

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR (UCAD)

**Ecole Doctorale Sciences de la Vie, de la Santé
et de l'Environnement (ED-SEV)**

**Ecole Inter-Etats des Sciences et
Médecine Vétérinaires (EISMV) de Dakar**

Année : 2016

N° d'ordre : 185



THESE DE DOCTORAT

Spécialité: Productions et Biotechnologies animales.

Présentée par :

Abdoulaye DIAWARA

**Evaluation de la qualité bactériologique des viandes bovine
et ovine produites aux abattoirs de Dakar (Sénégal).**

Soutenue le 23 janvier 2016 à 9 heures devant le jury composé de :

Président :

M. Cheikh Saad Bouh BOYE, Professeur titulaire à la FMPO/UCAD de Dakar

Rapporteurs:

M. Malang SEYDI, Professeur titulaire à l'EISMV de Dakar

M. Mady CISSE, Maître de Conférences Agrégé à l'ESP de Dakar

M. Oubri Bassa GBATI, Maître de Conférences Agrégé à l'EISMV de Dakar

Examineur :

Mme Rianatou BADA-ALAMBEDJI, Professeur titulaire à l'EISMV de Dakar

Directeur de thèse:

M. Germain Jérôme SAWADOGO, Professeur titulaire à l'EISMV de Dakar

Co-directrice de thèse:

Mme Amy Gassama SOW, Professeur titulaire à l'ESP de Dakar

Dédicaces

A mes défunts parents, sœurs et frères. Qu'Allah (SWT) fasse du Paradis Firdawsi leur dernière et éternelle demeure.

A mon épouse Mme Rokhaya Fall, mes trois fils (Mouhamadou Lamine Diawara, Ibrahima Guèye Diawara et Papa Mouhamadou Lamine Diawara) et ma fille et « maman » Adja Fanta Fily Diawné Diawara. Que ce modeste travail honore et encourage ce beau monde à faire beaucoup plus que moi.

A toute la population de Samine Balante (Département de Goudomp) sans exclusive, village qui m'a vu naître et grandir.

A El Hadji Séckou Lamine Traoré affectueusement appelé Monsieur Tra, ancien Directeur de l'Ecole primaire mixte de Samine Balante.

A M. Bécaye Diop (Ancien Ministre) qui a conduit mes tous premiers pas (Cours d'initiation et préparatoire) dans cette Ecole de Samine Balante qui restera à jamais, gravée dans ma mémoire.

A tous les anciens Professeurs, l'équipe administrative de 1983 à 1986 et les anciens Etudiants de l'Ecole nationale des Cadres ruraux de Bambey (Sénégal) notamment, toutes les Sections confondues de la 21^{ème} Promotion.

A la mémoire de mon Cher frère, Ibrahima Guèye, rappelé à la fleur de l'âge le 08 mai 1992 à Allah (SWT), nous laissant Mme Khady Sène, Abdou Razack Jr, Anta et Lota Guèye.

A la mémoire de :

- Mme Méry Fall, épouse d'El Hadji Abdourahim Dieng ;
- M. Siaka Diatta affectueusement appelé Dialo ;
- Dr. Ibrahima Diémé et Dr. Abdoulaye Bouna Niang, anciens Directeurs de l'Elevage.

Remerciements

Nous rendons grâce à **Allah** (SWT), le Tout Puissant, le Clément, le Miséricordieux, de nous avoir donné la chance de réaliser ce modeste travail, d'atteindre un but et par la même occasion, de réaliser un rêve. Prière sur son **Prophète Mouhamed** (PSL).

Il demeure évident que ce travail n'aurait pas pu se concrétiser sans l'appui de personnes et d'Institutions qui ont fait confiance en notre modeste personne et, en nos capacités de suivre la fascinante aventure d'une thèse de doctorat. Qu'elles trouvent ici l'expression de notre gratitude et de nos sincères remerciements.

A notre Maître et Directeur de thèse, le Professeur Germain Jérôme Sawadogo, Chef du Laboratoire d'endocrinologie de l'EISMV de Dakar, malgré vos multiples occupations professionnelles, vous avez cru en nous, en nous responsabilisant et en encadrant notre travail de thèse avec toute la rigueur scientifique qui sied. Professeur Sawadogo, les moments passés avec vous, nous ont permis de découvrir en vous la simplicité, la piété, la générosité, la rigueur scientifique et l'amour du travail de qualité. Veuillez trouver ici, l'expression de nos profonds et sincères remerciements.

Nous exprimons nos sincères remerciements au Professeur Rianatou Bada-Alambédji pour avoir accepté de nous accueillir au Laboratoire d'Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale de l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar, pour les besoins de nos travaux de thèse. Qu'elle soit assurée de notre plus profonde reconnaissance pour nous avoir également guidé dans la réalisation scientifique de ce travail et accepté de siéger pour juger notre modeste travail.

Les travaux de recherche présentés dans cette thèse ont été réalisés au Laboratoire de Sécurité Alimentaire et Hygiène de l'Environnement de l'Institut Pasteur de Dakar, dirigé par le Professeur Amy Gassama Sow qui, malgré ses multiples occupations professionnelles, n'a ménagé aucun effort pour nous accompagner dans la réalisation de ce modeste travail. Professeur, trouvez ici, l'expression de notre profonde et sincère gratitude pour avoir également accepté de siéger dans notre jury de thèse, témoignant ainsi éloquemment votre ardent désir de nous voir concrétiser notre rêve.

Nous adressons également toute notre gratitude à tous les membres de notre Comité de thèse et tous les lecteurs anonymes dont les remarques et les contributions ont permis d'améliorer de manière significative, la qualité de ce travail et de notre article publié dans une revue scientifique.

Nous tenons à exprimer toute notre sincère reconnaissance au Président et aux autres membres du jury de cette thèse, pour avoir consacré leur temps, leur compétence et leur expertise scientifique à la lecture minutieuse ayant abouti à des critiques qui ont permis d'améliorer notre modeste travail. La simplicité et la spontanéité avec laquelle ces éminents scientifiques

ont répondu à notre sollicitation, nous ont honoré à plus d'un titre. Soyez rassurés de notre profonde reconnaissance et notre hommage déférent. Il s'agit, notamment, de **Professeur Cheikh Saad Bouh Boye, Professeur Malang Seydi, Professeur Rianatou Bada-Alambédji, Professeur Amy Gassama Sow, Professeur Mady Cissé et Professeur Oubri Bassa Gbati.**

Nous tenons à remercier sincèrement Mme Aminata Mbengue NDIAYE, Ministre de l'Elevage et des Productions animales qui ne ménage aucun effort pour l'amélioration de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires d'origine animale.

A M. Malang Seydi, Professeur titulaire de l'Enseignement supérieur en Hygiène, Technologie et Qualité des aliments de l'homme, pour nous avoir toujours fait bénéficier de ses précieux conseils, ses critiques, ses compétences, son soutien, son ingéniosité et son professionnalisme en matière de sécurité sanitaire des aliments. Aussi, El Hadji Malang, comme l'appelons affectueusement à la maison, a manifesté à notre égard une bienveillante et constante disponibilité à chaque fois que nous l'avons sollicité depuis plusieurs années. El Hadji Malang, veuillez trouver ici, l'assurance de notre profonde admiration et de notre sincère reconnaissance.

Nous remercions chaleureusement le Professeur Abdoulaye Samb et Mme Fama Diop respectivement, Directeur et Assistante de l'Ecole doctorale Sciences de la Vie, de la Santé et de l'Environnement de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

Nous remercions très sincèrement tous ceux qui, de près ou de loin, ont apporté de manière multiforme leurs contributions à ce modeste travail, notamment, Dr. Mbargou Lô (Directeur des Services vétérinaires), Dr. Adama Sow (Laboratoire d'endocrinologie de l'EISMV de Dakar), Dr. Khalifa Serigne Babacar Sylla et M. Mamadou Baldé (Laboratoire HIDAOA/EISMV), Dr. Fatma Thioub Diop Diène (Cellule d'Etudes et de Planification / MEPA, ancienne Etudiante EDSEV/UCAD) et Dr. Mamadou Lamine Diallo (Direction des Services vétérinaires).

A El Hadji Ibrahima Dianko Bâ (Université Assane Seck de Ziguinchor), El Hadji Abdourahim Dieng et ses adorables enfants (Gnagna, Mariama, Ndèye Saly et Fatou Binetou Dieng), Dr. Abdoulaye Mbaye (FAO), M. Aliou Ndiaye (Chef du Service départemental de l'Elevage et des Productions animales de Saraya), M. Thomas Hyacinthe Compaoré (ASECNA, Dakar), M. Ousseynou Niang Diallo (Chef du Service départemental de l'Elevage et des Productions animales de Dakar), Dr. Coumba Kébé Guèye, Dr. Baba Sall, Mme Fatou Ndao Sarr, Dr. Anta Diagne, Mme Fatimata Bâ Kâ, Dr. Ismaïla Seck, Dr. Chantal Biagui, Dr. Coumba Faye Diouf, M. Mohamadou Moustapha Tall, M. Ibrahima Ndao, M. Moussa Kâ et Mme Maréma Diop Guèye (Direction des Services vétérinaires), Dr. Bousso Guèye (Experte au Fonds d'appui à la stabulation / MEPA), Mme Ndèye Fatou Thiaw, Mme Aminata Diallo et M. Pape Moustapha Dia (Fonds d'appui à la stabulation / MEPA), M. Mamadou Niang et Mme Khady Diop (Direction de l'Elevage), Mme Néné Oumou Diallo Diop (DAGE/MEPA), Mme Oumou Salamata Touré Diakhaté (Assistante Directeur du développement des Equidés / MEPA) et Mme Aminata Ly Diagne (Assistante Secrétaire général / MEPA), pour vos encouragements et soutiens, trouvez ici, l'expression de notre profonde gratitude.

