigération.

b) Les coliformes thermotolérants

Pour les coliformes thermotolérants avant la réfrigération, 19 échantillons (**76%**) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation et 6 échantillons (**24%**) sont indénombrables (non interprétables). Cependant, après réfrigération 19 échantillons (**76%**) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation et 6 échantillons (**24%**) sont indénombrables (non interprétables) (tableau **XXIII**).

La moyenne logarithmique du taux de contamination est de l'ordre de **1,12 log₁₀ UFC/cm²** sur les 19 carcasses avant réfrigération et de l'ordre de **2,21 log₁₀ UFC/cm²** sur les 6 carcasses après réfrigération.

Tableau XXIII: Moyenne de la charge bactérienne de chaque flore par site (Epaule)

	avant réfrigération	après réfrigération	avant réfrigération	après réfrigération
Carcasse 1	- 0,52	- 0,52	4,6	4,7
Carcasse 2	-1	0,8	2,5	4,8
Carcasse 3	0,17	0,23	7,008	6,25
Carcasse 4	3,25	300 /10 ⁻²	9,4	300 /10 ⁻⁴
Carcasse 5	< 1/10 ⁻²	< 1/10 ⁻²	4,65	6,7
Carcasse 6	0,83	2,9	8,6	9,3
Carcasse 7	< 1/10 ⁻²	4,7	< 100	300 /10 ⁻⁴
Carcasse 8	3,3	0,14	< 100	7,3
Carcasse 9	< 1/10 ⁻²	< 1/10 ⁻²	1,1	0,11
Carcasse 10	< 1/10 ⁻²	< 1/10 ⁻²	5,3	3,2
Carcasse 11	0,87	3,4	5,3	8,8
Carcasse 12	< 1/10 ⁻²	< 1/10 ⁻²	2,9	3,4
Carcasse 13	3,3	5,02	6,6	8,7
Carcasse 14	2,4	4,9	6,8	300 /10 ⁻⁴
Carcasse 15	- 0,39	0,98	4,5	5,1
Carcasse 16	0,07	0,204	4,9	5,3
Carcasse 17	2,86	5,2	6,3	8,9
Carcasse 18	0,62	0,97	4,6	6,9
Carcasse 19	0,95	1,16	3,003	3,08
Carcasse 20	0,44	0	3,01	4,8
Carcasse 21	-0,09	0,96	4,7	4,8
Carcasse 22	-0,3	< 1/10 ⁻²	4,9	3,1
Carcasse 23	1,18	2,9	6,7	7,4
Carcasse 24	300 /10 ⁻²	5,004	9,04	9,1
Carcasse 25	3,38	3,16	6,9	9,003
Moyenne	1,12±1,48	2,21±2,02	5,36±2,11	5,94±2,5

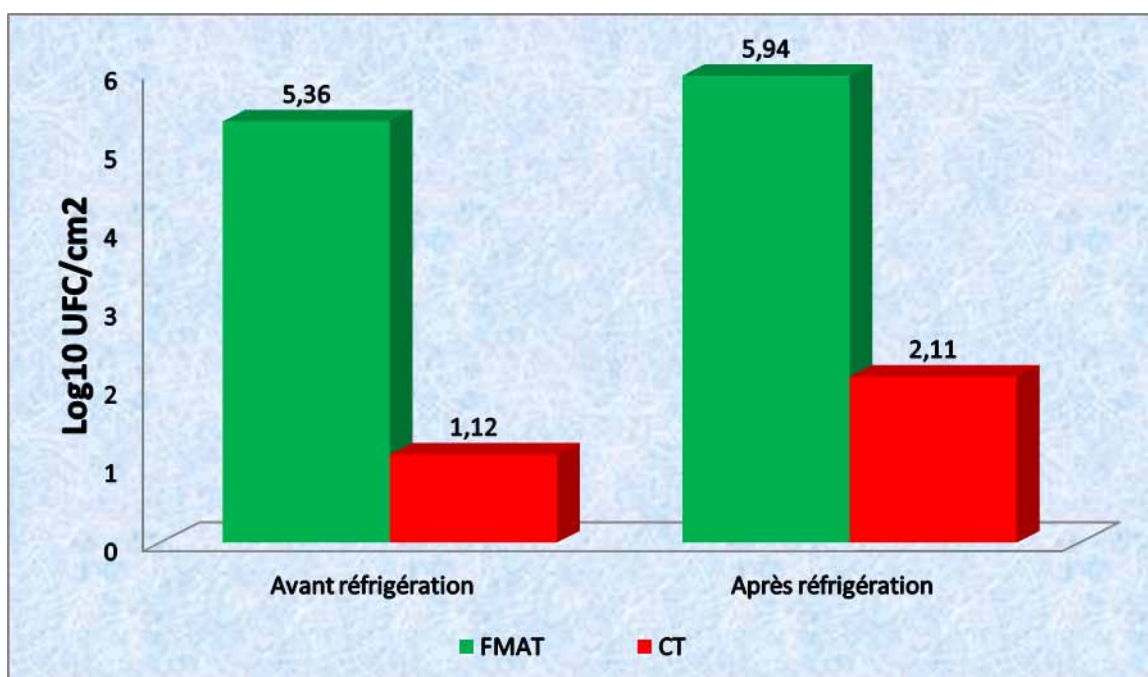


Figure 18 : Contamination de l'épaule par la FMAT et les CT avant et après la réfrigération

La **figure18** indique une augmentation des colonies bactériennes (après réfrigération) avec une prédominance de la flore mésophile aérobie totale (**5,94 log₁₀UFC/cm²**) suivie des coliformes thermotolérants (**2,11 log₁₀UFC/cm²**). Alors qu'au préalable, on note un faible taux de colonies avant réfrigération (**5,36 log₁₀UFC/cm²**) pour la flore mésophile aérobie totale et (**1,12 log₁₀ UFC/cm²**) pour les coliformes thermotolérants.

I.3.2.2.2 Flanc

a) La flore mésophile aérobie totale

Pour la flore mésophile aérobie totale avant réfrigération, 24 échantillons (**96%**) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation et 1 échantillon (**4%**) est indénombrable. Donc non interprétable. Cependant, après réfrigération 25 échantillons (**100%**) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation (tableau **XXIV**).

La moyenne logarithmique du taux de contamination est de l'ordre de **4,22 log₁₀ UFC/cm²** sur les 24 carcasses avant réfrigération et de l'ordre de

3,86 log₁₀ UFC/cm² sur les 25 carcasses après réfrigération.

b) Les coliformes thermotolérants

Pour les coliformes thermotolérants avant réfrigération, 20 échantillons (**80%**) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation et 5 échantillons (**20%**) sont indénombrables. Donc non interprétables. Cependant, après réfrigération 19 échantillons (**76%**) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation et 6 échantillons (**24%**) sont indénombrables. Donc non interprétables (tableau **XXIV**).

La moyenne logarithmique du taux de contamination est de l'ordre de **0,53 log₁₀ UFC /cm²** sur les 20 carcasses avant réfrigération et de l'ordre de **1,11 log₁₀ UFC /cm²** sur les 19 carcasses après réfrigération.

Carcasses	C.T ($\log_{10}\text{UFC}/\text{cm}^2$)		FMAT ($\log_{10}\text{UFC}/\text{cm}^2$)	
	Avant réfrigération	Après Réfrigération	Avant réfrigération	Après réfrigération
Carcasse 1	- 0,52	- 0,52	3,2	5,24
Carcasse 2	-1	0,91	5,02	5,2

Tableau XXIV : Moyenne de la charge bactérienne de chaque flore par site (Flanc)

Carcasse 3	-0,52	0,58	4,6	4,9
Carcasse 4	3,21	$>3.10^4$	7,1	9,01
Carcasse 5	0	0,41	4,94	4,9
Carcasse 6	0	0,54	5,24	4,9
Carcasse 7	$< 1/10^{-2}$	2,9	< 100	6,6
Carcasse 8	2,7	1,01	7,34	5,03
Carcasse 9	- 0,22	0,82	4,9	3,2
Carcasse 10	- 0,7	- 0,7	5,03	1,51
Carcasse 11	$< 1/10^{-2}$	0,95	2,82	2,9
Carcasse 12	1,4	3,24	6,6	6,9
Carcasse 13	-1	< 100	1,17	2,3
Carcasse 14	1,05	4,7	4,8	6,8
Carcasse 15	0,15	-1	0,1	0,6
Carcasse 16	0,78	0,97	4,5	4,8
Carcasse 17	1,24	3,5	4,3	6,8
Carcasse 18	0,36	0,36	4,2	3,05
Carcasse 19	$< 1/10^{-2}$	$< 1/10^{-2}$	1,4	0,7
Carcasse 20	0	$< 1/10^{-2}$	3,2	1,2
Carcasse 21	$< 1/10^{-2}$	$< 1/10^{-2}$	0,44	0,17
Carcasse 22	-1	$< 1/10^{-2}$	0,85	0,95
Carcasse 23	0,28	-0,3	2,8	3,3
Carcasse 24	$300/10^{-2}$	3,5	8,6	8,6
Carcasse 25	2,96	- 0,69	5,1	3,1
Moyenne	0,53±1,33	1,11±1,65	4,22±2,17	3,86±2,47

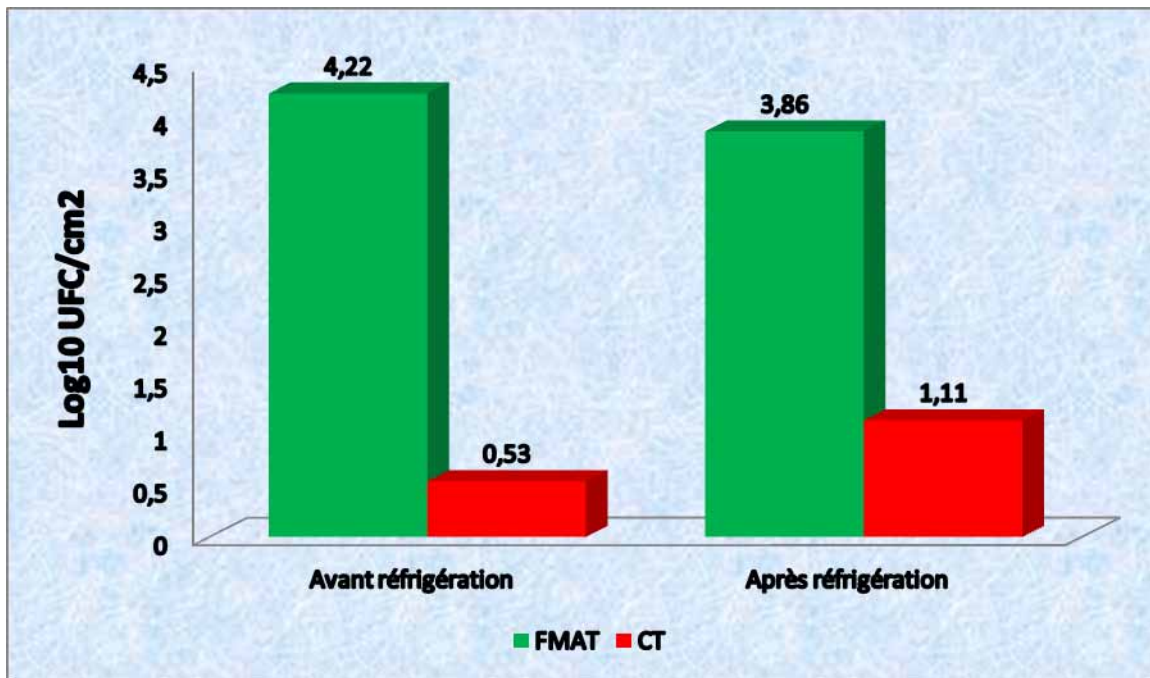


Figure 19 : Contamination du flanc par la FMAT et les CT avant et après la réfrigération.

La **figure 19** montre une diminution de la flore mésophile aérobie totale et une augmentation des coliformes thermotolérants après réfrigération. On observe pour la flore mésophile aérobie totale un taux de colonies élevé (**4,22 log₁₀ UFC/cm²**) avant réfrigération et un faible taux de colonies (**3,86 log₁₀ UFC/cm²**) après réfrigération. Pour les coliformes thermotolérants, on a enregistré un faible taux de colonies (**0,53 log₁₀ UFC/cm²**) avant réfrigération et un taux de colonies élevé (**1,11 log₁₀ UFC/cm²**) après réfrigération.

-Récapitulatif :

La flore mésophile aérobie totale est prédominante au niveau de la contamination globale ou au niveau de chaque site, l'épaule est la plus contaminée par cette flore avec une valeur de **5,65 log₁₀ UFC /cm²** (soit **5,36 log₁₀ UFC /cm²** avant réfrigération et **5,94 log₁₀ UFC /cm²** après réfrigération) suivie par le flanc **4,04 log₁₀ UFC /cm²** (soit **4,22 log₁₀ UFC /cm²** avant réfrigération et **3,86 log₁₀ UFC /cm²** après réfrigération) (**figure20**).

Les coliformes thermotolérants secondent la flore mésophile aérobie totale que ce soit au niveau de la contamination globale ou au niveau de chaque site, l'épaule est la plus contaminée par cette flore avec une valeur de **1,66 log₁₀ UFC /cm²**

(soit $1,12 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ avant réfrigération et $2,21 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ après réfrigération) suivie par le flanc $0,82 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ (soit $0,53 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ avant réfrigération et $1,11 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ après réfrigération) (figure21).