Illustrations

Tableau I :	Statistiques des abattages contrôlés au Sénégal (en tonnes) de 2005 à 2013.....	15
Tableau II :	Statistiques de la production de viandes et d'abats au Sénégal (en tonnes).....	16
Tableau III :	Types de fibres musculaires.....	23
Tableau IV :	Composition chimique du muscle.....	24
Tableau V :	Teneur en fer hémique de différentes viandes.....	26
Tableau VI :	Paramètres du stockage réfrigéré.....	42
Tableau VII :	Durée de conservation des viandes réfrigérées.....	43
Tableau VIII :	Classement des produits carnés suivant leurs caractéristiques physicochimiques et leurs critères de conservabilité.....	53
Tableau IX :	Périodicité des prélèvements des échantillons.....	67
Tableau X :	Références utilisées pour les analyses bactériologiques au LSAHE.....	70
Tableau XI :	Dénombrement et mode de calcul des germes recherchés au LSAHE.....	72
Tableau XII :	Flores recherchées, conditions de cultures et références normatives.....	80
Tableau XIII :	Critères microbiologiques des denrées alimentaires d'origine animale.....	80
Tableau XIV :	Conception et hygiène du parc de stabulation des bovins.....	81
Tableau XV :	Conception et hygiène de la salle de saignée des bovins.....	82
Tableau XVI :	Conception et hygiène de la salle de préparation de la viande bovine.....	83
Tableau XVII :	Conception et hygiène de la salle de consigne.....	84
Tableau XVIII :	Conception et hygiène des sanitaires.....	85
Tableau XIX :	Conception et hygiène des vestiaires.....	85
Tableau XX :	Niveaux de contamination des viandes bovine et ovine par la flore mésophile aérobie totale.....	94
Tableau XXI :	Niveaux de contamination des viandes bovine et ovine par les coliformes thermotolérants.....	94
Tableau XXII :	Niveaux de contamination des viandes bovine et ovine par staphylocoques pathogènes.....	94
Tableau XXIII:	Niveaux de contamination des viandes bovine et ovine par les germes anaérobies sulfitoréducteurs.....	95
Tableau XXIV:	Niveaux de contamination des viandes bovine et ovine par les salmonelles.....	95

Figure 1 :	Evolution du pH <i>post-mortem</i>	19
Figure 2 :	Anatomie du muscle squelettique.....	22
Figure 3 :	Cycle de la couleur de la viande fraîche.....	28
Figure 4 :	Schéma du processus général de sanctions de l'inspection de salubrité.....	41
Figure 5 :	Diagramme de la préparation des viandes aux abattoirs.....	44
Figure 6 :	Mécanisme de la contamination superficielle des carcasses aux abattoirs.....	50
Figure 7 :	Extrait de la carte de la région de Dakar.....	63
Figure 8 :	Sites de prélèvements des échantillons sur les carcasses de bovins et d'ovins.	67
Figure 9 :	Schéma de la préparation des dilutions décimales.....	71

Abréviations et acronymes

ASR	Anaérobies sulfitoréducteurs
al.	Allier
Aw	Activité de l'eau
BLBVB	Bouillon Lactosé Bilié au Vert Brillant
BOAD	Banque Ouest Africaine de Développement
BP	Baird Parker
BPH	Bonnes pratiques d'hygiène
CAC	Commission du Codex Alimentarius
CEP	Cellule d'études et de planification
CF	Coliformes fécaux
cm	Centimètre
Cm²	Centimètre carré
CT	Coliformes thermotolérants
°C	Degré Celsius
DGAL	Direction générale de l'Alimentation
EISMV	Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires
EN	European Norm (norme adoptée par le Comité Européen de Normalisation)
EPT	Eau peptonée tamponnée
ESP	Ecole Supérieure Polytechnique
FACA	Fonds d'Assainissement et de Contrôle des Abattoirs
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FIC	Fondation Internationale Carrefour
FMAT	Flore Mésophile Aérobie Totale
FMPO	Faculté de Médecine et d'Odontologie
g	Gramme
GBPHBC	Guide de bonnes pratiques d'hygiène pour bouchers-charcutiers
GBPHVR	Guide de bonnes pratiques d'hygiène pour les viandes rouges
GBPIV	Guide de bonnes pratiques d'inspection des viandes
GN	Gélose Nutritive
H	Hektoen
Ha	Hectare
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Points (Analyse des dangers et maîtrise des points critiques)
IPD	Institut Pasteur de Dakar
ISO	Organisation Internationale de Normalisation
JAM	Journal of Applied Microbiology
Km²	Kilomètre carré
LDC	Lysine Décarboxylase
LSAHE	Laboratoire de Sécurité Alimentaire et d'Hygiène de l'Environnement
m	Mètre

MEPA	Ministère de l’Elevage et des Productions animales
MKTTn	Müller-Kauffman au Tétrathionate-novobiocine
ml	Millilitre
mn	Minute
NF	Norme française
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONPG	O-Nitrophényl-B-D-galactopyranoside.
PCA	Plate Count Agar
pH	Potentiel hydrogène
RPF	Rabbit Plasma Fibrinogen
RVS	Rappaport-Vassiliadis avec Soja.
SDE	Société des eaux
SERAS	Société d’exploitation des ressources animales du Sénégal
SOGAS	Société de gestion des abattoirs du Sénégal
TBX	Tryptone-bile-glucuronide
TIAC	Toxi-infection alimentaire collective
TSA	Trypto-Caséine-Soja
TSC	Tryptose-Sulfite à la Cyclosérine
UCAD	Université Cheikh Anta DIOP
UFC	Unité Formant Colonie
USPA	Union des Services publics d’Afrique
USPF	Union des Services publics de France
Viande DFD	Viande sèche, dure et sombre (Dark, Firm and Dry)
Viande PSE	Viande pâle, molle et exsudative (Pale, Soft and Exudative)
VP	Voges-Proskauer
W.C	Cabinet d’aisance (Water Closet)
XLD	Xylose Lysine Désoxycholate

Glossaire

Abattoir	Tout local approuvé/homologué et/ou enregistré par l'autorité compétente, utilisé pour l'abattage et l'habillage d'animaux spécifiés destinés à la consommation humaine.
Abats :	Bovins, ovins, porcins, caprins, solipèdes domestiques : les viandes fraîches autres que celles de la carcasse, même si elles restent naturellement attachées à la carcasse.
- <i>Abats blancs</i>	Estomacs de bovins, intestins, pieds, têtes, mamelles, ris ou thymus, herbière (enveloppe charnue de l'œsophage), épiploon (crépine, coiffe ou voilette).
- <i>Abats rouges</i>	Foie, rognons, cœur, rate, joues, palais et museau de bœuf, langue, sang, queue.
Abattage d'urgence	Tout abattage d'un animal présentant des signes cliniques provoqués brusquement par un traumatisme ou une défaillance de l'organisme lors d'une intervention chirurgicale ou obstétricale, alors qu'il était en bon état de santé avant le traumatisme ou l'intervention.
Activité de l'eau ou Activité hydrique	Valeur comprise entre 0 et 1 et traduisant la quantité d'eau disponible dans un aliment et utilisable pour le métabolisme des microorganismes. Aucun développement microbien n'est possible en dessous de 0,65. L'activité hydrique de la viande fraîche est d'environ 0,98 - 0,99.
Aérobic	Se dit d'un micro-organisme ayant besoin d'oxygène pour se développer.
Amenée	Transfert des animaux des parcs de stabulation à la salle d'abattage ou de saignée, en passant par le couloir d'amenée.
Anaérobic	Se dit d'un micro-organisme capable de vivre et de se multiplier en absence d'oxygène.
Autorité compétente	Autorité officiellement chargée par le gouvernement du contrôle de l'hygiène de la viande, comprenant la définition de prescriptions réglementaires d'hygiène pour la viande et leur mise en vigueur.
Bactérie	Microorganisme unicellulaire qui se reproduit seul par division cellulaire.
Boyaux	Intestins (grêle et gros).
Biotechnologies	Les biotechnologies sont l'ensemble des méthodes et des techniques qui utilisent comme outils des organismes vivants (cellules animales et végétales, microorganismes...) ou des parties de ceux-ci (gènes, enzymes). Elles sont situées au carrefour de trois domaines de compétences : Santé, Agro-alimentaire, Environnement. Elles permettent la mise au point et le développement de nouveaux produits pour la santé de l'Homme, pour la qualité et la sécurité de son alimentation, et pour la protection de son environnement.

Carcasse	Corps entier de l'animal de boucherie après saignée, éviscération et ablation des extrémités des membres au niveau du carpe et du tarse, de la tête, de la queue et des mamelles, après dépouillement. La carcasse est présentée soit en : - demi carcasses après fente de la colonne vertébrale ; ou - quatre quartiers après division des demis.
Cinquième quartier	Ensemble des éléments à usage alimentaire ou non, autres que la carcasse, et isolés à l'abattoir au cours de la préparation des animaux de boucherie. Il comprend les abats et les issues.
Conditionnement	Première enveloppe de présentation et de vente d'une denrée alimentaire. Le conditionnement désigne aussi l'opération de pose de cette première enveloppe de présentation.
Contamination	Introduction dans un milieu, d'éléments étrangers biologiques, chimiques ou physiques.
Danger	Agent biologique, chimique ou physique, présent dans un aliment ou état de cet aliment pouvant présenter un effet néfaste sur la santé.
Découpe	Première opération de transformation réalisée sur les carcasses, demi-carcasses, quartiers de viande. C'est l'opération qui permet de les diviser en plusieurs morceaux de découpe.
Désinfection	Opération au résultat momentané permettant d'éliminer ou de tuer les microorganismes et/ou d'inactiver les virus indésirables sur des milieux inertes contaminés, en fonction des objectifs fixés.
Désossage	Action qui consiste à éliminer les os des viandes pour faciliter le traitement ultérieur (culinaire ou industriel).
Dépouille	Elle a pour but de séparer le cuir et la peau des animaux dans les meilleures conditions.
Diète hydrique	Action consistant à priver l'animal d'aliments solides avant l'abattage. Il reçoit de l'eau à volonté.
Douchage de la carcasse	Lavage à l'eau pour éliminer les souillures de la carcasse comme les excréments, les esquilles d'os, la pâte de la fente, le lait de la mamelle, le sang, les souillures lors du travail.
Emballage	Matériau protégeant et regroupant les unités de conditionnement pour le transport et la livraison. C'est aussi l'opération.
Etous	Sorte de table inclinée faite de tubes métalliques utilisée pour la préparation des petits ruminants.
Etudes de l'alimentation Totale (Total Diet Studies)	Etude qui vise à mesurer l'exposition alimentaire de la population à des substances problématiques comme les résidus de médicaments vétérinaires.
Estampille	Toute marque ou tout cachet ainsi que toute étiquette portant cette marque ou ce cachet, agréé par l'autorité compétente.
Eviscération	C'est l'ablation de tous les viscères thoraciques et abdominaux de l'animal (sauf les reins).
Fente médiale de la carcasse	Incision longitudinale de la carcasse passant par la colonne vertébrale et aboutissant à l'obtention de deux demi-carcasses.

Habillage	Ensemble des opérations comprenant la pré dépouille et la dépouille des animaux.
Hygiène de la viande	Toutes les conditions et mesures nécessaires afin d'assurer la sécurité sanitaire et la salubrité de la viande tout au long de la chaîne alimentaire.
Hygrométrie	Taux d'humidité de l'atmosphère.
Inspecteur vétérinaire	Inspecteur officiel possédant une qualification professionnelle de vétérinaire et entreprenant à titre officiel les activités relatives à l'hygiène de la viande prescrites par l'autorité compétente.
Inspection <i>ante mortem</i>	Toute procédure ou toute inspection effectuée sur les animaux vivants par une personne compétente afin de procéder à un jugement portant sur la sécurité, la salubrité et le sort réservé à ces animaux.
Inspecteur officiel	Personne nommée, accréditée ou reconnue de toute autre manière par l'autorité compétente pour exécuter les activités officielles liées à l'hygiène de la viande et qui agit au nom de l'autorité compétente ou sous sa supervision.
Inspection <i>post mortem</i>	Procédure ou inspection effectuées par une personne compétente sur les parties d'animaux abattus pour juger de leur sécurité et salubrité et de leur utilisation.
Isotherme	Se dit d'une enceinte adiabatique ou enceinte qui a la propriété de maintenir la température des produits qu'on y introduit.
Issues	Parties non consommables de l'animal destinées essentiellement à la transformation industrielle (cuir, glandes, sang, onglons, cornes, matières stercoraires).
Maturation des viandes	Ensemble des modifications physiques, biochimiques et enzymatiques que doit subir la viande après abattage et qui aboutit à l'apparition ou l'accroissement des caractéristiques organoleptiques recherchées.
Mésophile	Se dit d'un micro-organisme se développant rapidement à des températures intermédiaires de l'ordre de +30 - 35°C mais capable de se multiplier dans une gamme comprise entre +5 et +45°C.
Microorganismes d'altération	Microorganismes qui ne provoquent pas de maladies mais leur développement sur les aliments entraînera une altération du goût, de l'odeur, de la couleur de l'aliment et de ses qualités nutritionnelles. Les aliments seront alors impropres à la consommation. On y retrouve des bactéries, des levures et des moisissures.
Microorganismes pathogènes	Microorganismes qui sont susceptibles de nuire à la santé des hommes ou des animaux. On y retrouve essentiellement des bactéries, des virus et des parasites.
Nettoyage ou douchage (« Cleaning »)	Opération qui a pour but de rendre physiquement propres les surfaces, en les débarrassant de leurs souillures visibles (physiques et chimiques).
Parage	Opération de préparation consistant à améliorer la présentation des carcasses et des morceaux de découpe, en enlevant le tissu conjonctif, les nerfs, la graisse superflue, ou les zones dont l'aspect est détérioré.
pH (Potentiel hydrogène)	Indicateur de l'acidité (pH < 7) ou de l'alcalinité (pH > 7) d'un milieu.
Plan de contrôle	Document qui vise principalement la recherche des anomalies, des non-conformités, voire des fraudes.

Plan de surveillance	Document qui vise principalement l'évaluation globale de l'exposition du consommateur à un risque.
Parasite	Organisme qui se nourrit, s'abrite ou se reproduit en établissant une interaction durable avec un autre organisme (l'hôte).
Préparation des viandes à l'abattoir	Ensemble des opérations successives qui, à partir des animaux de boucherie, conduisent à l'obtention de carcasses et de sous-produits, dans le strict respect des impératifs de l'hygiène et de l'économie. C'est la première transformation ou transformation réalisée uniquement à l'abattoir et qui permet d'obtenir la carcasse et le cinquième quartier (abats et issues).
Produits carnés	Produits composés principalement de viande.
Qualités organoleptiques	Aspect, couleur, flaveur (odeur, goût et arrière-goût) et texture d'un aliment.
Réception	Première opération mise en œuvre sur un animal qui arrive à l'abattoir. Elle doit être réalisée avec facilité pour l'homme et sans brutalité pour l'animal.
Ressuage (refroidissement ou réfrigération)	Opération qui consiste à soumettre des viandes à des températures aussi basses que possibles mais supérieures au point de congélation en vue d'assurer leur conservation à court terme.
Risque	Probabilité d'apparition d'une manifestation d'un danger ou fonction de la probabilité d'un effet néfaste sur la santé.
Saignée	Mise à mort de l'animal par extravasation sanguine.
Séparation	Opération qui permet d'obtenir à partir de grosses pièces de viandes, des petites.
Sérovar (Sérotype)	Sous-ensemble d'une espèce microbienne regroupé sur la base de propriétés antigéniques communes.
Stabulation (repos ou attente)	Le repos et la diète hydrique nécessaires pendant 12 h à 24 h, sont un préalable pour l'obtention d'une viande de bonne qualité hygiénique et technologique.
Tripes	Estomacs ou réservoirs digestifs des bovins (rumen, réseau, feuillet, etc.).
Vérification	Activités exécutées par l'autorité compétente et/ou l'organisme compétent afin de contrôler la conformité aux prescriptions réglementaires.
Viandes	Toutes les parties d'un animal qui sont destinées à la consommation humaine ou ont été jugées saines et propres à cette fin.
Viande crue	Viande fraîche, hachée ou séparée mécaniquement.
Virus	Microorganisme qui se multiplie dans la cellule infectée en utilisant la machinerie cellulaire de cette dernière.
5^{ème} quartier	Abats (consommables) et issues (non consommables).

Codex Alimentarius (CAC/RCP 58-2005) (2005) ; DGAL (2012)

Sommaire

Illustrations	iv
Abréviations et acronymes	vii
Glossaire.....	ix
Introduction	1
Première partie : Synthèse bibliographique	5
Chapitre 1 : Généralités sur les abattoirs.....	6
1.1. Définition d'un abattoir.....	6
1.2. Bases juridiques	6
1.2.1. Textes de portée générale	6
1.2.2. Textes spécifiques	7
1.2.3. Textes normatifs	8
1.3. Principes généraux	8
1.3.1. Conception, implantation et construction d'un abattoir	8
1.3.2. Principes de fonctionnement hygiénique	9
1.4. Abattages contrôlés, production de viandes et d'abats	14
Chapitre 2 : Généralités sur la viande	17
2.1. Structure du muscle.....	17
2.2. Évolution de la viande après l'abattage.....	17
2.2.1. Etat vivant	18
2.2.2. Phase de pantelance.....	18
2.2.3. Phase de la rigidité cadavérique	19
2.2.4. Phase de la maturation.....	20
2.2.5. Etat postérieur à la maturation	21
2.3. Caractéristiques des viandes	22
2.3.1. Définition du muscle	22
2.3.2. Différents types de muscles.....	22
2.4. Caractéristiques biochimiques du muscle	24
2.4.1. Protéines	24
2.4.2. Lipides	25
2.4.3. Glucides.....	25
2.4.4. Vitamines	25
2.5. Caractéristiques physico-chimiques du muscle	25
2.5.1. Teneur en eau	26
2.5.2. Matières minérales	26
2.5.3. Potentiel d'hydrogène	26
2.6. Qualité de la viande	27
2.6.1. Qualité organoleptique	27
2.6.2. Qualité nutritionnelle.....	30
2.6.3. Qualité hygiénique	30
2.6.4. Qualité d'usage	30

Chapitre 3 : Préparation des viandes aux abattoirs	32
3.1. Aspects technologiques de la préparation des viandes	32
3.1.1. Définition	32
3.1.2. Principaux caractères des différentes opérations.....	32
3.2. Caractéristiques microbiologiques des viandes aux abattoirs.....	45
3.2.1. Sources de contamination.....	45
3.2.2. Conditions de multiplication des microorganismes	50
3.2.3. Microbiologie de la viande.....	54
3.2.4. Conséquences hygiéniques de la contamination microbienne de la viande.....	56
3.2.5. Conséquences technologiques de la contamination microbienne de la viande ...	59
3.2.6. Critères microbiologiques de la viande	60
3.2.7. Méthodes de prélèvement des bactéries de surface	60
Deuxième partie : Partie expérimentale	62
Chapitre 1. Matériel et méthodes.....	63
1.1. Présentation du cadre de l'étude	63
1.2. Prélèvement des échantillons	66
1.3. Enquêtes.....	68
1.4. Transport des échantillons après les prélèvements	68
1.5. Méthodes d'analyse des échantillons	68
1.5.1. Analyses bactériologiques.....	68
1.5.2. Méthodologie de recherche des différents germes	71
1.5.3. Méthode d'interprétation des résultats	78
1.6. Analyses statistiques	80
Chapitre 2. Résultats et discussion.....	81
2.1. Résultats des enquêtes sur l'état du milieu	81
2.1.1. Conception et hygiène du parc de stabulation des bovins.....	81
2.1.2. Conception et hygiène de la salle de saignée des bovins	82
2.1.4. Mouvements des personnes.....	83
2.1.5. Conception et hygiène de la salle de consigne	84
2.1.6. Conception et hygiène des sanitaires et vestiaires	84
2.1.7. Environnement et eau utilisée	86
2.1.8. Constats au niveau de la salle d'abattage des ovins	86
2.2. Résultats des enquêtes sur l'état de la matière première	88
2.2.1. Hygiène avant l'abattage des animaux.....	88
2.2.2. Hygiène après l'abattage des animaux	88
2.3. Résultats des enquêtes sur l'état du matériel de la salle des bovins	88
2.3.1. Dispositifs d'abattage.....	88
2.3.2. Dispositif de transfert de charges	89
2.3.3. Dispositif de préparation des viandes.....	90
2.3.4. Lavabos à commande manuelle	91

2.3.5. Matériel de pesée	91
2.4. Résultats des enquêtes sur la main d'œuvre et les méthodes de travail	91
2.4.1. Traitement des bovins dans le parc de stabulation	91
2.4.2. Abattage des animaux	92
2.5. Résultats des analyses de laboratoire	93
2.6. Discussion	95
2.6.1. Contamination par le milieu	95
2.6.2. Contamination par la matière première	96
2.6.3. Contamination par l'état du matériel	97
2.6.4. Contamination par la main d'œuvre et les méthodes de travail	98
2.6.5. Contamination par la flore mésophile aérobie totale	99
2.6.6. Contamination par les coliformes thermotolérants	100
2.6.7. Contamination par les staphylocoques pathogènes	101
2.6.8. Contamination par les Anaérobies sulfitoréducteurs	102
2.6.9. Contamination par les Salmonelles	102
Chapitre 3 : Recommandations	105
3.1. Recommandations relatives aux matières premières	106
3.2. Recommandations relatives au milieu	106
3.2.1. Parc de stabulation	106
3.2.2. Salles d'abattage des animaux	107
3.2.3. Salles de ressuage et de stockage réfrigérés	108
3.2.4. Vestiaires et sanitaires	109
3.3. Recommandations relatives au matériel	109
3.4. Recommandations relatives à la main d'œuvre et aux méthodes de travail	110
3.5. Autres recommandations	111
3.6. Inspection sanitaire et vétérinaire	111
3.6.1. Inspection <i>ante mortem</i>	112
3.6.2. Inspection <i>post mortem</i>	112
Conclusion	115
Bibliographie	119
Annexes	133
Résumé/Abstract	162

Introduction

Lors des différentes étapes de production et de consommation des aliments, les contaminations bactériennes sont responsables d'intoxications alimentaires humaines dans le monde entier (Seydi, 2000 ; Seydi, 2003 ; Cohen *et al.* 2006 ; Seeiso *et al.*, 2009 ; Aliyar, 2011). Bien qu'il soit difficile d'estimer leur incidence, selon l'OMS, environ 2,2 millions de personnes décèdent chaque année, des suites d'une diarrhée liée à la consommation d'aliments contaminés (Bonfoh, 2010).