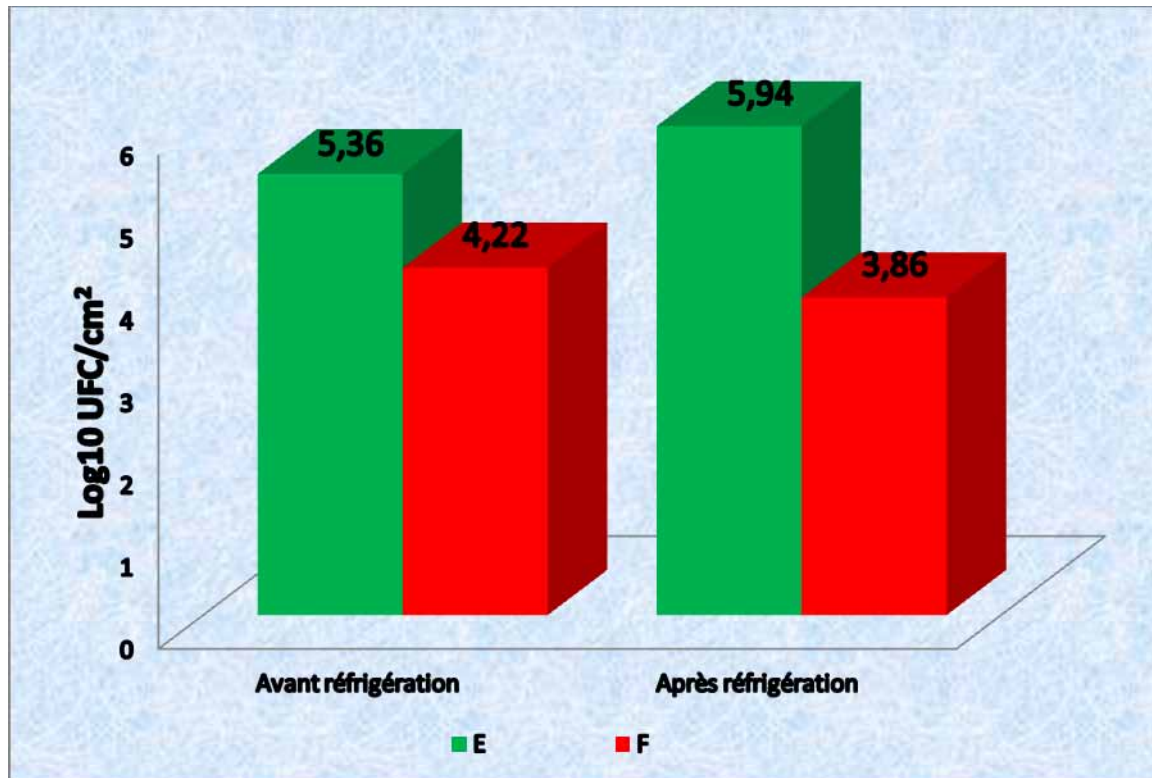


Figure 20: Contamination des carcasses bovines par la FMAT (E : épaule ; F : flanc)

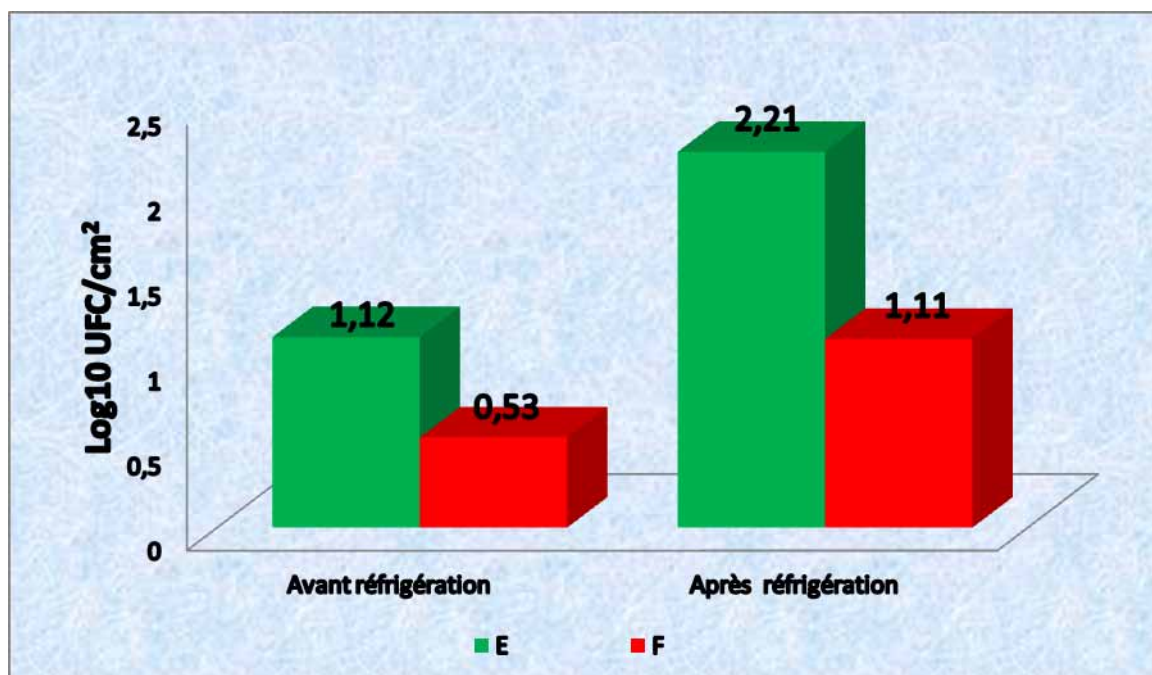


Figure 21: Contamination des carcasses bovines par les CT (E : épaule ; F : flanc)

II. DISCUSSION

II.1 Les Enquêtes

Les enquêtes menées sur le terrain, ont permis de bien appréhender l'aspect technologique du ressuage et d'apprécier l'hygiène relative aux 5M aux abattoirs de Dakar.

Les chambres froides de la SOGAS ont fait l'objet de réhabilitation pour assurer un traitement adéquat des carcasses par le froid et de garantir la sécurité des consommateurs avec des viandes de qualité satisfaisante.

Cette vision est partagée par l'institut international du froid [52] qui souligne l'importance du trépied de Monvoisin. Un froid précoce et continu en ce sens que, son application doit être systématique de la production à la consommation du produit (de la fourche à la fourchette). Ce froid continu est appelé communément «Chaine de froid». D'autre part, pour des aspects sanitaires, **ROSSET (1982)** s'y joint en stipulant que la viande ne doit héberger qu'un nombre limité de germes d'altération. Elle doit être exempte de tous contaminants dangereux tels que les polluants chimiques, les virus, les parasites, mais aussi les microorganismes susceptibles de provoquer une intoxication alimentaire chez le consommateur.

Cependant, de nombreuses incompatibilités ont été notées, notamment au niveau du ressuage, du mode d'utilisation et de l'hygiène des chambres froides.

II.2 Le ressuage

Ce procédé de la réfrigération des viandes présente beaucoup d'insuffisances, si l'on s'en tient aux critères exposés par **MANN (1962)** dans « Préparation des viandes dans les pays sous développés ». Cet aspect de chose peut s'expliquer par le manque de formation professionnelle du personnel et dans une autre mesure par l'absence de contrôle par l'autorité compétente. En effet, les carcasses bovines ne subissent pas un ressuage convenable. La première étape qui consiste à les soumettre à une réfrigération rapide n'est pas bien adaptée. Car le rendement des évaporateurs est très insuffisant dans la salle du ressuage. Elle reflète de très loin l'idée que **ROSSET (1995)** se fait du ressuage. Comme quoi, il s'agit d'une opération qui consiste à

soumettre les viandes aux températures aussi bien basses que possible, mais supérieures au point de congélation en vue d'assurer leur conservation à court terme.

En abattage, le ressuage est une phase du procédé qui peut avoir de multiples incidences sur la qualité du produit. Les risques de défaut de qualité liés à un mauvais ressuage concernent aussi bien la qualité sensorielle (couleur, exsudation, tendreté) que la qualité sanitaire du produit, de même que les conditions de conservation des produits.

Le temps de demi-refroidissement des carcasses est très court (environ 4 heures) et parfois non respecté. Alors que **NEIRAC** cité par **FROUIN** et **DANIELLE [38]** constate dans « Techniques frigorifiques modernes » que, les installations modernes les mieux équipées permettent d'obtenir un demi-refroidissement de l'ordre de 4 à 7h pour les bovins en utilisant des vitesses d'air de l'ordre de 3 m/s. Or dans notre contexte, on est bien loin des installations modernes auxquelles font allusion les auteurs précités. Il faut certainement beaucoup plus de temps que cette durée de 4 heures qui parfois n'est pas suivie.

La première phase de ressuage dite réfrigération rapide ne s'accompagne pas d'une réfrigération modérée (seconde phase du ressuage). Après la salle de réfrigération rapide, les carcasses sont convoyées dans la salle dite de stockage jusqu'au lendemain. D'autres carcasses passent outre la première phase du ressuage vers la salle de stockage. Ce qui nous permet de dire, qu'on est en déphasage au regard des enseignements de **CERCLES (1977)**. Ce dernier cité par **FROUIN** et **DANIELLE [38]** préconise deux étapes de ressuage : la première étant une réfrigération beaucoup plus énergétique que la deuxième.

Cet amalgame, nous permet tout simplement d'affirmer qu'aux abattoirs de Dakar, on ne fait pas de stockage des viandes. Car le stockage intervient normalement 24 heures après le ressuage des carcasses dans les chambres destinées à cet usage. Donc, c'est à tort qu'on parle des chambres de stockage.

Cependant, la durée des carcasses dans les chambres froides n'atteint pas 24 heures, comme l'exige la réglementation sénégalaise. Elle est d'environ 12 heures, par conséquent les carcasses n'ont pas suffisamment de temps afin que la température à

cœur puisse être de +7°C et +3°C pour les abats, selon les dispositions réglementaires françaises [38].

Des insuffisances ont été aussi notées au niveau de l'hygiène générale.

II.3 L'hygiène

Les pratiques d'hygiène observées sont pour la plupart contraires aux prescriptions des principes généraux d'hygiène alimentaire [105].

La propreté vestimentaire laisse à désirer en ce sens que, les tenues sont sales et non renouvelées quotidiennement. D'où les manutentionnaires sont obligés de porter la même tenue tout au long de la semaine pour en prendre soin, quelquefois, que les week-ends. A ce sujet **ROZIER** cité par **DIEYE** [26] estime que les vêtements recueillent facilement les microbes, les graisses et les délivrent de la même façon.

Ces manquements peuvent être dus par le fait, qu'il n'existe pas un service de buanderie aux abattoirs de Dakar. Dont le rôle serait de nettoyer les tenues sales, afin de promouvoir la propreté vestimentaire et par conséquent l'hygiène de la viande.

Pour ce qui est de l'hygiène de la viande, les bonnes pratiques d'hygiène ne sont pas appliquées convenablement pour réduire les sources potentielles de contamination. Nos observations peuvent être comparées à celles de **DIEYE (2011)** qui a noté des écarts au niveau de la préparation des viandes en martelant sur deux points majeurs (la dépouille et l'éviscération).

Par ailleurs, l'hygiène post-abattage montre que les carcasses sont exposées à de multiples sources de contamination. Les principales demeurent le contact permanent des mains des opérateurs sur les surfaces exposées des carcasses, le contact des surfaces dépouillées entre carcasses, les manipulations inutiles des carcasses par les chevillards.

Ces observations récurrentes peuvent s'expliquer par le fait que, la chaîne de transfert des carcasses cesse d'être automatique après le poste de pesée.

Ce qui oblige les manutentionnaires de pousser les carcasses manuellement pour la suite du transfert vers les chambres froides. Ce transfert manuel contribue de façon considérable à la contamination des carcasses. Car plusieurs objets souillés passent sous les mains des opérateurs. Elles interviennent aussi dans les actes de politesse comme la salutation. Le manque de postes d'hygiène permettant aux opérateurs de se

laver les mains souillées et l'existence des coins d'aisance répugnant aggravent la contamination de la viande.

L'absence d'ordre dans les locaux (locaux de préparation ou locaux de refroidissement) est la cause de la présence anarchique des chevillards dans le circuit des carcasses. Ce qui entraîne des manipulations délibérées sans aucune interdiction. Le portage des carcasses sur le dos par les chevillards au détriment des dispositifs de transfert de charge, fait aussi parti des tristes observations qui compromettent l'hygiène des viandes. C'est pourquoi, une évaluation de l'efficacité des paramètres de la réfrigération a été mise en œuvre, en même temps des analyses de laboratoire pour évaluer la qualité bactériologique des carcasses.

II.4 Mesures de température

II.4.1 Température ambiante des chambres froides

Plusieurs auteurs à l'image de **GNANDJI [40]** ; **COME et al. [18]** s'accordent sur le fait que la température ambiante est l'un des facteurs les plus importants de la réfrigération. Elle doit être très basse, la plus constante que possible mais aussi très homogène [18], [22] et [40]. La température ambiante enregistrée dans les chambres de stockage de la SOGAS n'est ni très basse, ni constante et ni très homogène. Pour se rendre à l'évidence, avec une valeur moyenne de **+11,06°C**, elle subit d'importantes perturbations. On note des remontées de température avec un maximum pouvant atteindre **+15,20°C**. Par ailleurs, elle peut s'abaisser jusqu'à une valeur minimale de l'ordre de **+9,24°C** le matin à la réouverture des chambres froides. Cette température baisse de **3°C à 4°C** toutes les 4 heures.

Nos résultats ont montré des températures élevées au niveau de la chambre 3 par rapport à la chambre 4. Cette différence peut s'expliquer par l'absence des ventilateurs enregistrée dans certains évaporateurs de la chambre 3. D'où un rendement faible de la production frigorifique. **DANIEL (1972)** souligne l'importance des ventilateurs dans la mesure où ils permettent aux chambres froides d'être convenablement ventilées par un bon brassage d'air évitant des zones stagnantes, génératrices de microclimats chauds et humides.

La variation de la température ambiante qui est de **+15,20°C** à la fermeture des portes (16h00, 17h00) et de **+9,24°C** le matin (4h30mn) est loin de participer au degré de refroidissement escompté au cours de la réfrigération des carcasses.

Car, **LETANG** cité par **BALDE (2008)** a démontré dans « l'étude de la cinétique de refroidissement de carcasses de gros bovins pendant la réfrigération » que, pour une température ambiante de **+8°C**, la température à cœur de **+15°C** est obtenue qu'au bout de 15h. Ce qui nous permet d'affirmer que l'on est bien loin des conditions optimales. Nos résultats peuvent être appuyés par ceux de **SEYDI et FAYE (1990) [94]** qui ont rapporté que la température ambiante dans les chambres froides des abattoirs de la SOGAS est rarement inférieure à **+8°C**. Ils peuvent aussi être confirmés par ceux de **BALDE (2008)** qui a noté des remontées avec un maximum pouvant atteindre quelquefois **+19°C** et une baisse notable avec un minimum de **+6°C** à la réouverture des chambres de stockage.