Les taux de mortalité relatifs à la consommation d'aliments contaminés, plus élevés dans les pays en voie de développement, varient en fonction de l'état de santé des populations et de l'hygiène des aliments. Les maladies d'origine alimentaire attribuées à des microorganismes peuvent provoquer de graves symptômes débilitants et, entraîner la mort dans certains cas (Bonfoh, 2010).

Classiquement, on distingue deux types de microorganismes de contamination des viandes. Il s'agit de la flore d'altération et de la flore pathogène (Cartier, 1993). Les anomalies les plus importantes de la viande à l'origine de problèmes immédiats de santé publique et de rappels du marché de produits potentiellement contaminés, sont associés à des microbes notamment, les agents pathogènes bactériens (Sionneau, 1993 ; John, 2007).

Par ailleurs, d'importants changements sont intervenus dans l'épidémiologie des maladies d'origine alimentaire au cours des vingt dernières années. De nombreux facteurs ont contribué à ces changements, y compris les facteurs génétiques, de nouvelles zoonoses d'origine alimentaire, la résistance aux antibiotiques et la mondialisation du commerce alimentaire (Zelenakova *et al.*, 2012).

Entre 2000 et 2004, 7 118 cas de toxi-infections alimentaires ont été rapportés au Maroc dont plus de 86% sont d'origine bactérienne (Cohen *et al.*, 2006). Le centre de contrôle des maladies des Etats-Unis estime que 3,6 à 7,1 millions d'américains ont été victimes d'une maladie d'origine alimentaire (Bouchra *et al.*, 1998). La consommation de denrées contaminées par un agent dangereux, peut induire chez l'homme une maladie d'origine alimentaire (Magras *et al.*, 2009).

Dans les pays développés occidentaux, environ 10% de la population contracteraient annuellement une maladie d'origine alimentaire infectieuse donc, provoquée par un danger biologique (bactéries, virus, parasites) (Lammerding *et al.*, 2000 ; OMS, 2007 citée par Margas *et al.*, 2009).

La contamination des aliments d'origine animale principalement, des viandes et produits carnés, est responsable de 28% des cas d'intoxications alimentaires collectives (Cohen *et al.*, 2006 ; Nozha *et al.*, 2006).

Cette situation est inquiétante car, la majorité de la population mondiale a recours à la viande comme source de nourriture alors que le risque de transmission des infections zoonotiques est souvent associé à la viande contaminée (Collins *et al.*, 2011).

Ainsi, ces dernières années, l'innocuité de la viande est au premier plan des préoccupations (John, 2007) étant donné que la mauvaise hygiène dans les abattoirs favorise la contamination, la survie et la croissance des microbes (Marcia *et al.*, 2007 ; Abdalla *et al.*, 2009; Hamad, 2009; Dièye, 2011).

Malheureusement, au Sénégal, le rôle de l'alimentation dans la transmission des maladies est encore mal connu et l'incidence des maladies d'origine alimentaire est sous-estimée (Diawara *et al.*, 2014).

Compte tenu de l'importance de la viande dans le régime alimentaire de nos populations, de son exposition aux proliférations bactériennes, ce travail de thèse a été entrepris afin d'apporter une contribution à l'amélioration de sa qualité, pour la protection de la santé publique.

De manière spécifique, il s'est agi d'évaluer la qualité bactériologique et identifier les sources de contamination des viandes bovine et ovine produites aux abattoirs de la SOGAS de Dakar.

Question de recherche : les matières premières, la main d'œuvre, les méthodes, le matériel, le milieu, appelés les 5 « M », ne contribueraient-ils pas à l'altération de la qualité bactériologique des viandes bovine et ovine produites aux abattoirs de Dakar ?

Objectif global : évaluer la qualité bactériologique et identifier les sources de contamination des viandes bovine et ovine produites aux abattoirs de Dakar.

Objectifs spécifiques :

Les objectifs spécifiques sont :

- décrire l'état du milieu (Abattoirs et annexes);
- mener des enquêtes sur l'état de la matière première, du matériel et la méthode de travail ;
- déterminer le niveau de contamination des échantillons par la flore mésophile aérobie totale, les coliformes thermotolérants, les staphylocoques pathogènes, les anaérobies sulfitoréducteurs et les salmonelles.

Hypothèse de recherche : les viandes bovine et ovine produites aux abattoirs de Dakar seraient contaminées par le manque d'hygiène du personnel et les procédés de transformation.

Le présent document est articulé autour des trois principales parties suivantes :

- une synthèse bibliographique sur les abattoirs et la viande ;
- une partie expérimentale et
- les recommandations.

Première partie : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur les abattoirs

Chapitre 2 : Généralités sur la viande

Chapitre 3 : Préparation des viandes aux abattoirs

Chapitre 1 : Généralités sur les abattoirs

1.1. Définition d'un abattoir

L'abattoir est un établissement public ou privé, 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 (Nkoa, 2008).

Le contrôle aux abattoirs consiste à diagnostiquer et à apprécier les affections dont les animaux peuvent être atteints, à surveiller les opérations d'abattage qui doivent être en conformité avec les règles d'hygiène.

Au stade du transport, du stockage, de la transformation et de la distribution, il s'agira d'examiner et d'apprécier la salubrité de la viande, mais aussi, de veiller à ce que sa manipulation respecte les règles d'hygiène (Tchoutchou, 2004).

1.2. Bases juridiques

Il s'agit ici, de rappeler les textes législatifs et réglementaires qui constituent la base de l'inspection des viandes au Sénégal.

1.2.1. Textes de portée générale

Les textes de portée générale sont les suivants :

- Loi n° 66-48 du 27 mai 1966 relative au contrôle des produits alimentaires et à la répression des fraudes ;
- Loi n° 83-71 du 05 juillet 1983 portant Code de l'hygiène ;
- Décret n° 69-1053 du 23 septembre 1969, relatif à la production, au traitement, au conditionnement et à la commercialisation des cuirs, peaux et phanères bruts ;
- Décret n° 2002-1094 du 04 novembre 2002 relatif à la police sanitaire des animaux.

1.2.2. Textes spécifiques

Les textes spécifiques sont :

- Décret n° 64-087 du 06 février 1964 rendant obligatoire le dépôt dans un entrepôt frigorifique des viandes destinées à la consommation ;
- Décret n° 64-427 du 05 juin 1964, modifiant les règles de fonctionnement et de contrôle des frigorifiques du port de Dakar ;
- Décret n° 89-543 du 05 mai 1989 portant réglementation de l'inspection sanitaire et de salubrité des animaux de boucherie, des viandes et des sous-produits destinés à l'alimentation humaine ;
- Décret n° 2006-1261 du 15 novembre 2006 fixant les mesures générales d'hygiène et de sécurité dans les établissements de toute nature ;
- Arrêté n° 00832/MER du 17 janvier 1964, portant application du décret n° 64-087 du 06 février 1964 rendant obligatoire le dépôt dans un entrepôt frigorifique des viandes destinées à la consommation ;
- Arrêté n°00832/MER du 17 février 1964 pris en application du décret 64-087 prévoyant la saisie des carcasses de bovins et des ruminants abattus hors de l'abattoir municipal ;
- Arrêté n° 6851 du 28 juin 1977, habilitant certains fonctionnaires à l'application des lois et règlements en matière d'inspection sanitaire et de salubrité ;
- Arrêté n° 219 du 05 janvier 1978, habilitant certains fonctionnaires de la santé et des productions animales à l'application du règlement d'inspection sanitaire et de salubrité ;
- Arrêté n° 001848/MEL du 12 février 2013 relatif à la conduite à tenir en matière de viandes lades ;
- Arrêté n° 008239/MEL du 31 mai 2013 relatif aux conditions de présentation à l'inspection sanitaire des animaux de boucherie ;
- Arrêté n° 009939/MEL du 25 juin 2013 relatif aux conditions générales d'hygiène dans les abattoirs ;
- Arrêté n° 009943/MEL du 25 juin 2013 portant réglementation de l'inspection sanitaire et de salubrité des volailles et des lapins destinés à l'alimentation humaine ;

- Arrêté n° 009945/MEL du 25 juin 2013 relatif à l'estampillage sanitaire et de salubrité des viandes de boucherie ;
- Arrêté n° 12946/MEPA du 20 août 2014 portant interdiction de l'abattage des femelles gravides des espèces ovine et caprine.

Il conviendrait que ces textes soient complétés par les arrêtés relatifs aux conditions d'agrément des abattoirs et à la contestation de saisie.

1.2.3. Textes normatifs

Les normes du Sénégal relatives aux viandes sont les suivantes :

- NS 03-030/1994 : Viandes de boucherie et de charcuterie ;
- NS 03-050/1996 : Découpe des viandes ;
- NS 03-006/2004 : Conservation des viandes par le froid ;
- NS 03-005/2004 : Transport des viandes.

1.3. Principes généraux

1.3.1. Conception, implantation et construction d'un abattoir

La conception d'un abattoir nécessite au préalable, une étude pour déterminer la capacité utile et les perspectives d'avenir (possibilité d'extension). Les possibilités d'extension de l'abattoir doivent être envisagées en tenant compte de l'urbanisation galopante actuellement constatée en Afrique (CAC/RCP 1-1969, REV. 4, 2003).

Par ailleurs, la clôture doit être infranchissable pour empêcher les fuites d'animaux et contrôler les fréquentations des personnes.

L'abattoir doit être d'accès facile de manière à permettre son approvisionnement en animaux et l'évacuation idoine des produits, situé à une distance convenable des zones polluées et d'activités industrielles qui constituent une réelle menace pour la viande mais aussi sujettes aux inondations et à des infestations par des ravageurs.

L'approvisionnement en quantité et en qualité de l'eau doit être facile. Il doit en être de même pour l'évacuation des eaux usées. Les eaux issues du traitement des animaux sont chargées des déchets organiques et doivent être évacuées après épuration pour éviter les nuisances.

1.3.2. Principes de fonctionnement hygiénique

Les principes d'aménagement ou de fonctionnement hygiénique dans l'abattoir permettent de lutter contre les contaminations (CAC/RCP 1-1969, REV. 4, 2003).

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

- **marche en avant** : l'animal qui entre à une extrémité à l'abattoir chemine en continu toujours dans le même sens, sans retour en arrière et sort à l'autre extrémité sous forme de produit fini. Donc, aussi bien les carcasses, les éléments du cinquième quartier que le personnel et le matériel ne reviennent jamais dans le secteur des animaux vivants.

Le respect de ce principe permet de réduire considérablement et progressivement les sources de contamination au cours de la préparation.

- **séparation des secteurs souillés des secteurs propres** : les secteurs propres et souillés doivent être nettement séparés les uns des autres.

- **non entrecroisement des courants de circulation** : les divers circuits de denrées obtenues au cours des opérations de préparation doivent être séparés dès que possible et ne pas se croiser par conséquent :

- les carcasses ne doivent pas croiser les abats ;
- les carcasses et les abats ne doivent pas croiser les issues et les déchets.

En outre, le matériel et le personnel affectés aux différentes étapes de la préparation doivent être nettement séparés et ne pas se croiser. Cette règle réduit considérablement les causes de contamination au cours de la préparation.

- **mécanisation des transferts de charges** : les produits propres doivent être le moins possible en contact avec le sol, le personnel et les objets sales. D'où, le travail des carcasses en position suspendue (treuils, rails aériens, chaînes d'entraînement), le transport des viscères par chariots.

- **utilisation précoce et généralisée du froid** : au mieux, le respect des règles précédentes ne peut que diminuer le taux de contamination. Ainsi, il est nécessaire d'appliquer le froid le plus précocement possible pour éviter le développement des microorganismes et leurs effets néfastes notamment, les toxi-infections alimentaires et les altérations.

Malheureusement, pour des raisons économiques et par manque d'éducation du personnel, les principes suscités sont rarement respectés dans les abattoirs en Afrique subsaharienne en particulier. Il en est de même pour la mécanisation des transferts de charges et l'utilisation précoce et généralisée du froid.

1.3.2.1. Hygiène des animaux présentés aux abattoirs

Seuls les animaux propres, sains et correctement identifiés doivent être présentés et examinés à leur arrivée aux abattoirs (Seydi *et al.*, 2013).

1.3.2.2. Hygiène du personnel

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

En cas de coupures et blessures, les personnes autorisées à poursuivre le travail, doivent :

- se désinfecter rapidement, afin de limiter, voire supprimer la contamination initiale ;
- mettre une compresse sèche et stérile à renouveler régulièrement ;
- mettre un gant étanche pour éviter de contaminer les aliments par la plaie.

Le lavage régulier des mains est un moyen efficace pour limiter les contaminations.

Ainsi, le personnel doit toujours se laver les mains, notamment, dans les cas suivants :

- avant de manipuler les viandes à la prise de service et en changeant de poste ;
- immédiatement à la sortie des toilettes ;
- après avoir manipulé des viandes contaminées, au cas où cela risque d'entraîner la contamination d'autres.

1.3.2.3. Hygiène des sanitaires

L'abattoir doit comporter des installations sanitaires pour garantir un niveau approprié d'hygiène corporelle et éviter la contamination des aliments (CAC/RCP 1-1969, REV. 4, 2003).

Ces installations sanitaires doivent 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 (ou à une température convenablement réglée) à commande non manuelle ;
- des cabinets d'aisance avec chasse d'eau conçus conformément aux règles d'hygiène ;
- des vestiaires adéquats pour le personnel.

1.3.2.4. Hygiène du matériel

Le matériel qui entre en contact avec le produit alimentaire doit être conçu et construit de manière à garantir, au besoin, la possibilité d'être convenablement nettoyé, désinfecté et entretenu, afin d'éviter la contamination de la viande (CAC/RCP 1-1969, REV. 4, 2003).

Ce matériel doit être installé de manière à :

- permettre un entretien et un nettoyage convenables ;
- permettre un fonctionnement idoine à l'usage pour lequel il est destiné ;
- faciliter l'application des bonnes pratiques d'hygiène.

1.3.2.5. Entretien hygiénique et physique des locaux

Les locaux de refroidissement doivent être convenablement entretenus hygiéniquement (nettoyage/désinfection) et physiquement notamment, la maintenance.

Le nettoyage doit éliminer les résidus de viandes et la saleté pouvant être une source de contamination.

Toutefois, une désinfection peut être nécessaire après le nettoyage. Selon le Code d'usage international recommandé et les principes généraux d'hygiène du Codex Alimentarius (CAC/RCP 1-1969, REV. 4, 2003), les produits chimiques de nettoyage industriel doivent être manipulés et utilisés soigneusement conformément aux instructions du fabricant. Ils doivent également être conservés dans des récipients clairement identifiés, pour éviter le risque de contamination des aliments.

1.3.2.6. Procédures de nettoyage et désinfection

Le nettoyage et la désinfection peuvent être effectués en utilisant séparément ou conjointement, des méthodes physiques et chimiques utilisant les détergents ou acides.

Les étapes de la procédure de nettoyage et désinfection sont les suivantes :

- enlever les débris visibles des surfaces ;
- appliquer une solution détergente pour détacher la saleté et le film bactérien pour les maintenir en solution ou en suspension ;
- rincer avec de l'eau, pour enlever les saletés détachées et les résidus de détergents ;
- sécher ou utiliser toute autre méthode appropriée pour enlever les résidus et les débris ;
- procéder au besoin, à la désinfection suivie d'un rinçage, sauf si les instructions du fabricant précisent que le rinçage n'est pas nécessaire (GBPHVR, 2011).

1.3.2.7. Formation du personnel

La formation appropriée du personnel a une importance fondamentale dans la production d'une viande saine.

Le Code d'usages international recommandé et les principes généraux d'hygiène du Codex Alimentarius (CAC/RCP 1-1969, REV. 4, 2003) recommande que les personnes entreprenant des activités relatives à l'hygiène de la viande soient formées pour avoir les connaissances, les compétences et les capacités requises.

1.3.2.8. Inspection ante-mortem

Selon le GBPIV (2009), seuls les animaux propres, sains et correctement identifiés devraient être présentés aux abattoirs.

L'inspection ante-mortem est l'observation qui permet au Vétérinaire Inspecteur de juger de l'état de l'animal de boucherie. Le Vétérinaire Inspecteur peut être assisté par des techniciens.

La finalité de l'inspection ante-mortem qui est d'autoriser le boucher à passer à l'abattage de l'animal, s'opère en deux phases selon les règles de l'art, dans les conditions d'éclairage appropriées (GBPIV, 2009).

La première phase consiste à soumettre les animaux à un repos et une diète hydrique de 12 (douze) heures au moins (Abdelouaheb, 2009).

La seconde phase consiste à renouveler immédiatement l'inspection avant l'abattage. Concernant les animaux fatigués et excités, le repos est prolongé d'au moins 12 (douze) heures avant l'abattage.

Les propriétaires ou les détenteurs des animaux sont tenus d'apporter aux services vétérinaires leur aide en vue de faciliter les opérations d'inspection sanitaire.

Lors de l'inspection *ante-mortem*, les propriétaires ou les détenteurs présentent pour chaque animal le dossier sanitaire qui comporte :

- l'identification de l'animal ;
- l'identité du propriétaire ;
- l'origine ;
- les suspicions de pathologies présentes dans leur région de provenance ;
- les vaccinations et traitements antérieurs ;

- le cachet et la signature des Services vétérinaires.

L'inspection *ante-mortem* qui est l'examen des animaux de boucherie avant l'abattage, est une étape importante pour la production d'une viande saine destinée à la consommation humaine. Elle vise essentiellement, les cinq objectifs suivants :

- contrôler le respect des mesures réglementaires d'interdiction d'abattage ;
- contrôler l'origine des animaux (la traçabilité) ;
- contrôler l'état sanitaire ;
- apprécier la valeur commerciale ;
- prévenir les mauvais traitements.

En somme, l'inspection *ante-mortem* doit permettre de préciser si les animaux présentent des :

- maladies transmissibles à l'homme ;
- symptômes permettant de craindre l'apparition de telles maladies ;
- symptômes d'une maladie ou d'une perturbation de leur état général susceptible de rendre leurs viandes impropres à la consommation humaine (CAC/RCP 1-1969, REV. 4, 2003).

1.3.2.9. Contrôle de salubrité des viandes aux abattoirs

Pour une certaine efficacité, le contrôle de la salubrité des viandes doit comprendre les trois importantes phases suivantes :

- l'inspection *ante mortem* (contrôle avant l'abattage) décrite précédemment ;
- l'inspection *post mortem* (contrôle pendant l'abattage) développé dans le chapitre 3 qui traitera de la préparation des viandes aux abattoirs ;
- le contrôle durant le transport, le stockage, la transformation et la distribution.

1.4. Abattages contrôlés, production de viandes et d'abats

Les **tableaux I** et **II** indiquent une augmentation de 45% de la production nationale de viandes et d'abats de 2005 à 2012, soit un croît annuel de 8,351 tonnes en moyenne.

Un peu plus des 2/3 de la production sont fournis par les filières bovine (43%) et avicole (26%) (MEPA, 2012).

Durant cette période, eu égard à la mesure d'interdiction d'importer des produits avicoles eu égard à la menace inhérente à la grippe aviaire, la production de viande de volailles a connu une hausse significative de 95% (MEPA, 2012).

La production de viande bovine a connu une légère baisse en 2012 (-2%) due principalement à une diminution du poids des carcasses des bovins qui pourrait être consécutive à la situation alimentaire difficile vécue par le cheptel cette année (MEPA, 2012).

La part contributive de la production locale dans la consommation nationale a évolué de 2005 (87%) à 2012 (95%). La consommation nationale également a augmenté, passant de 12,7 kg par habitant en 2000 à 15,9 kg en 2011 mais, encore en deçà du niveau de 1960 (20 kg par tête).

Tableau I: Statistiques des abattages contrôlés au Sénégal (en tonnes) de 2005 à 2013.