Les perturbations de la température ambiante peuvent s'expliquer par l'influence du mode d'utilisation des chambres froides par les usagers. Ainsi, on note la réintroduction dans les chambres de conservation des quartiers invendus, passant plusieurs heures dans le local de vente où la température est élevée. Cette opération dure quelques minutes (30 minutes) et est voisine à celle observée par **BALDE (2008)**.

Ce moment constitue également l'occasion pour les chevillards de s'introduire en masse dans les chambres froides, pour y déposer chacun sa part de viande non écoulée. De ce fait une évidence peut être établie, c'est que la chaleur dégagée par l'activité humaine (chevillards), par les lampes et les carcasses insuffisamment refroidies contribuent à l'augmentation de la température ambiante.

Par ailleurs, cette augmentation peut être imputée d'une part aux ouvertures permanentes et prolongées des portes des chambres de conservation. Ce qui favorise un important échange thermique entre le milieu extérieur plus chaud (**+30°C**) et le milieu intérieur des chambres moins chaud. Il n'est donc pas surprenant d'obtenir une température ambiante avoisinant les **+16°C**. Cette valeur est légèrement inférieure à celle observée par **BALDE (2008)** avoisinant les **+20°C**.

On a constaté que l'absence de régulation sur la durée d'ouverture des portes fait perdre l'avantage des températures relativement basses acquises pendant la fermeture des chambres froides. Lesquelles peuvent être quelques fois de $+7^{\circ}\text{C}$ le matin à l'ouverture.

D'autre part, l'isolation des chambres froides peut être mise en cause notamment par des fuites de froid à travers les parois des portes dont les joints sont défectueux. A cela s'ajoute le stockage des carcasses des petits ruminants non refroidies dans les mêmes locaux que les carcasses bovines. D'après **MARTINEAU et al. (2005)** l'introduction dans une chambre froide contenant déjà de la viande réfrigérée, des quartiers chauds ou insuffisamment refroidis, provoquent une condensation sur la viande froide, ce qui entraîne son poissage [69]. Il est donc préférable de n'introduire, dans une chambre froide de conservation et de maturation, que de la viande préalablement ressuée et refroidie à une température aussi voisine que possible de la température de cette chambre froide.

En plus, la défaillance des ventilateurs, dont le rôle est d'extraire les frigories des évaporateurs pour les diffuser dans les chambres, peut aussi jouer un rôle essentiel dans le phénomène de température élevée. Car les frigories générées dans l'évaporateur ne pouvant pas être injectées dans les locaux grâce aux ventilateurs. Elles ne peuvent donc pas contribuer efficacement à abaisser la température ambiante. La moyenne de la température ambiante obtenue dans les chambres de stockage de la SOGAS est de $+11,06^{\circ}\text{C}\pm 0,88$. Cette valeur est légèrement inférieure à celle trouvée ($+13,3^{\circ}\text{C}\pm 1,46$) par **BALDE (2008)**, si l'on considère les 3 premiers mois de sa durée d'étude correspondant à la nôtre, c'est-à-dire d'août à octobre. En réalité, il a travaillé sur une durée de 5 mois.

Il faut noter que cette moyenne varie en fonction du temps. D'où les valeurs moyennes au cours des trois mois, où il fait excessivement chaud, sont de $+11,11^{\circ}\text{C}\pm 2,4$ (19 août – 19 septembre) et $+11,06^{\circ}\text{C}\pm 1,5$ (19 septembre – 26 octobre). On peut noter que la variation en fonction du temps des moyennes mensuelles est relativement constante. Cependant, une évidence est perceptible du fait que ces résultats présentent une entorse vis-à-vis des normes en vigueur. Cela témoigne des contraintes de conservation de la viande dans les pays chauds où le

niveau technique et économique sont peu développés [53] et [51]. Avec ces valeurs, on s'écarte remarquablement des normes qui édictent une température ambiante comprise entre +0°C et +4°C.

Avec une durée de conservation de quatre à cinq semaines selon **GNANDJI A. et WADE** cités par **BALDE (2008)**. Les valeurs proposées par les normes françaises vont de +4°C à +2°C [14] et [103].

Selon **BALDE (2008)**, la durée maximale de conservation des carcasses dans les chambres froides aux abattoirs de Dakar est de quarante huit heures et atteint exceptionnellement cinq jours.

II.4.2 L'humidité relative dans les chambres froides

La température seule n'est pas suffisante pour assurer une bonne conservation. L'humidité relative a une grande influence, d'une part sur la perte de poids par évaporation et d'autre part sur le développement des microorganismes. Ce qui entraîne qu'elle présente des effets opposés suivant l'objectif recherché [22].

L'humidité relative notée dans les chambres de stockage de la SOGAS est variable.

Ce facteur important de la conservation varie entre **72,45%** et **57,21%** avec une moyenne de **66,57%**.

Cette valeur moyenne (**66,57%**) obtenue pendant la période d'étude, s'écarte de la norme qui est généralement fixée entre **85%** et **90%**.

Une telle humidité permet de diminuer de façon considérable les pertes de poids des carcasses, mais sera favorable à l'apparition des moisissures encore plus néfastes que la perte de poids (**DANIEL, 1972**). On devra donc se tenir dans une juste moyenne.

Si la température est de **0** à **+2°C**, l'hygrométrie sera de **75** à **80%** pour des carcasses entières, séjournant 2 à 3 semaines. Comme la température ambiante, l'humidité relative varie en fonction du temps. Les valeurs moyennes mensuelles sont de **58,72% ±9,37 (19 août-19 septembre)** et **74,97% ±11,23 (19 septembre-26 octobre)**.

Cette moyenne semble bien être inférieure à celle obtenue par **BALDE (2008)** et par **DANIEL [22]** dans son ouvrage « Conservation des viandes par le froid : production, transformation et commercialisation ».

II.4.3 La vitesse de l'air ou ventilation dans les chambres froides

La maîtrise de ce facteur conditionne de façon considérable l'efficacité de la réfrigération des carcasses bovines en phase de ressuage et de stockage. La vitesse de l'air obtenue à la sortie des évaporateurs est relativement constante dans les chambres froides. On note des valeurs de l'ordre de $2,5 \text{ m.s}^{-1} \pm 0,82$ et $3,38 \text{ m.s}^{-1} \pm 0,88$ pour une valeur moyenne de $2,96 \text{ m.s}^{-1} \pm 0,59$. Cette moyenne est supérieure à celle donnée dans les normes françaises qui est de $1,5 \text{ m.s}^{-1}$. Elle est aussi plus élevée que celle obtenue par **BALDE (2008)** correspondant à $1,65 \text{ m.s}^{-1}$.

Que cette vitesse de l'air soit élevée les points de vue divergent. Dans des essais en chambre froide commerciale **SCOTT** et **VICKERY (1939)** cité par **DUMONT [28]** ont confirmé que, plus la vitesse de l'air est grande plus la croissance microbienne est efficacement contrôlée par le biais d'une diminution de la teneur en eau des tissus.

On peut donc confirmer, qu'elle présente un certain avantage.

La vitesse de l'air varie dans certaines conditions. Elle est nulle pendant le cycle de dégivrage entraînant l'arrêt des compresseurs. Ce qui peut parfois provoquer des remontées de température dans les chambres de conservation. Mais des systèmes de contrôle permettent d'éviter les pics les plus élevés afin d'entretenir un air froid dans l'enceinte.

On a constaté plus qu'on s'éloigne des évaporateurs, la vitesse de l'air devient faible. Ce qui permet d'en déduire que les carcasses situées plus près des évaporateurs sont mieux refroidies que celles qui sont éloignées des évaporateurs.

Cela peut s'expliquer par la disposition défavorable des carcasses. Ce qui crée une mauvaise circulation de l'air froid dans les chambres froides. La bonne disposition indiquée par **DANIEL (1972)** est de 1 mètre linéaire pour trois quartiers. Or, le fait que plusieurs carcasses se touchent entre elles sans espace pour faciliter le passage d'air, constitue un obstacle privant les autres d'une meilleure pénétration du froid. Selon **GOUTEFONGEA [43]**, l'air a une double fonction ; assure le brassage et véhicule le froid. De ce fait, il faut concilier un brassage suffisant pour permettre le refroidissement et l'homogénéisation. Avec une agitation de l'air assez faible pour éviter une perte d'eau trop importante.

D'autre part, on peut relever l'effectif réduit des ventilateurs qui pourtant jouent un rôle déterminant dans la distribution et la répartition de l'air froid. **ROUX [90]** pense que pendant toute la durée du stockage, la circulation de l'air devra maintenir une uniformité raisonnable de l'hygrométrie et de la température. Ce qui nous amène à évoquer la puissance des installations frigorifiques qui doit être adaptée à la production frigorifique à fournir. Il s'avère que les installations frigorifiques de la SOGAS font souvent l'objet des critiques, selon lesquelles leur puissance est inférieure à celle demandée par les frigoristes de l'entreprise au moment de leur achat. Par conséquent, elles alimenteraient des chambres surdimensionnées par rapport à leur puissance. C'est certainement ce qui justifie le mieux le fait qu'à la sortie des évaporateurs la vitesse de l'air est grande mais devient faible lorsqu'on s'en éloigne. Donc, tout cela explique les difficultés du degré de refroidissement de la totalité des carcasses.

II.4.4 Encombrement dans les chambres froides

Le nombre moyen de carcasses stockées dans les chambres froides de la SOGAS est de **85** carcasses par jour pendant la période d'étude. Cet effectif varie en fonction de la production journalière et des mois. Les effectifs de carcasses entreposées dans les chambres de stockage ont varié entre **77 carcasses** d'août à septembre et **93 carcasses** de septembre à octobre.

Il faut noter que la répartition des carcasses dans les chambres froides ne se fait pas de façon à respecter la densité des salles. Car les manutentionnaires sont complaisants envers les chevillards qui possèdent des endroits de stockage à l'intérieur des chambres. On note ainsi, une répartition désordonnée des carcasses dans les salles. D'une manière générale, la chambre 4 comporte toujours un effectif de carcasses bien plus élevé que la chambre 3. Cela peut se justifier, sans doute, par la présence des températures beaucoup plus basses dans cette chambre 4 que dans l'autre.

Cependant, les conditions d'entreposage sont loin d'être optimales. Car les carcasses se touchent entre elles et les écarts entre carcasses ne sont pas respectés. On remarque une forte concentration des carcasses sur certains rails, tandis que d'autres ne sont pas utilisés. Il n'est pas également surprenant de voir des carcasses en contact avec le sol.

Selon **BONNEAU** et *al* [12] la densité du stockage de carcasses accrochées dépend de l'écartement des rails, de la hauteur d'accrochage et de l'espèce. Les dimensions des chambres froides doivent être adaptées aux abattages, pour éviter tout excès par souci de rentabilité.

La disposition et le nombre de carcasses conditionnent de façon considérable le degré de refroidissement de la totalité des carcasses stockées. Plus l'encombrement est voisin de la saturation de la salle, plus on obtient une bonne pénétration du froid en surface et en profondeur des muscles. Elle est lente lors de la réfrigération de petits lots de denrées dans une grande chambre froide. **DANIEL (1972)**, propose 40cm de rail pour un quartier de 160kg et 25cm pour un quartier de 100kg. La bonne disposition des carcasses dans la chambre froide permet une bonne aération et facilite la pénétration du froid.

Malheureusement, l'absence d'application de ces mesures permettant d'optimiser la réfrigération des carcasses justifie qu'il est difficile d'obtenir les résultats escomptés.

Nous avons constaté que, ni les manutentionnaires, ni les chevillards, ne savent pas que le respect de l'encombrement peut aider à améliorer tant soit peu, la qualité technologique et hygiénique des viandes réfrigérées.

II.4.5 La température à cœur des carcasses dans les chambres froides

Cet élément d'une importance capitale au même titre que les autres paramètres de la réfrigération conditionne la durée de conservation et la sécurité de la denrée.

La température à cœur des carcasses est influencée par les paramètres traités précédemment. Ainsi donc l'amélioration ou la dégradation de ces paramètres vont directement impacter sur la température à cœur des denrées.

Celle enregistrée dans les chambres froides de la SOGAS varie en fonction du temps au cours de la conservation. On note une valeur moyenne de **+20,42°C** après la première phase de ressuage et descend jusqu'à atteindre **+12°C** en moyenne le matin à 4 heures. La valeur moyenne de **+20,42°C** constitue une température cruciale au cours de la première phase de ressuage, comparée aux travaux de **INGRAM (1972)**.

Ce dernier souligne l'importance de la température sur le développement de certaines souches bactériennes (essentiellement *Cl. Perfringens*) à l'origine de la putréfaction.

Les essais réalisés en culture in vivo ont montré que la température minimale d'arrêt de développement s'établit à **20°C**. D'où l'atteinte d'une température musculaire de cet ordre serait un objectif essentiel pour maintenir le taux de ces germes à un niveau tolérable. Car la prolifération microbienne des anaérobies peut commencer, si la carcasse n'a pas atteint cette température (**ROSSET, 1976**). Cependant, on a constaté qu'au-delà du 1^{er} temps d'un demi-refroidissement, d'autres carcasses donnent une température à cœur parfois supérieure à **+20°C**. En général, il s'agit des carcasses qui passent outre la première phase de ressuage.

La baisse de la température à cœur est plus marquée aux premières heures surtout sur les carcasses situées près des évaporateurs. Cette baisse est relativement de **3°C** toutes les 4 heures. Cette chute notable de la température aux premières heures peut s'expliquer par la fermeture des portes des chambres froides. Ce qui permet de réduire les pertes de froid. D'où l'essentielle de la production frigorifique se concentre dans les chambres, où elle contribue à abaisser activement la température ambiante et par conséquent la température à cœur.