Années		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Espèces										
Bovins	Nombre	83 264	83 933	83 466	86 339	84 957	88 165	92 001	98 674	101 566
	Poids	12 380	12 988	12 974	13 081	12 590	13 211	13 896	13 958	14 711
Ovins	Nombre	221 032	282 753	423 479	467 419	469 616	458 830	446 850	438 723	486 305
	Poids	2 855	3 810	5 444	5 927	5 913	5 817	5 630	5 377	6 222
Caprins	Nombre	124 705	117 304	142 196	139 562	112 186	113 708	114 033	114 512	140 473
	Poids	1 147	1 150	1 324	1 369	1 058	1 064	1 033	1 006	1 336
Porcins	Nombre	3 138	2 444	4 112	4 200	3 666	3 923	4 722	4 164	3 615
	Poids	136	109	177	171	150	162	195	168	148
Equins	Nombre	538	684	683	572	645	556	608	918	600
	Poids	37	52	55	43	46	45	51	76	46
Asins	Nombre	666	910	563	447	1 102	1 161	1 734	1 707	1 117
	Poids	24	34	22	18	42	44	68	69	42
Camelins	Nombre	21	14	21	10	60	34	143	83	11
	Poids	04	02	04	02	11	07	28	16	02

MEPA (2013)

Tableau II: Statistiques de la production de viandes et d'abats au Sénégal (en tonnes)

Espèces Années	Bovins	Ovins	Caprins	Porcins	Camelins	Volailles	Total
1999	55 893	15 666	10 742	7 378	07	21 608	111 294
2000	57 696	15 192	11 985	10 185	09	23 239	118 307
2001	60 509	18 074	10 903	10 229	10	24 437	124 161
2002	56 319	17 160	10 272	12 318	11	23 852	119 933
2003	54 131	16 995	10 910	10 918	13	25 080	118 047
2004	53 913	17 511	11 331	10 196	17	25 980	118 948
2005	58 995	19 632	12 842	10 751	13	29 042	131 275
2006	62 505	21 476	12 993	11 348	10	31 647	139 980
2007	49 340	22 265	13 410	11 120	16	37 032	133 183
2008	65 457	21 285	14 059	10 569	19	41 068	152 457
2009	74 330	24 383	15 568	12 372	17	39 399	166 070
2010	76 348	25 590	16 134	13 300	18	45 451	176 840
2011	81 315	26 641	17 341	12 218	18	55 778	193 311
2012	76 927	26 680	17 308	12 113	18	56 684	189 729

MEPA (2012)

Il ressort des deux tableaux ci-dessus que les viandes bovine et ovine sont les plus produites au Sénégal, ce qui justifie pour une large part, leur choix pour ce travail.

Chapitre 2 : Généralités sur la viande

2.1. Structure du muscle

La viande qui est le résultat de l'évolution *post mortem* du tissu musculaire squelettique (ou strié) et du tissu adipeux, est constituée de toutes les parties d'un animal qui sont destinées à la consommation humaine ou qui ont été jugées saines et propres à cette fin (Code d'usages en matière d'hygiène pour la viande : CAC / RCP 58-2005).

Les viandes se caractérisent par une grande hétérogénéité. La viande qui est la chair des animaux utilisée pour l'alimentation humaine, est essentiellement constituée par les muscles striés après leur évolution *post mortem* qui se mangent après la cuisson (Dumont *et al.*, 1982).

La connaissance de la structure de ces tissus est donc un préliminaire indispensable à la compréhension des mécanismes responsables du déterminisme des qualités de la viande (El Rammouz, 2005).

Les muscles striés squelettiques comportent également, d'autres tissus en quantité variable selon les espèces, les races, les âges, les régimes alimentaires et la région anatomique concernée. Ce sont surtout les tissus conjonctifs, adipeux parfois les os et la peau. Aussi, les viandes sont classées selon la couleur (viandes rouges et viandes blanches) et la richesse en graisse.

2.2. Évolution de la viande après l'abattage

A la suite de l'abattage, la rigidité cadavérique et la maturation sont les deux phénomènes importants que le muscle subit pour le devenir de la viande. Ces transformations sont notamment d'ordre physique et chimique sous l'effet des enzymes protéolytiques des tissus, libérés et activés par l'abaissement des pH (Virlign, 2003 cité par Abdelouaheb, 2009).

Le muscle est le siège des transformations qui conditionnent largement les qualités finales de la viande après l'abattage. Ces transformations se déroulent selon les trois phases suivantes :

- la phase de pantelance, d'excitabilité musculaire ou de pré rigor ;
- la phase de rigidité cadavérique ;
- la phase de maturation ou de résolution de la rigidité cadavérique.

La viande est le résultat des changements que subit le muscle après la mort de l'animal. Ainsi, la transformation du muscle en viande est un ensemble des processus biologiques et physico-chimiques entraînant, après l'abattage, une modification des qualités organoleptiques et technologiques du muscle et le transforme en viande.

Les caractéristiques du muscle, le processus de transformation en viande et finalement la durée et les conditions de conservation détermineront les qualités organoleptiques d'une coupe de viande.

La transformation du muscle en viande se réalise suivant les cinq états ci-après :

2.2.1. Etat vivant

Le muscle qui correspond à un terme anatomique qui définit une partie précise d'un organisme, est composé de cellules hautement différenciées avec un pH qui est proche de 7. Plus la fibre musculaire contient de l'eau liée aux protéines, plus elle est gonflée (Coibion, 2008).

2.2.2. Phase de pantelance

L'abattage est suivi immédiatement par la phase de pantelance ou état pantelant. On observe une succession de contractions et relaxations musculaires malgré l'interruption du courant sanguin.

Le muscle continue de vivre. Donc, il y a un épuisement des réserves énergétiques (glycogène) ensuite, une mise en place de la glycolyse anaérobie. Ainsi, l'accumulation d'acide lactique qui s'en suit, provoque une baisse du pH variant de 7 à 5,5 (Ouali, 1988).

Le pH baisse progressivement au fur et à mesure que la synthèse de l'acide lactique se poursuit par la décomposition du glycogène correspondant à la phase de la viande chaude. Les masses musculaires sont molles, relâchées et élastiques. Les fibres musculaires sont gonflées étant donné que l'eau est encore liée aux protéines.

Comme l'indique la **figure 1**, le pouvoir de rétention d'eau évolue après la mort de l'animal puis, diminue en même temps que le pH. A ce stade, la couleur du muscle est relativement foncée eu égard au manque d'oxygénation provoquée par la saignée et l'arrêt de la circulation sanguine qui ont pour effet essentiel, de priver la cellule musculaire des nutriments et de l'oxygène (anoxie).

Etant donné que seuls les mécanismes anaérobies continuent de fonctionner, il en découle des modifications du métabolisme qui ont des répercussions sur la structure du tissu musculaire (El Rammouz, 2005).

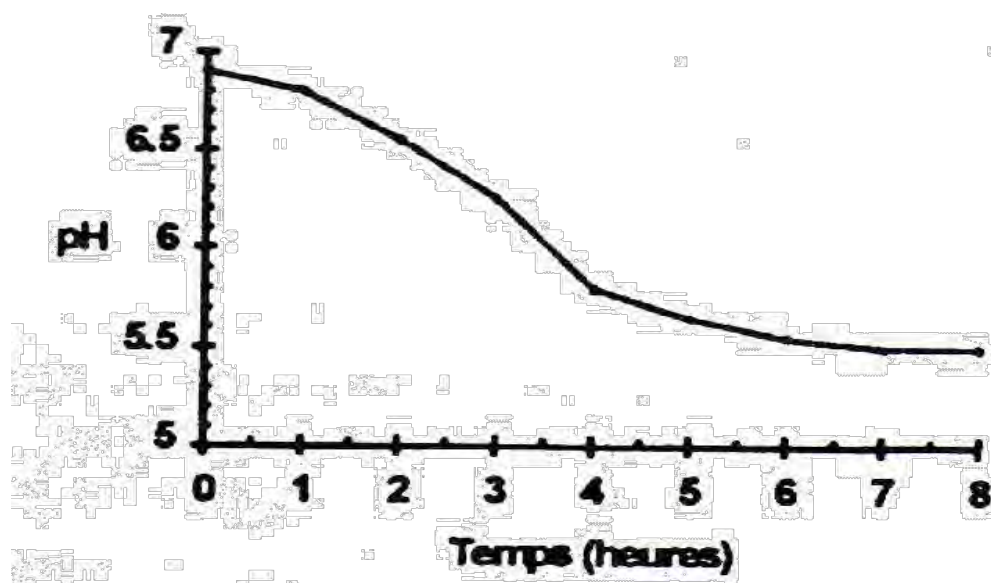


Figure 1: Evolution du pH *post-mortem* (Renner, 1997)

2.2.3. Phase de la rigidité cadavérique

La phase de la rigidité cadavérique (Etat de *rigor mortis*) intervient entre les 10 et 48 heures après la saignée. Le muscle devient progressivement raide et inextensible.

La rigidité cadavérique est le résultat de la liaison irréversible entre la myosine et l'actine, avec la diminution de la teneur en ATP car, la vitesse de sa production devient inférieure à celle de l'hydrolyse eu égard au manque d'oxygène dans le muscle provoqué par l'arrêt de la circulation sanguine (Dassenoy, 2003 ; Coibion, 2008).

La rigidité cadavérique se caractérise par une perte d'élasticité des tissus notamment, des muscles, causée par la contraction de la myosine et l'arrêt d'approvisionnement des cellules en énergie (ATP) entraînant une accumulation des ions Ca^{2+} dans le réticulum endoplasmique (réticulum sarcoplasmique) des cellules musculaires.

L'évolution du pH en relation avec la dégradation du glycogène engendre une acidification du tissu musculaire caractérisant la rigidité cadavérique (Boccard *et al.*, 1984).

Le temps d'apparition de la rigidité cadavérique est lié résulte de facteurs extrinsèques liés à l'espèce, l'âge, la région de la carcasse et de l'état de l'animal ainsi que les facteurs extrinsèques inhérents à la température d'entreposage. L'élévation de la température accélère l'installation de la rigidité cadavérique (Dassenoy, 2003).

Par contre, un abaissement rapide de la température du muscle vers 0°C, provoque le durcissement du muscle (Alias *et al.*, 1997).

2.2.4. Phase de la maturation

La phase de la maturation correspond à la phase d'évolution *post mortem* qui survient après l'installation de la rigidité cadavérique (Shackelford *et al.*, 1991).

La phase de la maturation ou état rassis, constitue un ensemble de transformations que subit la viande au cours de sa conservation après la disparition du rigor mortis et, avant l'apparition de la putréfaction (Guillemin *et al.*, 2009).

La texture de la viande est définie par l'état et l'organisation du cytosquelette (les protéines de structure des muscles, les protéines myofibrillaire et le collagène).

L'évolution de la structure myofibrillaire est consécutive à une attaque protéolytique par deux groupes de protéases musculaires qui sont les protéinases et les protéines lysosomiales. Comme il s'agit d'un processus enzymatique, sa vitesse est fonction de la température.

La disparition des réserves énergétiques du muscle et l'acidification du milieu placent les différentes fractions protéiques dans des conditions favorables à leur dénaturation (Coibion, 2008).

Les facteurs qui influencent la maturation des viandes dépendent essentiellement de leur origine (espèce animale), de l'âge des animaux, du degré des concentrations musculaires *post mortem*, des groupes musculaires concernés, de l'acidité musculaire et de la température d'entreposage (Starton, 1982).

Aussitôt après l'abattage, la maturation est le résultat de l'action des protéases musculaires dont les effets sont masqués par la rigor mortis. Le système protéolytique dégrade les protéines myofibrillaires et celles du cytosquelette (Guillem *et al.*, 2009).

La durée de maturation est liée à la température de conservation. Ainsi, la viande est mure après trois semaines à +2°C, en une semaine à +6°C et en deux jours à +15°C (Alias *et al.*, 1997).