On constate aussi une phase de stagnation de la température au moment où l'on chemine vers la fin c'est-à-dire au petit matin à 4 heures. Cela peut être dû aux pertes progressives de froid, occasionnées par une étanchéité défectueuse. Ce qui fait que malgré la production frigorifique, on ne peut évoluer ou gagner en température.

La température ambiante est très variable, on a des écarts très importants entre les carcasses (**31,55°C à 13°C**). Ces écarts expliquent une réalité qui est le mélange des carcasses chaudes parmi les carcasses bien refroidies. Ils traduisent en même temps, le non respect de la première phase de ressuage.

Cependant, la durée de conservation requise de 24 heures avec une température à cœur inférieure ou égale à **+7°C** selon la réglementation française, n'est pas respectée.

La moyenne obtenue dans les conditions de réfrigération des chambres de la SOGAS est de **+16°C±0,44**. Cette moyenne est très élevée. Elle indique non seulement un refroidissement insuffisant des carcasses, mais montre aussi des conditions de stockage loin d'être optimales. Car elle dépasse largement la température à cœur exigée par la norme.

Le degré de refroidissement de la viande dépend des bonnes conditions de température, d'humidité relative, d'encombrement et de la circulation de l'air dans les chambres froides. Or, l'analyse des résultats relatifs aux paramètres de la réfrigération dans les chambres froides de la SOGAS, relèvent des écarts considérables vis-à-vis des normes en vigueur. Les conditions de refroidissement ne sont pas optimales pour obtenir les résultats escomptés. Parce que la durée de 4 heures pour la première phase de ressuage n'est pas respectée. Elle est très courte et il n'ya qu'une seule salle de ressuage pour deux chambres de stockage. D'où l'insuffisance de refroidissement des carcasses en surface et en profondeur.

Ensuite la température ambiante est très élevée ($+11,06^{\circ}\text{C}\pm 0,88$), ce qui présente une difficulté pour ramener dans les délais requis la température à cœur, elle-même élevée, à un niveau bas. En plus, le séjour des carcasses dans les chambres de conservation est très court. Alors qu'elles devraient y passer plus de temps, vu que la seule salle de ressuage ne remplit pas les prescriptions telles indiquées par **ROSSET (1995)**.

Selon **DUMONT [27]**, le refroidissement des carcasses s'obtient par application de la loi des échanges de chaleur, en plaçant les carcasses à refroidir dans une ambiance dont la température est nettement inférieure.

De même la vitesse de l'air ne permet pas d'assurer un brassage de l'air suffisant et d'homogénéiser la température dans les salles de stockage. La disposition non adéquate des carcasses sur les rails ne favorise pas la circulation de l'air. Ce qui explique les gradients de température.

Quant au trépied de **Monvoisin**, son application est foulée au pied par les usagers des chambres froides. On remarque l'absence d'un froid précoce et rapide. Ce fait résulte de l'ouverture permanente des portes et la présence anarchique des chevillards dans les chambres. D'où la rupture de la chaîne de froid est consommée, alors que le troisième principe préconise un froid continu de la production à la consommation (de la fourche à la fourchette).

II.5 Caractéristiques microbiologies

II.5.1 Flore mésophile aérobie totale

Les résultats obtenus pour la flore mésophile aérobie totale, indiquent une prédominance de cette flore, que ce soit au niveau de la contamination globale ou au niveau de chaque site. L'épaule étant le site le plus contaminé par la FMAT, suivie du flanc. La moyenne totale des germes dénombrés sur 100 échantillons analysés est de **4,79 log₁₀UFC/cm²** avant réfrigération et de **4,90 log₁₀UFC/cm²** après réfrigération. Ces moyennes se répartissent respectivement sur 2 sites de la manière suivante:

- | | | |
|------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------|
| ➤ 5,36 log₁₀UFC/cm² au niveau de l'épaule | } | 4,79 log₁₀UFC/cm² avant réfrigération |
| ➤ 4,22 log₁₀UFC/cm² au niveau du flanc | | |
| ➤ 5,94 log₁₀UFC/cm² au niveau de l'épaule | } | 4,90 log₁₀UFC/cm² après réfrigération |
| ➤ 3,86 log₁₀UFC/cm² au niveau du flanc | | |

Ces moyennes de contamination confrontées aux critères microbiologiques on a :

- Avant réfrigération

28% des échantillons qui appartiennent à la classe A (Satisfaisant)

28% des échantillons qui appartiennent à la classe M (Acceptable)

44% des échantillons qui appartiennent à la classe I (Non satisfaisant)

- Après réfrigération

32% des échantillons qui appartiennent à la classe A (Satisfaisant)

18% des échantillons qui appartiennent à la classe M (Acceptable)

50% des échantillons qui appartiennent à la classe I (Non satisfaisant)

Au regard des critères microbiologiques, on peut constater que les moyennes globales de contamination sur 100 échantillons analysés avant la réfrigération

(4,79 log₁₀UFC/cm²) et après la réfrigération **(4,90 log₁₀UFC/cm²)** sont supérieures aux critères qui prévoient **3,5 log₁₀UFC/cm² [96]**.

L'analyse de ces résultats montre de façon perceptible, que l'impact de la réfrigération sur les carcasses n'améliore pas de façon significative la qualité bactériologique de ces dernières. Pour ce rendre à l'évidence, on observe une augmentation de la FMAT

après réfrigération, tandis qu'au début de la réfrigération des carcasses le taux de contamination est relativement faible. Cet état de fait peut résulter des mauvaises conditions de stockage des viandes dans les chambres froides. **ROSSET (1982)** partage son avis sur la question en stipulant que, la multiplication des germes est d'autant plus rapide que la température est plus élevée et plus proche des températures optimales de croissance de la plupart des microorganismes (**20 à 40°C**).

Selon **GRAND (1983)**, pour une contamination initiale de 10^3 germes par cm^2 , le limon apparaît en 3 jours quand les carcasses sont conservées à **20°C**, en 8 jours à **4,4°C**. Puis il conclut que les basses températures inhibent le développement des microorganismes.

Mais d'autres par contre, ont la capacité de se multiplier malgré les basses températures. Tel est le cas des germes Psychrophiles [**88**].

Dans le contexte particulier des chambres froides de la SOGAS, nous avons remarqué le non respect du ressuage, du trépied frigorifique de **Monvoisin**, la présence des températures élevées dans les chambres de stockage, les carcasses insuffisamment refroidies, l'insuffisance notoire du brassage de l'air dans les chambres, les ouvertures prolongées des portes, les fuites massives de froid et les manipulations manuelles des carcasses. Tout cela favorise les conditions adéquates pour obtenir une prolifération des germes que le froid ne peut stabiliser en pareille circonstance.

Par ailleurs, en dépit de mauvaises conditions décrites, la moyenne de contamination globale de **4,90 \log_{10} UFC/ cm^2** après réfrigération, montre une légère amélioration des carcasses par rapport aux travaux de **DIEYE (2011)**. Ce dernier a obtenu une moyenne de contamination en FMAT de **5,37 \log_{10} UFC/ cm^2** avant l'entrée des carcasses dans les chambres froides. Le même constat peut être fait avec les résultats de **KEBEDE (1986)** cité par **DIEYE (2011)**, qui a obtenu une moyenne de contamination en FMAT de **2,81x10⁵ bactéries/ cm^2** soit **5,4 \log_{10} UFC/ cm^2** avant le traitement frigorifique des carcasses.

Nos résultats ont aussi montré une diminution de la flore totale au niveau du flanc équivalent à **3,86 \log_{10} UFC/ cm^2** après réfrigération contre **4,22 \log_{10} UFC/ cm^2** avant réfrigération. Alors que dans la majorité des cas obtenus le taux de contamination augmente systématiquement après réfrigération. Cette baisse observée peut se justifier

par l'emplacement des carcasses par rapport aux évaporateurs. En effet, les carcasses placées en face des évaporateurs se refroidissent vite que celles qui s'en trouvent éloignées. Par conséquent, le flanc étant pratiquement à la même hauteur que les évaporateurs, il se refroidit rapidement.

Ainsi, il peut avoir un phénomène bactériostatique de la flore au niveau du site pendant la réfrigération. Autre raison, le refroidissement entraînant le croûtage sur la carcasse, l'écouvillonnage peut n'avoir pas permis de prélever le maximum de flore bactérienne. Ce qui expliquerait le faible nombre de colonies dénombrées après réfrigération.

Par ailleurs, **FAVERO et al. (1968)**, **AVENS et MILLER (1970)**, **PATTERSON (1971)** cité par **FOURNAUD [35]** ont passé en revue les principales techniques de prélèvement de surface. Ils s'accordent sur le fait que, la multiplicité de ces procédés indique qu'aucun d'eux ne permet de détacher toutes les bactéries de la surface de la viande. La méthode par frottis de la surface avec un coton donne des résultats non reproductifs, de plus le coton retient les bactéries.

Quant à la charge bactérienne, son origine est multiple. **EMPEY et SCOTT [31]** ont montré que la contamination des viandes s'effectue essentiellement à l'abattoir.

Pour ces auteurs l'origine de la pollution des carcasses se situe surtout sur le cuir et sur le sol (habillage en position couchée). Par ailleurs, **PANTALEON [77]**, **HESS et LOTT [46]**, **FOURNAUD et al. [34]** ont confirmé que les microorganismes des poils et de la viande se trouvent être identiques.

L'éviscération, si elle se trouve mal conduite est susceptible de contaminer avec le contenu des viscères. **HOWE et al. (1976)** ont retrouvé un tiers des carcasses polluées avec *Escherichia coli* provenant des intestins [49].

Les résultats obtenus montrent que l'épaule est le site le plus contaminé en FMAT. Nous avons observé pendant nos enquêtes sur l'hygiène post-abattage que, l'épaule est un site régulièrement en contact avec les mains d'une multitude de personnes.

En effet, la chaîne de transfert des charges n'étant plus automatique au niveau du poste de pesée, pour convoier les carcasses, les ouvriers et même les chevillards sont obligés de pousser en prenant appui sur plusieurs régions anatomiques dont l'épaule.

Or l'être humain, qu'il soit malade ou non, véhicule un grand nombre de micro-organismes dont certains peuvent être pathogènes. D'après **JACQUET, 1982** cité par **DIEYE (2011)**, l'homme peut être soit le meilleur agent veillant à l'application de mesures strictes d'hygiène, soit le meilleur polluant.

Cette contamination peut aussi venir de l'air ambiant, car il se trouve que l'air ambiant est une source de pollution des viandes [31] et [77]. L'air véhicule des Microcoques, des Staphylocoques et des *Bacillus* (**LEYRAL et VIERLING, 1997**). Mais son importance est mise en doute par **BERTHAUD [9]**.

Au regard de ce qui précède, nous avons constaté que la contamination des viandes par la flore totale est à l'origine de la putréfaction des viandes dans les chambres froides ainsi que dans la salle de vente aux abattoirs de Dakar.

II.5.2 Les coliformes thermotolérants

Pour les bactéries test d'hygiène, nombre d'auteurs pensent à rechercher les entérobactéries d'origine fécale pour définir la qualité hygiénique d'un produit (**FOURNAUD, 1982**).

Les coliformes thermotolérants sont naturellement présents en grand nombre dans les intestins des hommes et des animaux. En réalité, ils ne sont pas toujours pathogènes mais leur présence est le signe d'une contamination fécale récente.

Nos résultats pour cette flore indiquent que ce soit au niveau de la contamination globale ou au niveau de chaque site, la contamination des coliformes ne dépassent pas celle de la flore totale. Toutefois, le site le plus contaminé par cette flore est l'épaule suivie du flanc. Ainsi, la moyenne totale des germes dénombrés sur 100 échantillons analysés est de **0,82 log₁₀UFC/cm²** avant réfrigération et de **1,66 log₁₀UFC/cm²** après réfrigération. Ces moyennes se répartissent respectivement sur 2 sites de la manière suivante :

- | | |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| ➤ 1,12 log ₁₀ UFC/cm ² au niveau de l'épaule | } 0,82 log ₁₀ UFC/cm ² (avant réfrigération) |
| ➤ 0,53 log ₁₀ UFC/cm ² au niveau du flanc | |
| ➤ 2,21 log ₁₀ UFC/cm ² au niveau de l'épaule | } 1,66 log ₁₀ UFC/cm ² (après réfrigération) |
| ➤ 1,11 log ₁₀ UFC/cm ² au niveau du flanc | |

Ces moyennes de contamination confrontées aux critères microbiologiques on a :

- Avant réfrigération

60% des échantillons qui appartiennent à la classe A (Satisfaisant)

2% des échantillons qui appartiennent à la classe M (Acceptable)

38% des échantillons qui appartiennent à la classe I (Non satisfaisant)

- Après réfrigération

48 % des échantillons qui appartiennent à la classe A (Satisfaisant)

52% des échantillons qui appartiennent à la classe I (Non satisfaisant)

Au regard des critères microbiologiques, on peut dire que la moyenne globale de contamination avant réfrigération (**$0,82 \log_{10}\text{UFC}/\text{cm}^2$**) est inférieure aux critères qui prévoient **$1,5 \log_{10}\text{UFC}/\text{cm}^2$** . Cependant la moyenne globale de contamination après réfrigération (**$1,66 \log_{10}\text{UFC}/\text{cm}^2$**) est légèrement supérieure aux critères

(**$1,5 \log_{10}\text{UFC}/\text{cm}^2$**). Cette moyenne après réfrigération comparée à celle obtenue (**$0,13 \log_{10}\text{UFC}/\text{cm}^2$**) par **DIEYE (2011)** sur des carcasses en fin de chaîne d'abattage, montre que l'activité de cette flore n'est pas influencée de façon significative par la réfrigération. Le même constat peut être fait lorsqu'on compare le nombre de colonies avant réfrigération (**$0,82 \log_{10}\text{UFC}/\text{cm}^2$**) et après réfrigération (**$1,66 \log_{10}\text{UFC}/\text{cm}^2$**).

Cet état de fait, nous conduit à nous poser de nombreuses questions vu la nature des coliformes thermotolérants qui sont thermophiles. C'est-à-dire ils ne peuvent se développer qu'à des températures très élevées (**$45,5^{\circ}\text{C}$**). Certes, les températures dans les chambres de stockage de la SOGAS s'écartent des normes, mais malgré tout, elles parviennent à s'abaisser à des températures inférieures à **20°C** , lorsque les portes sont fermées pendant une durée assez longue. Nous pensons que la première phase de ressuage n'étant pas efficace, cela offre des conditions idéales aux coliformes de se multiplier activement. Une fois dans les chambres de stockage, pour que la température s'abaisse après la fermeture systématique des portes, il y a un délai d'attente. Ce dernier peut aussi être favorable aux coliformes à poursuivre leur multiplication. D'autre part, des contaminations croisées peuvent avoir lieu dans les chambres de stockage. Du fait, des contacts entre carcasses fraîchement stockées et des pièces invendues provenant de la salle de vente non réfrigérée. Sans oublier le

stockage des petits ruminants à côté des bovins et les éléments du cinquième quartier comme les cuirs, les pattes et les tripes riches en coliformes.

Cependant, des travaux ont montré que certaines entérobactéries des viandes se développent encore à 0°C (OHTAKA et *al.* 1974; HECHELMAN et BEM, 1975) cité par FOURNAUND (1982).

Nos résultats ont permis également de constater une amélioration du nombre de colonies des coliformes à l'issue de la réfrigération par rapport au nombre de colonies avant la réfrigération des carcasses.

Dans l'un des cas, seul l'emplacement des carcasses par rapport aux évaporateurs a pu déterminer ce résultat. Par ailleurs, le flanc étant à la même hauteur que les évaporateurs se refroidit plus rapidement comparé à l'épaule plus basse par rapport aux évaporateurs. Ce facteur peut expliquer pour quoi la contamination en coliformes thermotolérants est plus élevée au niveau de l'épaule qu'au niveau du flanc.

Dans l'autre cas, cela peut s'expliquer par les limites de la méthode utilisée. Selon laquelle, le frottis de surface avec un coton donne des résultats non reproductifs, de plus le coton retient les bactéries.

Ces flores sont révélatrices de mauvaises conditions d'hygiène et particulièrement indicatrices de contaminations fécales. Par conséquent, des défauts survenus lors de l'éviscération; ou des comportements non hygiéniques des manipulateurs. Vu que les coliformes sont des bactéries saprophytes du tube digestif de l'homme (2.10^7 germes par gramme), et des animaux (13. 10^7 à 16 billions d'*E. coli* sont excrétés par jour) d'après BASEL et *al.* (1983).

CHAPITRE 3 : RECOMMANDATIONS

Nos recommandations se focalisent sur le mode d'utilisation des chambres froides et l'hygiène selon les 5M dans la perspective d'améliorer l'utilisation des installations frigorifiques et l'hygiène au cours de la manutention des viandes.

I. Mode d'utilisation des chambres froides

Pour profiter de façon efficiente des atouts des chambres froides pour la conservation des viandes par la réfrigération. Il revient aux usagers de respecter une certaine ligne de conduite et aux autorités d'appliquer sans complaisance les mesures qui s'imposent. C'est ainsi que nous préconisons les mesures suivantes :

- Augmenter la durée du ressuage des carcasses que nous jugeons courte (12 heures au maximum), qu'elle soit de 24 heures pour améliorer le degré de refroidissement de la totalité des carcasses.
- Maintenir la température des chambres froides à un niveau très bas (+4°C environ).
- Ramener la température à cœur des carcasses à +7°C, car son niveau actuel qui est de +16°C est très élevée au regard des normes en vigueur.
- Eviter que les carcasses insuffisamment refroidies, donc chaudes soient mélangées avec des carcasses déjà refroidies. Cela permettra d'éviter les phénomènes de condensation et les gradients de température.
- Améliorer les performances techniques de la salle 8 qui sert à la première phase de ressuage pour abaisser significativement la température à cœur des carcasses.
- Agrandir la capacité de la salle de ressuage par l'aménagement d'une deuxième salle. Pour éviter le raccourcissement de la première phase de ressuage dû à la saturation de la salle.
- Remplacer les ventilateurs au niveau des évaporateurs où il en manque. Cela permettra un bon brassage de l'air dans les chambres froides.
- Réglementer et surveiller l'accès dans les entrepôts frigorifiques par les personnes étrangères, pour éviter de perturber les paramètres de la réfrigération.

- Les ouvertures permanentes et prolongées des portes des chambres froides favorisent des échanges entre le milieu extérieur et le milieu intérieur. Nous proposons leur fermeture sans condition aussitôt après les opérations de manutention.
- Instruire les manutentionnaires sur les différentes étapes du ressuage des viandes, pour une meilleure conduite de ce procédé.
- La réintroduction des quartiers invendus, ainsi que les carcasses des petits ruminants et abats dans les chambres de stockage doit être abandonnée par l'aménagement des locaux à part entière destinés à cet usage.
- Respecter la disposition des carcasses sur les rails (**1m** linéaire) en évitant qu'elles se touchent ou qu'elles soient en contact avec le sol. Cela permettra une bonne circulation de l'air dans les chambres froides.
- La répartition des carcasses dans les chambres de stockage se fait de façon inégale. D'où nous suggérons le respect de la densité de stockage des chambres froides.
- Interdire de façon formelle le portage sur le dos des viandes en utilisant le dispositif de transfert de charge entre les chambres froides et la salle de vente.
- Automatiser la chaîne de transfert des carcasses du poste de pesée jusqu'aux locaux de refroidissement, pour éliminer la manipulation manuelle des carcasses.
- Interdire la soustraction des carcasses en plein processus de ressuage.
- Veiller à ce que toutes les carcasses issues de la salle de préparation séjournent au moins 24 heures dans les locaux de refroidissement, pour être conforme à la réglementation sénégalaise.
- Les portes des chambres froides ne se ferment pas hermétiquement, nous suggérons la réparation de l'étanchéité des portes et de les munir des rideaux d'air ainsi qu'au niveau des fenêtres pour limiter les échanges d'air.
- Réfrigérer la salle de vente pour réduire tant soit peu la prolifération bactérienne sur les viandes.

- Doter les chambres froides d'instruments de mesure de température et de rails aériens de raccordement pour l'évacuation des carcasses vers les véhicules de transport.

II. Hygiène des chambres froides

II.1 Hygiène des locaux

II.1.1 Conception

- Le couloir par lequel transitent les carcasses en quittant la salle de préparation vers les chambres froides, est entrecoupé d'un passage emprunté par des tierces personnes et parfois des déchets. Nous suggérons, qu'il soit fermé de part et d'autre sur les côtés. Cela permettra de réduire les sources de contamination des carcasses ;
- Veiller au respect de la marche en avant de sorte que, lorsqu'une carcasse entre par une extrémité des chambres froides, elle l'en ressort à l'autre extrémité ;
- Installer des postes hygiéniques comprenant des lavabos à commande à pied ou à coude, distributeurs de savon liquide.

II.1.2 Sol

- Procéder à la réparation des endroits dont le carrelage est inexistant, afin d'empêcher la formation des nids bactériens ;
- Après le nettoyage, éviter que le sol reste trop humide, qu'il soit sec ;
- Éviter la présence de sang, des graisses et des déchets au sol.
- Constituer un stock de produits d'entretien (détergents, désinfectants) et de matériel d'entretien (balais, brosses, serpillères, bassines, etc)

II.1.3 Siphons

- Refaire les carreaux au niveau du siphon de la chambre³ ;
- Assurer un bon entretien hygiénique des siphons, en évitant d'y abandonner des déchets putrescibles.

II.1.4 Animaux nuisibles

- Lutter efficacement contre la présence des nuisibles.

II.1.5 Nettoyage et désinfection

- Nettoyer les chambres froides avec de l'eau et des détergents ;
- Enlever la crasse sur les parois et les recoins des chambres ;
- Faire suivre le nettoyage d'une désinfection.

II.2 Hygiène des vestiaires et sanitaires

II.2.1 Conception

- Réparer le plafond endommagé dans les vestiaires ;
- Dégager les objets encombrants dans les vestiaires et changer les armoires ;
- Restaurer les ampoules et les interrupteurs dans les vestiaires et sanitaires ;
- Renouveler le circuit d'approvisionnement en eau dans les sanitaires.

-Equiper ces locaux de :

- lavabos à commande à pied ou à coude ou à genoux;
- distributeurs de savon liquide;
- brosses à ongle ;
- essuie main.

II.2.2 Hygiène

- Nettoyer les vestiaires et les sanitaires tous les jours en utilisant des désinfectants pour enlever la crasse, la poussière et les toiles d'araignée sur les murs et plafond.
- Initier les usagers aux bonnes pratiques d'hygiène.

II.3 Hygiène du personnel

- Sensibiliser le personnel sur l'intérêt de l'hygiène corporelle et vestimentaire vis-à-vis de la viande dont ils assurent la manutention.
- Rendre obligatoire le port de calots, bottes, blouses et pantalons bien propres.
- Ramener l'unique bilan sanitaire annuel à deux visites médicales par an. Une première visite pendant le premier semestre et la deuxième visite au second semestre de la même année. Car lors de la première visite, certains individus peuvent être en période d'incubation sur les maladies recherchées.
- Ouvrir un service de buanderie au sein des abattoirs, pour que les ouvriers aient en permanence des vêtements de travail toujours propres.

- Former le personnel aux Bonnes Pratiques d'Hygiène, préalables à la mise en place d'un système d'assurance qualité hygiénique ou système HACCP.

II.4 Hygiène de la matière première (viande)

Les services vétérinaires présents aux abattoirs de Dakar doivent sortir de leur passivité pour stopper formellement, toutes les pratiques contraire à l'hygiène de la viande.

- Défendre les manipulations manuelles des carcasses ;
- Stopper le portage sur le dos des carcasses destinées à la consommation humaine;
- S'opposer au transport inapproprié des viandes, par des véhicules non réfrigérés et souvent mal adaptés à cet usage;
- Eviter de déposer la viande à même le sol, puisse qu'il existe des crochets;
- Mettre en œuvre des communications sur le bien fondé des bonnes pratiques d'hygiène à l'égard de la viande, mais aussi à l'égard des consommateurs.

III. PERSPECTIVES

En plus de ces recommandations, nous suggérons en termes de perspectives que d'autres travaux complètent notre étude, pour évaluer la puissance des installations frigorifiques par rapport au volume des chambres froides. Cela permettra de mieux cerner les problèmes à la base, afin d'améliorer de façon efficace la qualité de la réfrigération aux abattoirs de Dakar. De même pour la qualité de la viande, que des tests bactériologiques en interne soient mis en œuvre périodiquement, pour suivre le niveau de contamination des viandes destinées à la consommation du public.

CONCLUSION

Dans de nombreuses sociétés à travers le monde, la viande demeure une source essentielle des protéines pour l'homme. Cependant, son importance sanitaire, hygiénique et son caractère éminemment périssable ont incité les pouvoirs publics à mettre en place des structures agréées, appelées communément abattoirs, pour sa bonne prise en charge dans beaucoup de pays africains.

Au Sénégal, de nombreuses infrastructures d'abattage existent mais les activités de la filière sont principalement tournées vers l'approvisionnement de Dakar, où se situe le plus grand centre d'abattage du pays. C'est pourquoi, les abattoirs de Dakar jouent un rôle clé dans l'hygiène de la viande et de la santé publique.

Par ailleurs, si les abattoirs constituent le lieu par excellence pour la préparation des animaux sous le strict respect des règles d'hygiène. Ils peuvent aussi être le lieu où les viandes subissent le plus de contamination soit par le non respect de l'hygiène, soit par des conditions de réfrigération non optimales.

Notre étude, relative au ressuage des carcasses bovines aux abattoirs de Dakar, a permis de constater que l'utilisation des chambres froides par les usagers n'est pas compatible avec le bon fonctionnement des installations frigorifiques.

En effet, l'ouverture prolongée des portes, la présence anarchique des chevillards dans les salles froides, la réintroduction des quartiers invendus, la courte durée du ressuage et la perte de froid occasionnée par une mauvaise étanchéité, sont là les problèmes qui gangrènent les chambres froides de la SOGAS.

L'hygiène générale est loin d'être satisfaisante au niveau des locaux, du personnel, du matériel, des sanitaires et de la viande.

Pour la qualité technique et hygiénique des carcasses ressuyées, il a été mis en œuvre une évaluation des paramètres du ressuage réfrigéré et des analyses microbiologiques.

Ainsi, pour l'évaluation des paramètres physiques du ressuage réfrigéré, **1805** relevés ont été effectués de façon discontinue. La température à cœur a été mesurée sur **800** carcasses ce qui a donné une moyenne de **+15,61°C±0,44**. La température ambiante est de **+11,06°C±0,88** avec un maximum de **+16,61°C±3,05** et un minimum de **+7,75°C±1,75**. L'humidité relative varie entre **72,45%** et **57,21%** avec une moyenne de **66,57%**. La vitesse de l'air est de **2,96 m.s⁻¹ ± 0,59**. L'encombrement des chambres froides est de **85** carcasses en moyenne stockées par jour et par chambre.

Par ailleurs, les analyses microbiologiques ont permis la recherche de la flore mésophile aérobie totale et les coliformes thermotolérants pour évaluer le niveau de contamination superficielle des carcasses. Pour ce faire, il a été effectué **100** échantillons par écouvillonnage avant et après réfrigération sur **25** carcasses réparties en **2** sites anatomiques étudiés (le flanc et l'épaule). Il en découle les observations ci-après :

La moyenne globale de contamination est :

- Pour la flore mésophile aérobie totale,
 - avant réfrigération de **4,79 log₁₀UFC/cm²** avec :
 - 28%** des échantillons qui appartiennent à la classe A (Satisfaisant)
 - 28%** des échantillons qui appartiennent à la classe M (Acceptable)
 - 44%** des échantillons qui appartiennent à la classe I (Non satisfaisant)
 - après réfrigération de **4,90 log₁₀UFC/cm²** avec :
 - 32%** des échantillons qui appartiennent à la classe A (Satisfaisant)
 - 18%** des échantillons qui appartiennent à la classe M (Acceptable)
 - 50%** des échantillons qui appartiennent à la classe I (Non satisfaisant)
- Pour les coliformes thermotolérants,
 - avant réfrigération de **0,82 log₁₀UFC/cm²** avec :
 - 48%** des échantillons qui appartiennent à la classe A (Satisfaisant)
 - 52 %** des échantillons qui appartiennent à la classe I (Non satisfaisant)
 - après réfrigération de **1,66 log₁₀UFC/cm²** avec :
 - 60%** des échantillons qui appartiennent à la classe A (Satisfaisant)
 - 2%** des échantillons qui appartiennent à la classe M (Acceptable)
 - 38%** des échantillons qui appartiennent à la classe I (Non satisfaisant)

La flore mésophile aérobie totale constitue la flore de contamination la plus prédominante au niveau des sites étudiés. L'épaule étant la plus contaminée en cette flore suivie du flanc. Cependant, pour les coliformes thermotolérants le site le plus contaminé reste toujours l'épaule.