Au cours de cette phase, le muscle redevient souple et mou avec une légère remontée du pH (5,7 à 5,8) et un pouvoir de rétention d'eau supérieure à celui noté pendant la phase de la rigidité cadavérique (Fraysse *et al.*, 1989).

La maturation de la viande a également un impact majeur sur la tendreté.

2.2.5. Etat postérieur à la maturation

La viande se putréfie à la température ambiante. Par contre, dans des conditions de conservation, elle se transforme en une pâte molle suite aux désagréments des faisceaux musculaires. L'état postérieur à la maturation est conditionné par la température et le degré de contamination microbienne (Craplet, 1966 cité par Guillem *et al.*, 2009).

2.3. Caractéristiques des viandes

2.3.1. Définition du muscle

Le muscle est une structure anatomique composée de cellules spécialisées regroupées en faisceaux. En physiologie, il s'agit de loges capables de contractions et de décontractions et, génératrices de mouvements (Dumont *et al.*, 1982).

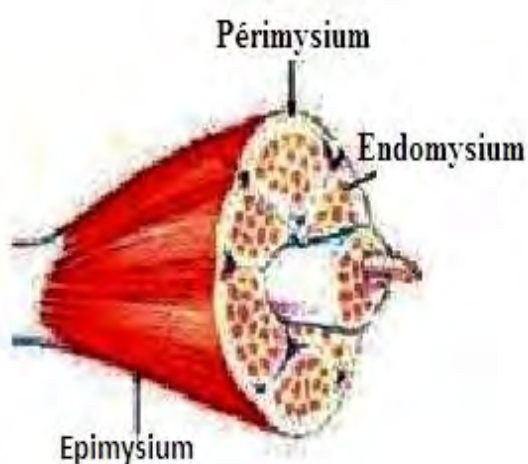
2.3.2. Différents types de muscles

2.3.2.1. Muscles lisses

Les muscles lisses sont involontaires, automatiques et échappent au contrôle de la volonté. On les appelle également, parasympathiques (muscles des viscères).

2.3.2.2. Muscles intermédiaires

- Tissu conjonctif



Le tissu conjonctif est constitué par les fibroblastes, le collagène, l'élastine, la réticuline et une substance fondamentale de nature polysaccharidique. En fonction de sa localisation, externe ou interne dans la viande, il se distinguera en épimysium (ou aponévrose), périmysium et endomysium comme l'indique la **figure 2**, ci-contre.

Figure 2: Anatomie du muscle squelettique (Camirand, 2004, cité par El Rammouz, 2005)

- **Epimysium** : membrane recouvrant les muscles qui sont empaquetés par aponévrose. On y trouve les vaisseaux, les nerfs, le tissu conjonctif et musculaire. Cette aponévrose est en continuité aux extrémités avec la formation tendineuse du muscle.
- **Périmysium** : tissu conjonctif qui enserre les faisceaux de fibres musculaires. Il contient également les vaisseaux sanguins et les nerfs. C'est la localisation du gras intermusculaire.
- **Endomysium** : tissu conjonctif qui entoure chaque fibre musculaire.

2.3.2.3. Muscles striés squelettiques

Généralement, ce sont des muscles striés qui relient les os entre eux. La fibre musculaire striée est constituée par une membrane externe (le sarcolemme et un cytoplasme).

A l'intérieur du sarcoplasme on trouve de nombreux noyaux allongés, des mitochondries, la myoglobine, le glycogène, l'ATP, la créatine phosphate, des myofibrilles formés par l'actine (filaments fins) et la myosine (filaments épais) entourés par un réticulum sarcoplasmique.

La contraction musculaire est principalement assurée par les filaments d'actine et de myosine.

2.3.2.4. Types de fibres musculaires

Les fibres musculaires sont classées en fonction de plusieurs critères. Parmi ces critères, comme l'indique le **tableau III**, notre choix est porté à titre illustratif sur quelques-uns afin de différencier les fibres de types I, II.

Tableau III: Type de fibres musculaires (Ashmore *et al.*, 1971)

Fibres de type I (rouges)	Fibres de types II (blanches)		Fibres I Slow oxydative	Fibres IIa Fast oxydative glycolitic	Fibres IIb Fast glycolitic
Mitochondries +++	Mitochondries +/-	Vitesse de contraction	lente	moyenne	rapide
Myoglobines +++	Myoglobines +/-	Force développée	+	++	+++
Glycogène +/-	Glycogène +++	Fatigabilité	+	++	+++
Fonctionnement Aérobie	Fonctionnement anaérobie	Synthèse de l'ATP	aérobie	mixte	anaérobie
Muscles posturaux	Muscles phasiques	Nombre de mitochondries	+++	++	+
Fragilité faible	Fragilité élevée	Myoglobine	+++	++	+
Contraction lente	Contraction rapide	Réserve en glycogène	++	++	+
		Réserve en triglycérides	+++	++	+
		Activité de la myosine ATPase	lente	rapide	rapide
		Type d'activité préférentielle	posture endurance	marche sprint	mvt puissants ou intenses courte durée

2.4. Caractéristiques biochimiques du muscle

La composition du muscle est variable entre les animaux. Il en est de même chez un même animal d'un muscle à l'autre. Cependant, la composition moyenne retenue, figure dans le **tableau IV**.

Tableau IV: Composition chimique du muscle (Cobion, 2008)

Composants	Pourcentages
Eau	75
Protéines	15.5
Lipides	3
Substances azotées non protéiques	1.5
Glucides et catabolites	1
Composés minéraux	1

2.4.1. Protéines

Grâce à leur richesse en acides aminés indispensables qui les classe parmi les protéines nobles, les viandes constituent la première source de protéines animales (Truchot, 1979 ; Starton, 1982).

Les protéines d'origine animale sont riches en acides aminés indispensables notamment, les acides aminés soufrés dont la lysine qui ne peut être ni synthétisée ni remplacée (Laurent, 1974) d'où, leur intérêt particulier sur le plan nutritionnel. La teneur de la viande en protéines varie entre 16 et 22% de son poids.

La teneur en protéines de la viande de mouton est de 18%. Celle de la viande bovine varie entre 26 à 31 %.

Les protéines se répartissent en protéines intracellulaires représentés par les protéines sarcoplasmiques (albumine, globuline, hémoglobine et myoglobine), les protéines myofibrillaires (actine, myosine, tropomyosine et actinine) et les protéines extracellulaires (collagène, réticuline et élastine) (Lawrie, 1998).

2.4.2. Lipides

Les lipides sont présents sous forme de triglycérides et de phospholipides (lipides membranaires insaturés). Les lipides des viandes constitués d'acides gras saturés, sont localisés dans la fibre musculaire ou dans le tissu conjonctif entre les faisceaux musculaires. La fraction lipidique représente de 1,3 à 1,5 % du muscle (El Rammouz, 2005).

La viande comporte environ 45 à 55% d'acides gras indispensables ou essentiels (Geay *et al.*, 2002). La teneur en lipides de la viande de mouton est de 1,7% (Laurent, 1974). En ce qui concerne la viande bovine, elle est très variable de 2 à 12 %.

2.4.3. Glucides

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

2.4.4. Vitamines

Bien que nécessaire au bon fonctionnement du système nerveux et des muscles, la teneur des viandes en vitamines varie selon l'alimentation. Les viandes sont caractérisées par leur richesse variable en vitamines du groupe B. Par contre, elles sont pauvres en vitamines liposolubles (A, D, E, K) et en vitamine C (El Rammouz, 2005).

2.5. Caractéristiques physico-chimiques du muscle

La structure interne du muscle organisée en cellules séparées par une membrane et du tissu conjonctif, limite la propagation et la prolifération des germes dans la masse de la viande. Cependant, les microorganismes émettent des hydrolases (protéases) qui leur permettent de franchir ces barrières (Bourgeois *et al.*, 1996).

2.5.1. Teneur en eau

La viande de mouton contient en moyenne 64% d'eau. Le muscle contient dans l'ordre de 60 à 80 % d'eau dont 90 à 95 % sont sous forme libre et 5 à 10% sous forme liée. La teneur du muscle en eau varie selon l'âge, le type de muscle et notamment, la teneur en lipides (Laurent, 1974 ; Coibion, 2008).

2.5.2. Matières minérales

La viande est l'une des sources alimentaires de fer hémique mieux assimilé par l'organisme humain que le fer non hémique. Le **tableau V** indique la teneur en fer hémique selon le type de viande.

Tableau V: Teneur en fer hémique de différentes viandes (Interbev, 2005)

Viandes	Fer hémique (mg /100g)
Veau	0,25 – 0,45
Agneau	0,7 – 1,1
Jeune bovin	0,6 – 1,2

Aussi, la viande est une source de zinc, assimilable par l'organisme. La teneur moyenne de la viande en zinc est de 4 mg/100 g. Les viandes font partie des aliments les plus riches en sélénium avec une teneur moyenne d'environ 9µg/100g. C'est un antioxydant qui protège l'organisme contre les peroxydations lipidiques, le vieillissement et les maladies cardiovasculaires. Les viandes rouges sont caractérisées par leur pauvreté en calcium et leur richesse en phosphore (Interbev, 2005).

2.5.3. Potentiel d'hydrogène

La valeur du pH de la viande qui est le résultat de la dégradation du glycogène juste après l'abattage, est d'environ 7. A la faveur de la libération dans le sarcoplasme des ions calcium qui stimulent l'activité ATPasique du complexe actomyosine, les réactions qui surviennent dans la cellule musculaire *post mortem*, entraînent la libération de phosphate inorganique et conduisent à l'accumulation d'acide lactique (Interbev, 2005).

Ce sont des phénomènes à l'origine de l'acidification progressive du muscle par conséquent, ils provoquent une chute de pH musculaire *post mortem* se poursuivant jusqu'à l'arrêt des réactions biochimiques (ou glycolyse). Ce pH *post mortem* est appelé pH ultime ou pHu (El Rammouz, 2005).

La valeur du pHu qui est variable, dépend de l'espèce animale et du muscle. L'amplitude de la chute du pHu est dépendante du type de fibres musculaires et du taux de glycogène musculaire au moment de l'abattage. Les fibres blanches sont plus riches en glycogène que les fibres rouges. Le pHu est d'autant plus bas que la proportion de glycogène est élevée.

2.6. Qualité de la viande

2.6.1. Qualité organoleptique

La qualité organoleptique qui regroupe les caractéristiques de la viande perçues par le consommateur est liée à l'aspect, la couleur, le goût, la saveur, l'odeur, la flaveur, la consistance et la texture qui sont les propriétés sensibles (Rosset *et al.*, 1984) pouvant être classées ainsi qu'il suit :

- qualitative qui détermine la nature de la viande ;
- quantitative qui représente l'intensité de la sensation ;
- hédoniste qui caractérise le plaisir ressenti par le consommateur.