Au vu de ces résultats, il apparaît que l'effort de réhabilitation consenti par la SOGAS ne s'est pas soldé d'améliorations considérables. Il reste beaucoup de choses à

parfaire, notamment le respect des conditions d'hygiène à tous les niveaux où la viande est susceptible d'être préparée ou conservée. A cela faut associer le respect des paramètres de la réfrigération qui doivent toujours être optimales et enfin une bonne gestion des installations frigorifiques par les usagers. Ces aspects constituent la clé permettant à produire une viande satisfaisante pour les consommateurs qui requièrent la qualité des aliments.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ABOUKHEIR S. et KILBERTUS G., 1974.

Fréquence des levures dans les denrées alimentaires à base de viande. *Ann. Nutr. Aliment*, **28**, (6): 539-547.

2. ALBERTS B., BRAY D., LEWIS J., RAFF M., ROBERT K. et WATSON J.D., 1989.

Molecular biology of the cell.- 3^e éd.- Paris : Médecine Sciences Flammarion.- 1294 p.

3. ANGELOTTI R., 1968.

Prevention of food borne infections (194-203). *In*: Safety of foods: Sect. 5. Food spoilage and food-borne infections. Ayres J. et al. Edit.- Westport : Avi Publishing Co.

4. BALDE M., 2008.

Etude de l'efficacité de ressuage réfrigéré des viandes de bovins aux abattoirs de Dakar. Mémoire DEA : Productions animales : Dakar (EISMV) ;4

5. BASEL M. R., RICHTER E. R. et BANWART G. J., 1983

Monitoring Microbial Numbers in Food by Density Centrifugation. *Applied Environment Microbiological*. **45**(3):1156-1159

6. BEAUBOIS P., 2001

Approche de la maîtrise du risque microbiologique dans l'univers des viandes crues et des viandes cuites 14^{ème} Congrès A3P. Service Qualité Socopa Entreprise. p 7.

7. BELFORD D., 1973.

Effective post control. *Food Processing Ind.* **42** (506): 23-25.

8. BERKALOFF A., BOURGUET J., FAVARD P. et LACROIX J.C. 1977.

Biologie et physiologie cellulaires. I : Membrane plasmique etc.- Paris : Hermann.- 271 p.

9. BERTHAUD M., 1980.

Pour une production de viande de bovin à faible charge microbienne. Mémoire de fin d'études, Université de technologie de Compiègne.

10. BILLON J., PERPEZAT A. et CHARRIER M., 1977.

Etude de 114 intoxications alimentaires. *Méd. Nutr.* **13** (4): 277-280.

11. BLOOD R., 1969.

Food hygiene. *Food Processing Ind.* **38** (457): 37-40.

12. BONNEAU M., TOURAILLE C., PARDON P., LEBAS F., FAUCONNEAU B. et REMIGNON H. 1999.

Amélioration de la qualité des carcasses et des viandes. *Prod. Animal.* **1** (1) : 95-110.

13. BOURGEOIS C.M., MESCLE J.F et ZUCCA J. 1988.

Microbiologie alimentaire : Aspects Microbiologiques de la sécurité et de la qualité des aliments. Tome I.-Paris : Editions Lavoisier, 251p.

14. CARTIER P., 1997.

Le point sur la qualité microbiologique de la viande bovine. *INTERBEV*. 6 (1) : 16 -106.

15. CHEFTEL J.et CHEFTEL H., 1976.

Introduction à la biochimie et technologie des aliments.-Paris : Tec & doc.- 420p.

16. CHILDERS A.B., KEAHEY E.E. et VINCENT P.G., 1973.

Sources of Salmonellae contamination of meat following approved livestock slaughtering procedures. *J. Milk Food Technol.* 36: 635-638.

17. CLARK D.S.et LENTZ C.D., 1972.

Use of carbon dioxide and oxygen for extending shelf-life of prepackaged fresh beef (390-400).In: 18th Meeting of Meat Research Workers, Guelph.

18. COME D. et ULRICH R., 1995.

La chaîne du froid.-Paris: Hermann Ed.-587p.

19. CRAPLET C., 1966.

Structure de la viande (188-212). In : La viande de bovins. De l'étable, de l'éleveur à l'assiette du consommateur. Livre I. - Paris: Vigot frères.- 486p

20. CRUESS R.L., 1982.

The musculoskeletal system: Embryology, biochemistry, and physiology.- New York; Edinburgh; London; Melbourne: Churchill Livingstone.- 410 p.

21. CUQ, J. L., 2007.

Microbiologie Alimentaire : Les relations microorganismes / aliments / consommateurs : cours 4^{ème} année.- Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc.

22. DANIEL C., 1972.

Analyse des éléments constitutifs des viandes (7-10). In : La Viande et le Froid. Production-Transformation-Commercialisation. - Paris: Dunod.-181p.

23. DAUDIN J. D. et KONDOYAN A., 1990.

Evaluation des pertes de poids pendant le stockage des viandes par un calcul simple. *Viandes et Prod. Carnés*. 11 (6,6 bis 6 ter) : 321- 322.

24. DEBROT S. et CONSTANTIN A., 1968.

Hygiène et Production de la viande.-Paris : Ed. Maloine.- 33p.

25. DENNAÏ N; KHARRATI B; et EL YACHIOUI M., 2001.

Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Ann. Méd. Vét.* 145 : 270-274.

26. DIEYE A., 2011.

Etude de l'hygiène de la préparation des bovins aux abattoirs de Dakar.
Thèse : Méd. Vét.:Dakar ; 13

27. 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) (77-81). In : Hygiène et technologie de la viande fraîche. -Paris : Ed. du CNRS.-352p.

28. DUMONT B.L., 1982.

Conséquence technologique des flores microbiennes contaminant la viande (155-160). In : Hygiène et technologie de la viande fraîche. -Paris : Ed. du CNRS.-352p.

29. ECHEVERRY A., LONERAGAN G. H. et BRASHEARS M. M., 2006. Survival of Escherichia coli 0157:H7 in Bovine feces over time under various temperature conditions. *J. Food. Prot.* **12** (69): 2851-2855.

30. EDEL W., GUINEEE P.A.M., SCHOTHORST M. Van et KAMPELMACHER E.K., 1973.

Salmonella cycles in foods with special reference to the effects of environmental factors, including feeds. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* **6** (2): 64-67.

31. EMPEY W.A. et SCOTT W.J., 1939.

Investigations on chilled beef. Part I. Microbial contamination acquired in the meat works. *Bull. Counc. Sci. Ind. Res. Aust.* **126**: 1-71.

32. FAO/OIE, 2009. Guide des bonnes pratiques d'élevage visant à assurer la sécurité sanitaire des denrées d'origine animale.- Rome : FAO

33. FLISS I., SIMAR D. et ETTRIKI A., 1990.

Microbiological quality of different fresh meat species in tunisian slaughterhouses and markets. *J. Food Prot.* **54**: 773-777.

34. FOURNAUD J., GRAFFINO G., ROSSET R. et JACQUE R., 1978.

Contamination microbienne des carcasses à l'abattoir. *Ind. Aliment. Agric.* **95** : 273-282.

35. FOURNAUD J. 1982.

Type de germes rencontrés aux différents stades de la filière (109-119). In: hygiène et technologie de la viande fraîche.-Paris: Edition du C.N.R.S.- 352p.

36. FRANCE/ MINISTERE DE L'AGRICULTURE/DIRECTION DE LA QUALITE, 1978.

Code de la charcuterie, de la salaison et des conserves de viande. Réglementation et usage. Paris : CTCSCV.-112p.

37. FRENCIA J.P., 1999.

Réfrigération : Réduire les pertes de poids. *Viandes et prod. Carnés.* **20**(5) : 187-190.

38. FROUIN A. et DANIELLE J., 1982.

Les opérations d'abattage (33-56). In : Hygiène et technologie de la viande fraîche. –Paris : Ed. du CNRS.-352p

39. GLEDEL J., 1978.

Données épidémiologiques relatives aux toxi- infections alimentaires à salmonella. *Méd. Mal. Infect.* **8(5)** : 250-261.

40. GNANDJI A. D. P., 2001.

Contribution à l'étude de l'évolution du marché de la viande à Dakar de 1994 à 2000. Thèse : Méd. Vét. : Dakar ;18

41. GODEFROY M., 1986.

Règles pratiques pour la sécurité, l'hygiène et les conditions de travail.- Guide professionnel de l'abattage des animaux de boucherie. Ed Jacques Lanore.- 311p

42. GODAUX E. 1994.

Les neurones, les synapses et les fibres musculaires.- Paris ; Milan ; Barcelone : Masson.-221 p.

43. GOUTEFONGEA R., 1975.

Le froid et la viande. *Euroviande*, **16(88)** :25 -31.

44. GRAFFINO G., 1977.

Etude de l'origine de la contamination microbienne superficielle des carcasses de bovins à l'abattoir. Mémoire de fin d'études : Nantes (E.N.I.T.I.A.A).

45. GRAND B., 1983.

Evaluation de la contamination microbienne superficielle des viandes par ATP- métrie. Utilisation d'un photomultiplicateur. Thèse: Méd. Vét. : Alfort.

46. HESS E. et LOTT G., 1970.

Kontamination des Fleisches während und nach der Schlachtung. *Die Fleischwirtschaft*. **50** (1): 47-50.

47. HODGES R. D. (1974).

The histology of the fowl.- London; New York; San Francisco: Academic press.- 648 p.

48. HOUTHUIS M. J.J, 1958.

Transport, traitement ante-mortem et inspection des animaux destinés à l'abattage, (123-135). In : Hygiène des viandes.- Rome : FAO1958.- 561p.

49. HOWE K., LINPON A.H. et OSBORNE A.D., 1976.

An investigation of calf carcass contamination by *Escherichia coli* from the gut contents at slaughter. *J. APP. Bacteriol.* **41**:37-45.

50. INGRAM M., 1972.

Meat chilling. The first reason why (11-113). In: Meat chilling why and how?.- Langford: Meat Research Institute.

51. INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID, 1964.

Les techniques frigorifiques dans les pays chauds en voie de développement. -Paris : I.I.F.- 116p.

52. INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID, 1976.

Guide to refrigerated storage: Guide de l'entreposage frigorifique. -Paris: I.I.F.-188p.

53. INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID, 1976.

Les techniques du froid dans les pays chauds en développement. -Paris: I.I.F.- 170p.

54. JEPSEN.A, 1958.

Application des épreuves bactériologiques et biochimiques, à l'appréciation de la salubrité des viandes et produits carnés, (253-268). In : Hygiène des viandes.- Rome : FAO1958.- 561p.

55. KARIB H., BRZRIL L., YANGUELA L., BLANCO D. et HERRERA A., 1994.

Appréciation de l'hygiène des abattoirs par l'analyse bactériologique des carcasses bovines, *Viande et Prod Carnés*. **15** : 79- 82.

56. KHALIFA, A.H. 1986.

Origine des contaminations superficielles des carcasses de bovins à l'abattoir, techniques de prélèvement. Mémoire DEA : Productions animales : Lyon (ENV).

57. KLARE H., 1970.

Die Bedeutung des Darminhaltes von Schlachttieren als Ursache für die Kontamination von Fleisch und Fleischerzeugnissen mit Schimmelpilzen. *Die Fleischwirtschaft*. **50**(11):1507-1510.

58. KOTULA A. W., LUSBY W.R. et CROUSE J.D., 1975.

Variability in microbiological counts on beef carcasses. *J. Anim. Sci.*, **40**: 834-837.

59. KRSTIC R.V. 1988. - Atlas d'histologie générale.- Paris ;Milan ; Barcelone ; Mexico : Masson.- 404 p.

60. LABORATOIRE NATIONAL DE SANTE, 2007.- Contrôle des denrées alimentaires : Critères microbiologiques des denrées alimentaires ; lignes directrices pour l'interprétation.- Luxembourg . - 30p

61. LAURENT C., 1974.

La viande (11-67). In: Conservation des produits d'origine animale en pays chauds. -Paris : Imprimerie BOUDIN.- 154p

- 62. LEGRAND I. et RENERRE M., 1998.**
Améliorer la conservation des viandes. Supplémenter les animaux en vitamine E. *Viandes et Prod. Carnés* **19** (2): 99-104.
- 63. LEISTNER L. et RÖDEL W. 1976.**
The stability of intermediate moisture food with respect to microorganism. Intermediate moisture foods.-London : Applied Science Publics-Hers Lid.-359p
- 64. LEMAIRE J.R., 1982.**
Description et caractères généraux des principales étapes de la filière viande (17-23).In : Hygiène et technologie de la viande fraîche. -Paris : Ed. du CNRS.- 352p.
- 65. LEYRAL G. et VIERLING E., 1997**
Microbiologie et toxicologie des aliments. –Paris : Editions Doin, -250p
- 66. LIBBY J., 1975.** - Meat hygiene. - 4e Ed. – Philadelphia: Lea & Febiger. - 658 p.
- 67. MANN I., 1962.**
Préparation des viandes dans les pays sous développés. Abattage – Conservation.- Rome : FAO.-205p.
- 68. MARCHANDIN H., 2007.**
Physiologie bactérienne : Cours Bactériologie.- Montpellier : Nîmes p1- 3.
- 69. MARTINEAU C., BERTRAND G.et LEQUENNE D., 2005.**
Evolution post mortem de la couleur des carcasses de veaux. Compte rendu final n°170532020.- Paris : Institut de l'élevage, Le Rheu ; INTERBEV ; OFIVAL.-35p
- 70. MORISETTI M., 1971.**
Public health aspects of food processing. *Process Biochemistry*. **6** (6): 21-28.
- 71. NEWTON K., et GILL C.O., 1978.**
The development of the anaerobic spoilage flora of meat stored at chill temperature. *J. Appl. Bacteriol.* **44**: 91-95.
- 72. NEWTON K., HARRISON J. et SMITH K., 1977.**
Coliforms from hides and meat. *Appl. Environ. Microbiol.* **33** (1): 199-200.
- 73. NICOLLE, B., 1986.**
Etude bibliographique de la contamination superficielle des carcasses dans les abattoirs.
Thèse : Méd. Vét.: Alfort
- 74. NOTTINGHAM P.M., PENNEY N. et HARRISON J.C.L., 1974.**
Microbiology of beef processing. I. Beef dressing hygiene. *N.Z.J. Agric. Res.* **17**: 79-83.
- 75. NKOLO S., 2007.**
Qualité microbiologique de la viande de buffle congelée importée au Sénégal.
Thèse : Méd. Vét.: Dakar : 21

76. OUHAYOUN J., DAUDIN J. D. et RAYNAL H., 1990.

Technologie de l'abattage du lapin. Influence de la température de l'air de réfrigération sur les pertes d'eau et sur l'acidification musculaire. *V.P.C.* **11** (2) : 69-73.

77. PANTALEON J., 1952.

Technique et hygiène de la préparation des viandes depuis l'abattage jusqu'à la consommation. *Ann. Nutr. Alimen.*, **6** : C 453 – C 470.

78. PIRGIRARD L., MIRADE P. S., 1999.

Installation de ressuage de gros bovin : Vers la maîtrise de l'aéraulique en abattoir. *Viandes et prod. Carnés.* **4** (20) : 123-130.

79. PRESCOTT D.M. 1989. – La cellule.- Paris : Médecine-Sciences ; Flammarion.- 627p.

80. RENERRE M.et LABADIE J., 1993: Fresh red meat packaging and meat quality. *Proc. Calgary.* **7**(12): 361-387.

81. ROSSET R., LEBERT F., RIVIERE J. et QUINET G., 1977.

La viande. – Progrès en matière de qualité microbiologique. *Cah. Nutr., Diet.*, **12** (3) : 193-198

82. ROSSET R., 1976.

Le froid : agent de préservation des qualités de la viande et des produits carnés. C.R. *Séances Acad. Agric. Fr.* **62** (9) : 611-641.

83. ROSSET R., 1979. Microbiologie de la viande : action du froid (14-26). In : Application du froid à la conservation des viandes.- Paris : Ed. du CNERPAC.- 32p.

84. ROSSET R., 1982.

Etat des animaux avant l'abattage (29-32).In : Hygiène et technologie de la viande fraîche. – Paris : Ed. du C.N.R.S.-352p

85. ROSSET R., 1982.

Les méthodes de stabilisation de la flore microbienne : la réfrigération (161-191). In : Hygiène et technologie de la viande fraîche. -Paris : Ed. du C.N.R.S.-352p

86. ROSSET. R. et LEBERT.F, 1982

Les règles d'hygiène envisageables aux différents stades de la filière viande : Principe (277-280). In : hygiène et technologie de la viande fraîche .- Paris : Ed. CNRS.- 352p.

87. ROSSET R. et LAMELOISE P., 1982.

Microbiologie de la viande (277-280). In : Hygiène et technologie de la viande fraîche.- Paris : Ed. du C.N.R.S.- 352p.

88. ROSSET R., ROUSSEL-CIQUARD N., 1982.

La putréfaction (137-139). In : Hygiène et technologie de la viande fraîche. -Paris ; Ed. du C.N.R.S.-352p

89. ROSSET R., 1995.

Dénrées périssables, froid et qualité des aliments. Cas particulier des viandes. –Paris : APRIA. **22** (1) : 1-101.

90. ROUX J. L., 1994. Conservation des aliments par le froid. Conserver les aliments. Comparaison des Méthodes et des Technologies. -Paris : Tec & Doc. Lavoisier. -705p.

91. ROZIER J.- 1990.

Inhiber ou détruire les microbes des contaminations (67-94). In : Comprendre et pratiquer l'hygiène en cuisine.- Millau : Presse des Imprimeries Maury.- 200p

92. SEYDI Mg., 1982.

Contamination des denrées alimentaires d'origine animale (DAOA). Incidences sanitaires et économiques. *Médecine d'Afrique Noire* : 368-372.

93. SEYDI Mg., 2000

Sécurité Sanitaire des produits alimentaires au Sénégal.

In Enjeux, perspectives et collaboration entre secteurs privé et public, et organisation internationale- Rapport de l'Atelier sur la sécurité sanitaire des aliments en Afrique.- Rome : FAO.- 90 p.

94. SEYDI Mg. et FAYE J. E. 1990 : pH et rigidité cadavérique des carcasses de Bovins soudano-sahéliens: Etude préliminaire. *V.P.C* **11** (6,6 bis, 6 ter) : 275-276.

95. SEYDI Mg. 2003. – Problématique de la sécurité sanitaire des aliments dans les pays francophones au Sud du Sahara. *RASPA*, **1** (2) : 86-94.

96. SUISSE ; Confédération, 2008.

Instructions relatives à l'exécution des analyses microbiologiques dans le cadre de l'autocontrôle des abattoirs du 3 octobre 2006 (rev. Juin 2008).-Bale : OVF.- 9f.

97. TSAI R., GOEPFERT J., CASSENS R. et BRISKEY E., 1971.

A comparison of salmonella excretion by stress- susceptible and stress- resistant pigs. *J. Food Sci.*, **36** (6) : 889- 891.

98. VERRHOYE A., 2001.

Microbiologie et maîtrise de la sécurité des aliments ; unité viande et produits carnés du 21 Mai au 1^{er} juin 2001.

99. VALIN C., 1982.

Influence des conditions de conservation sur l'évolution post-mortem biochimique et biophysique des viandes (203-220). In : Hygiène et technologie de la viande fraîche. –Paris : Ed. du CNRS.-352p.

100. WEBER F., 1985.

Réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports.- (Etude FAO production et santé animale).- Rome : FAO.-216p.

101. WELSCH U., 2004. Précis d'histologie.- Turin : Lavoisier.- 597 p.

Webographie :

102. ACHETEURS INFO. [en ligne], accès internet :
http://www.acheteursinfo.com/actualites_restauracion_22102009.html#qui (consulté le 28/11/10)

103. BOUTILLIER B. et OUTREQUIN G. Anatomie microscopique du muscle et fonctionnement moléculaire. [En ligne] accès internet : <http://www.anatomiehumaine.com/Anatomie-Microscopique-du-Muscle.html>(consulté le 28/12/10)

104. CODE D'USAGES INTERNATIONAL RECOMMANDÉ -PRINCIPES GÉNÉRAUX D'HYGIÈNE ALIMENTAIRE
CAC/RCP 1-1969, RÉV. 4 (2003) P29. [en ligne] Accès internet :
<http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10196/CX> (Consulté le 20 /12/11)

105. CODE D'USAGES EN MATIÈRE D'HYGIÈNE POUR LA VIANDE¹.
CAC/RCP 58-2005. P55. [en ligne] Accès internet :
<http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10196/CX> (Consulté le 20 /12/11)

106. DUFÉY P.A., 2008. Refroidissement de la carcasse et la qualité de la viande (39-42). In : fiche technique qualité de la viande.- Winterthour.-Ed. : Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, Station fédérale de recherches pour les animaux de rente et l'économie laitière. [en ligne], accès Internet :
http://www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/pub_DufeyPA_2008_16847.pdf
(consulté le 03/09/10)

107. IBERRAKEN MASSINISSA., MAUCHE KAMEL., 2006. Les produits carnes.
Université de Bejaia - Ingéniorat en contrôle de qualité et analyse [en ligne], accès internet
<http://www.memoireonline.com/07/08/1276/les-produits-carnes-stage-ck-fleisch.html>
(consulté le 04/10/10)

108. INRA., 2009. Techniques de conservation par le froid. In: la conservation des aliments, les techniques. [en ligne], accès internet :
http://www.inra.fr/la_sciences_et_vous/apprendre_experimenter/attention_microorganismes/la_conservation_des_aliments_les_techniques. (Consulté le 21 /11/10)

109. MATURATION DES VIANDES. [en ligne], accès Internet : <http://www.boucherie-france.org/technique/matur1.html> (consulté le 03/09/10)

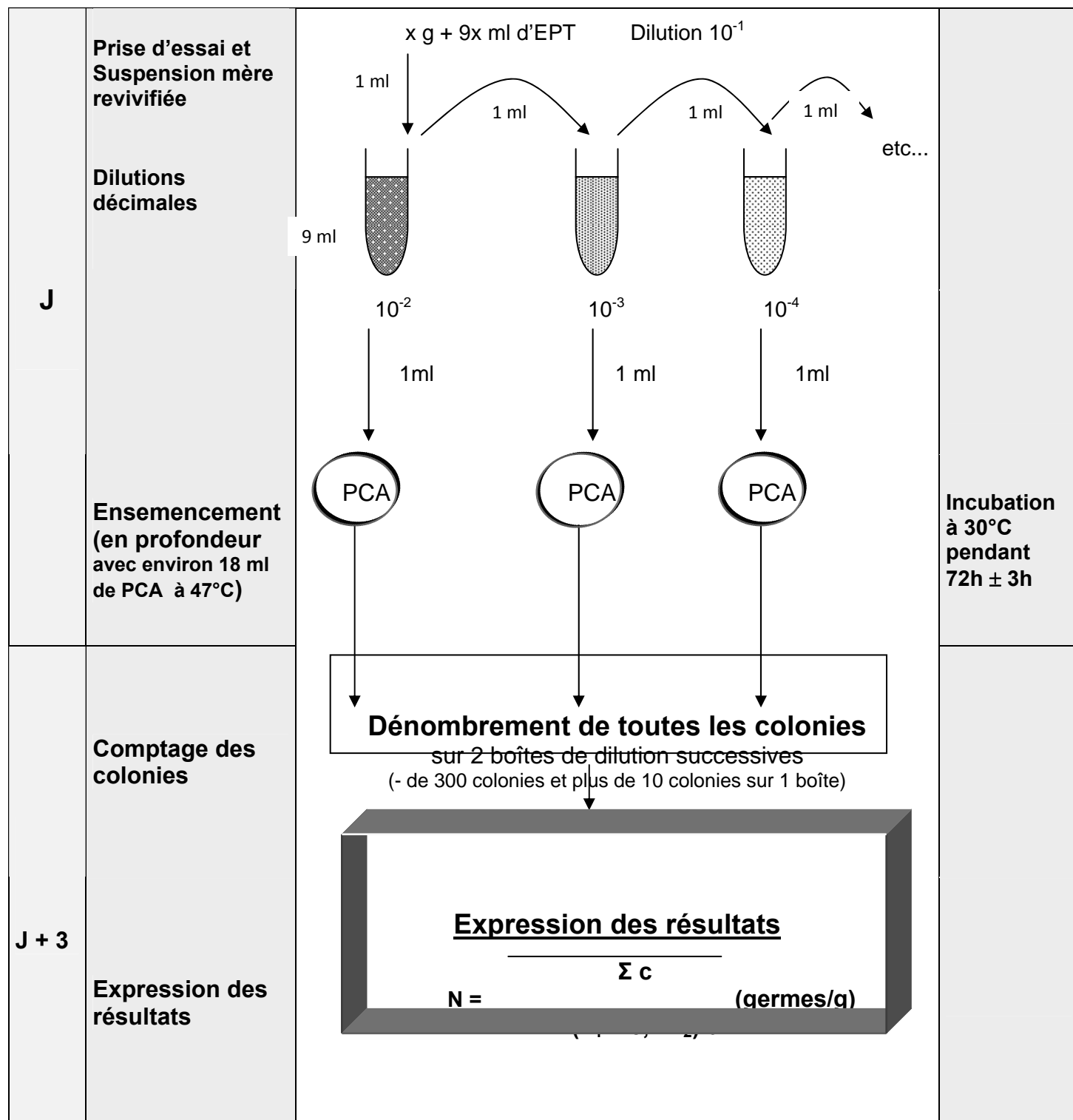
110. MONING G., 2003 : Abattage des porcs et qualité des carcasses et des viandes. INRA, Station de Recherches sur la viande, theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle. 109p. [en ligne], accès internet : <http://www.inra.fr/France/util/.shtml>.

111. COMMISSION DU CODEX ALIMENTARIUS (Vingt-septième session Genève (Suisse), 28 juin - 3 juillet 2004). [en ligne], accès Internet :
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/008/j1870f.pdf>. (Consulté le 28 juillet 2011).

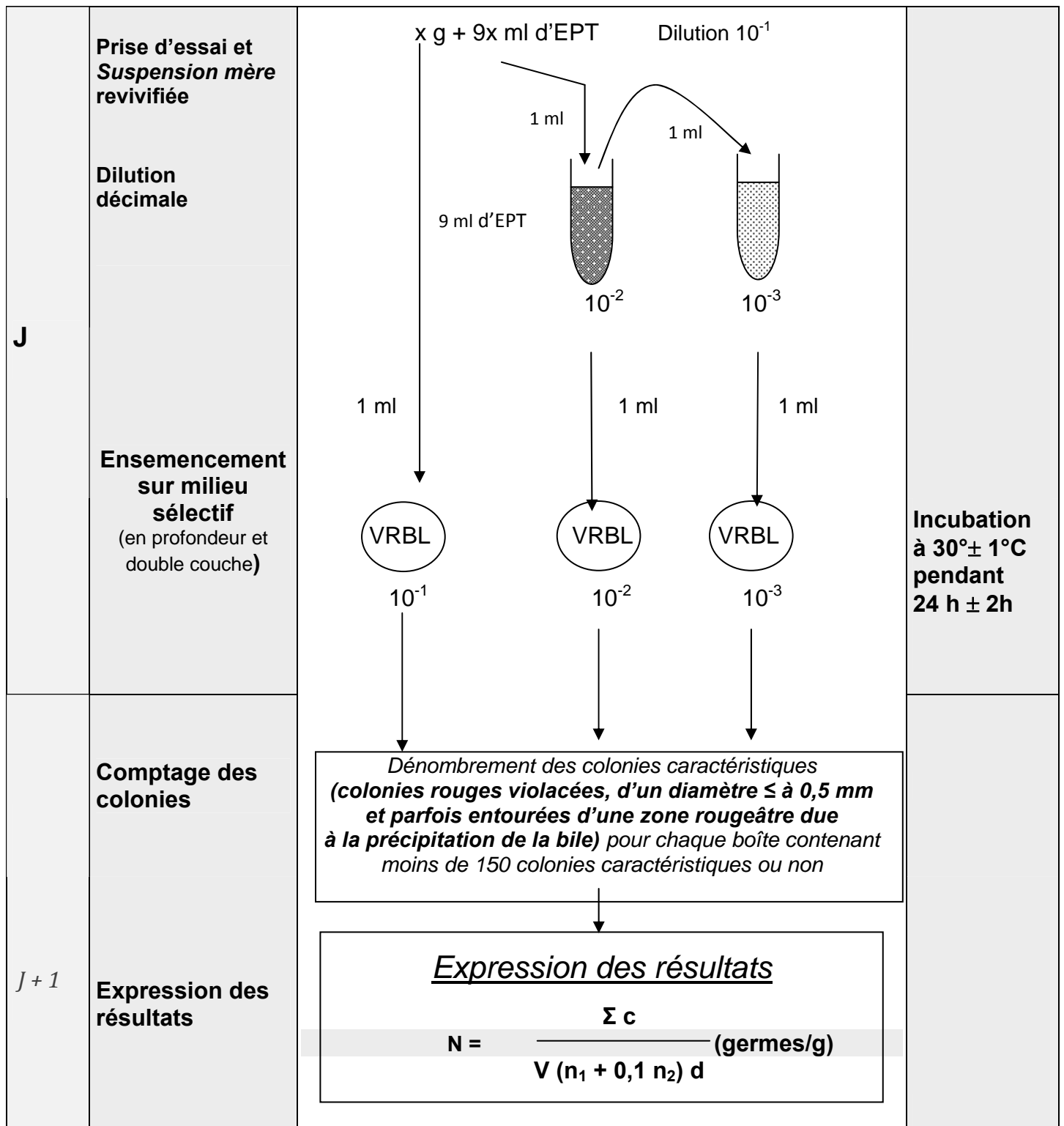
112. TECHNIQUES DE CONSERVATION DES ALIMENTS. Document : Memo, le site de l'histoire (www.memo.fr), [en ligne], accès Internet : <http://crdp.acbordeaux.fr/sciences/reforme/physique/document3.pdf> (consulté le 25/12/10)

ANNEXES

Annexe 1: Dénombrement de la flore totale selon la norme **ISO 4833** (février 2003)



Annexe 2: Dénombrement des coliformes selon la norme ISO 4832 (février 2006)



Annexe 3

Figure 22 : Retour des viandes invendues dans la chambre froide



Annexe 4

Figure 23 : Transport manuel et réintroduction des viandes dans les chambres froides



Annexe 5

Figure 24 : Stockage de carcasses de moutons dans les chambres froides des bovins



Annexe 6

Figure 25: Abats et issues entreposés à même le sol dans les chambres froides de carcasses bovines



Annexe 7

Figure 26 : Masse de pierre pour renforcer la fermeture de la porte (chambre froide)



Annexe 8

Figure 27 : Présence de la crasse sur le revêtement des murs et sol



Annexe 9

Figure 28 : Toiles d'araignée et accumulation des matières fécales dans le
w.c



Annexe 10

Tableau XXV : Evolution de la température à cœur des carcasses bovines dans les chambres froides

Temps (h)	t ₀		t ₁		t ₂		t ₃	
T.C (°C)	23,3	15,9	17,4	12,6	15,5	11,5	13,9	10,5
	21,1	16,1	15,4	13,4	13,9	11,8	12,4	10,6
	15	19,9	13,8	16,6	13,5	14,5	12,6	12,7
	15,1	22,7	13,8	19,3	13,2	16,1	12,6	14
	19,4	18,9	15,9	15,2	14,5	13,1	13,5	11,6
	23,4	21,2	18,5	17,1	17,1	15,2	15	13,2
	20,5	21,1	17	17,1	15,7	14,8	14	12,6
	22,1	22,4	18,2	17,5	16,5	14,8	14,8	12,6
	20,5	14,2	17,2	10	15,8	10,3	14,4	7,8
	20,8	16,2	16,8	12,8	15,5	11,5	14,2	10,2
	19,7	15,2	15,7	13,2	14,2	11,9	13	10,1
	15	16,7	13,9	12,7	13,1	12	12,5	10,6
	22	20,2	18,5	16,8	16,9	13,9	15	12,3
	22,3	20,9	17,5	16,8	15,9	14,4	14	12,3
	20,8	18,1	18	14,6	15,8	12,9	14,7	11,1
	21,9	17,4	18,1	13,6	16,4	12,3	14,9	10,4
	19,2	19,6	16,4	15,5	15,2	13,2	13,5	11,5
	18	23,6	15,3	20,1	13,7	17	12,6	14,7
	19,1	17,9	15,8	15,2	14,4	13,2	12,9	11,3
	18	18	14,9	14,9	13	12,8	12,1	11

t₀= début des relevés, t₁= 4h après, t₂= 8h après et t₃= 12h après

Annexe 11

Tableau **XXVI**: Evolution de la température ambiante des carcasses bovines dans les chambres froides aux abattoirs de Dakar

Temps (h)	t ₀		t ₁		t ₂		t ₃	
Ta(°C)	14,1	14,3	11,4	12	11,6	11,5	10,2	10,8
	13,1	13,8	10,8	11,7	10,6	10,5	8,7	10,5
	12,2	14,8	11,2	12,8	11,2	11,7	9,6	11,4
	14,7	14,5	10,9	12	10,8	11,9	8,4	11,2
	12,8	14,5	9,6	12,3	9,7	11,4	8,1	11,2
	12,8	14,4	10,3	13,7	11	11,4	9,3	10,2
	12,8	15	10,4	12	11,6	12,2	8,9	11,7
	11,2	16,6	10,8	11	9,7	12	7,8	11,8
	11,2	13,5	10,2	12	9	12,2	8,4	10,8
	12,5	14,7	9,8	12,6	8,9	12,2	8,8	11,5
	11,4	15	9,5	12,3	9,8	11,5	8,5	11,4
	11,3	15,2	10,3	12	9,4	11,6	9,5	11,7
	12,4	14,5	11,2	12,6	10,3	12	8,7	11,2
	11,2	15,9	11,6	12,5	10,9	12	8,6	12,5
	10,9	15,8	9,2	12,7	9,7	11,5	8,9	11,3
	12,3	15	9,4	12,9	9,9	11,4	8,8	11,5
	11,5	15,8	10,7	12	11,4	11,9	8,4	11,7
	14	14,6	10,4	12,2	10,9	11,4	9,7	10,7
	13	14,8	10,9	12,4	11,2	11,2	9,4	10,8
	12	13,8	10,9	11,5	10,8	11,1	8,7	10,9

t₀= début des relevés, t₁= 4h après, t₂= 8h après et t₃= 12h après

Annexe 12

Tableau **XXVII** : Fiche de contrôle des locaux à l'abattoir de Dakar

Hygiène des locaux de refroidissement		Remarques
Conception	Dimensions	
	Abords	
	Environnement	
Sol	Pente	
	Siphons	
	Regard des siphons	
	Fissures ou trous	
	Eau stagnante	
	Présence de déchets	
	Carreaux cassés	
	Sol glissant	
	Nettoyage	
Murs ou parois	Tâches de sang	
	Parois propres	
	Peinture écaillée	
	Gorges arrondies	
Plafond	Phénomène de condensation	
	Etanchéité	
	Accumulation de saleté	
Autres installations ou dispositifs	Postes d'eau chaude	
	Postes d'eau froide	
	Evaporateur	
	Eclairage	
	Portes	

Annexe 13

Tableau **XXVIII** : Fiche de contrôle des locaux à l'abattoir de Dakar

Hygiène du personnel, matière première et de l'ordre dans les locaux		Remarques
Comportement du personnel	Respect de l'interdiction de fumer dans les locaux	
	Respect de la marche en avant	
	Respect du non entrecroisement des courants de circulation	
	Manutention des carcasses	
	Lavage des mains après une tâche	
	Gestes à proscrire (manger, mâcher, éternuer, tousser, cracher...)	
	Port des bijoux et montres	
	Propriété des vêtements	
Ordre dans les locaux	Présence des personnes étrangères	
	Fermeture des portes après ouverture	
	Heure de fermeture systématique des portes	
	Contrôle des entrées dans les locaux de refroidissement	
	Respect des différentes étapes du ressuage	
	Retour des viandes non vendues	
	Respect des conditions d'entreposage (3 demi carcasses 1m linéaire de rail)	
	Encombrement des locaux	
	Présence de produits ou objets indésirables	
Matière première	Manipulation des carcasses	
	Qualité fraîcheur	
	Hauteur des carcasses par rapport au sol	

Annexe 14

Tableau **XXIX** : Fiche de contrôle des locaux à l'abattoir de Dakar

Hygiène des sanitaires et vestimentaires		Remarques
Conception et aménagement	Wc ou cabinet d'aisance	
	-Nombre	
	-Emplacement	
	-Porte-manteau	
	- Type de W.C (turque ou chaise anglaise)	
	-Papier hygiénique	
	Douches	
	-Eau froide	
	- Eau chaude	
	-Espace pour déshabillage	
	-Eclairage	
	Lavabos et poste de nettoyage des mains	
	- Nombre	
	-Emplacement	
	-Eau chaude et eau froide	
-Commande de l'alimentation en eau		
- Savon		
-Brosses à ongles		
-Essuie mains à usage unique		
-Poubelle		
Entretien	Vestiaires	
	-Emplacement	
	-Aménagement	
	-Propreté du sol, des murs	
	-Propreté des cuvettes	
	-Propreté des lavabos	
	-Odeurs	
	-Renouvellement du savon, papier hygiénique	
Poubelles vidées		

Annexe 15

Tableau **XXX** : Fiche de contrôle des locaux à l'abattoir de Dakar

Hygiène équipement et matériel		Remarques
Conception	Utilisation du bois	
	Facilité d'entretien et démontable	
	Adaptation aux travaux effectués	
Etat physique	Surface oxydée	
	Surface rouillée	
Autres installations ou dispositifs	Poste de désinfection des outils	
	Nettoyage et désinfection des poubelles	

CONTRIBUTION A L'ETUDE DU RESSUAGE DES CARCASSES BOVINES AUX ABATTOIRS DE DAKAR : ASPECTS TECHNOLOGIQUES ET HYGIENIQUES

La viande est une denrée périssable en raison de sa richesse en protéines, propice au développement des microorganismes.

Pour contrebalancer cette tendance, le ressuage est apparu comme la solution efficace pour les industriels dont le souci est de sauvegarder les qualités originelles de la viande.

Toutefois, il est impératif de noter que malgré ses multiples avantages, son utilisation pose des problèmes qui ne sont pas faciles à résoudre dans les pays en voie de développement.

Au Sénégal particulièrement, une étude réalisée du 06/08/2011 au 26/10/2011 aux abattoirs de Dakar a permis d'apprécier l'impact du ressuage réfrigéré sur des carcasses bovines. L'étude a porté sur un échantillon de **800** carcasses pour les mesures de température. L'analyse de **100** échantillons de surface pour l'évaluation des caractéristiques microbiologiques selon les méthodes normalisées françaises.

Ce qui a donné les résultats suivants :

✓ Mode d'utilisation des chambres froides

L'utilisation des chambres froides par les usagers n'est pas compatible avec le bon fonctionnement des installations frigorifiques.

✓ Mesures des paramètres physiques

La température à cœur est de **+15,61°C±0,44**, la température ambiante est de **+11,06°C±0,88** avec un maximum de **+16,61°C±3,05** et un minimum de **+7,75°C±1,75**, l'humidité relative varie entre **72,45%** et **57,21%** avec une moyenne de **66,57%**, la vitesse de l'air est de **2,96 m.s-1 ± 0,59**, l'encombrement des chambres froides est de **85** carcasses en moyenne stockées par jour et par chambre.

✓ Caractéristiques microbiologiques des viandes

La moyenne globale de contamination est :

• Pour la flore mésophile aérobie totale :

-avant réfrigération de **4,79 log₁₀UFC/cm²** avec :

28% des échantillons qui appartiennent à la classe A (Satisfaisant)

28% des échantillons qui appartiennent à la classe M (Acceptable)

44% des échantillons qui appartiennent à la classe I (Non satisfaisant)

-après réfrigération de **4,90 log₁₀UFC/cm²** avec :

32% des échantillons qui appartiennent à la classe A (Satisfaisant)

18% des échantillons qui appartiennent à la classe M (Acceptable)

50% des échantillons qui appartiennent à la classe I (Non satisfaisant)

• Pour les coliformes thermotolérants :

-avant réfrigération de **0,82 log₁₀UFC/cm²** avec :

48% des échantillons qui appartiennent à la classe A (Satisfaisant)

52% des échantillons qui appartiennent à la classe I (Non satisfaisant)

-après réfrigération de **1,66 log₁₀UFC/cm²** avec :

60% des échantillons qui appartiennent à la classe A (Satisfaisant)

2% des échantillons qui appartiennent à la classe M (Acceptable)

38% des échantillons qui appartiennent à la classe I (Non satisfaisant)

La flore mésophile aérobie totale est la flore la plus prédominante au niveau des sites étudiés. L'épaule est

Mots clés : Ressuage - Qualité bactériologique – Carcasses bovines- Abattoirs de Dakar

Luc LOUBAMBA

(00242) 055317238/(00221) 763832090

loubluc@yahoo.fr