2.6.1.1. Couleur

La couleur, première caractéristique perçue par le consommateur, dépend de la fraîcheur de la viande. Le principal pigment responsable de la couleur de la viande est la myoglobine qui est une chromoprotéine qu'on retrouve dans le muscle.

La myoglobine, molécule qui stocke et échange l'oxygène, existe sous trois formes qui déterminent la couleur de la viande. Cette couleur varie selon la nature de la myoglobine (oxydée ou réduite) et sa quantité dans le muscle.

Au contact de l'air, la myoglobine se combine avec l'oxygène pour former l'oxymyoglobine de couleur rouge vif qui est la couleur de la viande donc, celle de la fraîcheur recherchée par le consommateur (Rennerre, 1997).

La myoglobine réduite (rouge pourpre), l'oxymyoglobine (rouge vif) et la metmyoglobine (brune) sont les trois formes de la myoglobine (**figure 3**).

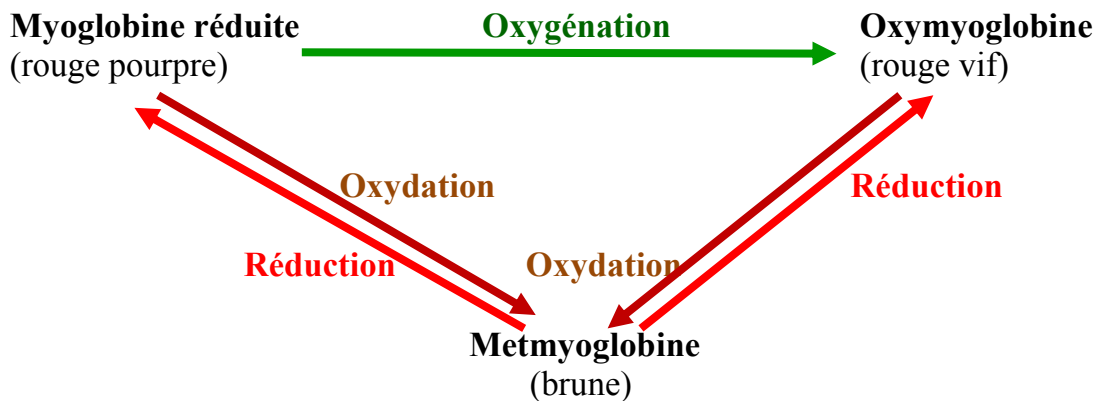


Figure 3 : Cycle de la couleur de la viande fraîche (Touraille, 1994)

La couleur brune de la viande constitue un motif de rejet pour le consommateur (Staron, 1982; Touraille, 1994). L'évolution du pH affecte la couleur de la viande. Ainsi, la baisse du pH provoque une décoloration de la viande par contre, son augmentation donne une couleur sombre à la viande (Frayssé *et al.*, 1989).

2.6.1.2. Tendreté

La tendreté qui est une caractéristique primordiale, est la facilité avec laquelle, une viande se laisse trancher ou mastiquer.

Le tissu conjonctif et la myofibrille sont responsables de la tendreté de la viande. Le tissu conjonctif évolue peu au cours du temps, vu sa résistance mécanique et sa stabilité eu égard à sa composante en collagène.

Les fibres musculaires subissent de nombreuses transformations après la mort de l'animal, augmentant leur résistance dans un premier temps, avec l'établissement de la rigidité cadavérique qui est suivie par l'attendrissage pendant la maturation qui est rapide les premiers jours (Coibion, 2008).

Pour obtenir une tendreté optimale qui est dépendant de la température de stockage de la viande, la durée de conservation est de 8 jours à 6°C, de 14 jours à 2°C et de 16 jours à 0°C (Abdelouaheb, 2009).

La tendreté change au cours de la transformation du muscle en viande. Les cellules musculaires cherchent à maintenir leur homéostasie par l'hydrolyse des molécules d'ATP.

L'hydrolyse des molécules d'ATP libère des protons hydrogène qui provoquent une acidification des cellules jusqu'à un pH compris entre 5,4 à 5,7 et par le métabolisme du glycogène, provoque une production d'acide lactique. La production d'acide lactique libère un proton hydrogène pour se transformer en lactate suite à la fixation d'ion de sodium à l'origine de l'acidification du milieu cellulaire (Guillemin *et al.*, 2009).

La maturation de la viande a un effet sur sa tendreté. L'une des façons d'améliorer cette tendreté de la viande réside dans une durée de maturation appropriée. Un minimum de quatorze (14) jours de maturation serait nécessaire pour l'attendrissement de la viande. Ainsi, pour une tendreté optimale, ce délai est recommandé aux bouchers pour laisser murir leur viande.

2.6.1.3. Flaveur

La flaveur qui correspond aux impressions olfactives et gustatives éprouvées lors de la consommation de l'aliment, dépend de plusieurs composés chimiques qui sont libérés au cours de la cuisson. Cette flaveur est influencée par divers facteurs liés notamment, à l'espèce, la race, l'âge, le sexe, le mode d'élevage et l'évolution *post mortem* (Rosset *et al.*, 1978).

La flaveur de la viande crue est peu prononcée du fait notamment de la présence de sels minéraux. Les composés volatils (arôme et odeur) et non volatiles (goût) de la fraction lipidique de la viande sont responsables de la flaveur.

Les composés volatiles sont des composés soufrés, alcools, esters, hydrocarbures aliphatiques. En ce qui concerne les composés non volatiles, ils comprennent les

nucléotides, certains acides aminés, la créatinine. Ce sont des précurseurs élaborés au cours de la maturation de la viande.

2.6.1.4. Jutosité

La jutosité ou la succulence est la faculté d'exsudation de la viande au moment de la dégustation avec comme facteur essentiel, le pouvoir de rétention d'eau du muscle (hydratation).

Ce pouvoir de rétention d'eau du muscle est traduit par la possibilité de la viande à conserver sa propre eau ou celle ajoutée en relation avec la force de liaison de l'eau aux protéines de la fibre musculaire (Rosset *et al.*, 1984).

2.6.2. Qualité nutritionnelle

Fondamentalement, la fonction d'un aliment est de couvrir les besoins physiologiques d'un individu. Cette caractéristique est prouvée scientifiquement pour la viande et s'appuie sur les données relatives à sa composition en protéines, glucides, lipides et oligo-éléments (Touraille, 1994).

2.6.3. Qualité hygiénique

La qualité hygiénique de la viande requiert le contrôle de toute la chaîne alimentaire, de l'exploitation à la consommation, en procédant à des inspections (avant et après l'abattage), en surveillant sa manipulation et son stockage. Il est important de prendre cette disposition car, la viande doit garantir une innocuité totale et préserver la santé du consommateur. La viande ne doit contenir aucun résidu toxique (métaux lourds, toxines bactériennes), aucun parasite, ni être le siège de développement bactérien (Rosset *et al.*, 1984).

2.6.4. Qualité d'usage

La qualité d'usage intègre plusieurs dimensions relatives au produit lui-même, mais également son contenant, à savoir l'emballage, qui joue un rôle primordial dans l'achat et l'utilisation du produit par le consommateur.

La qualité d'usage de la viande doit répondre aux critères essentiels attendus par le consommateur autres que ceux d'ordre strictement alimentaires.

Ainsi, la viande doit répondre à des exigences en matière de durée de vie et de conditions de conservation. La viande doit également satisfaire à certains aspects économiques et commerciaux tels que le prix en relation avec un comportement d'achat rationnel ou irrationnel et la disponibilité (Touraille, 1994).

Chapitre 3 : Préparation des viandes aux abattoirs

3.1. Aspects technologiques de la préparation des viandes

3.1.1. Définition

La préparation des viandes aux abattoirs 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 (Magras *et al.*, 2009).

3.1.2. Principaux caractères des différentes opérations

3.1.2.1. Transport et stabulation des animaux

3.1.2.1.1. Transport des animaux

Il est indispensable de transporter l'animal aux abattoirs.

Toutefois, des dispositions particulières peuvent être prises en cas de passage de l'animal sur un marché à 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, la température, la soif, la peur, au bruit, etc. Ces phénomènes influencent négativement l'état physiologique de l'animal. 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 (Legrand *et al.*, 1998).

Les troubles du métabolisme provoqués par les agressions survenant au cours du transport sont irréversibles et constituent un obstacle au processus normal de maturation de la viande (Rosset *et al.*, 1982).

La réception aux abattoirs des animaux destinés à l'abattage constitue le premier moment de contrôle ou d'inspection. Il est d'autant plus important que les animaux sont d'origines diverses et surtout, sont souvent transportés dans des conditions peu confortables au Sénégal.

Les véhicules destinés au transport des animaux doivent être soumis à un contrôle sanitaire et technique, avant leur mise en circulation. Ce contrôle qui est effectué dans la plupart des pays par les Services vétérinaires, est sanctionné par la délivrance d'un certificat technique et d'un certificat sanitaire dont les durées de validité doivent être déterminées.

3.1.2.1.2. Stabulation des animaux

Le regroupement des animaux présentés aux abattoirs a des conséquences importantes sur de nombreux aspects de l'abattage et de l'habillage ainsi que sur la production d'une viande saine et propre à la consommation humaine.

La propreté des animaux est directement liée au niveau de contamination croisée microbiologique de la carcasse et des autres parties comestibles au cours de l'abattage et de l'habillage.

Une série de mesures appropriées pour l'espèce animale peut être mise en œuvre pour veiller à ce que seuls soient abattus les animaux suffisamment propres et aider à réduire l'incidence de contamination microbiologique croisée (Jouve, 1990).

La mise en place de systèmes d'assurance qualité par le responsable d'établissement devrait avoir pour effet d'améliorer de façon constante les conditions de stabulation.

Le responsable d'établissement devrait garantir les conditions de stabulation comprenant :

- des installations gérées de manière à minimiser au maximum, le contact des animaux avec la saleté et la contamination croisée par des agents pathogènes d'origine alimentaire;
- un regroupement des animaux susceptible de protéger leur condition physiologique et propice à une inspection *ante-mortem* efficace, c'est à dire dans des conditions favorisant un repos adéquat, sans surnombre, protégés des éléments si nécessaire ;
- la séparation de classes et de types d'animaux différents, le cas échéant, par exemple, l'isolement des animaux exigeant un habillage spécifique et des animaux « suspects » identifiés comme pouvant transmettre certains agents pathogènes d'origine alimentaire aux autres animaux ;

- des systèmes visant à garantir que seuls les animaux suffisamment propres sont abattus ;
- des systèmes visant à garantir que la nourriture a été supprimée de façon appropriée avant l'abattage ;
- le maintien de l'identification des animaux (individuellement ou par lots) jusqu'au moment de l'abattage et de l'habillage ;
- le transfert d'informations pertinentes au sujet d'un animal ou d'un lot d'animaux, pour faciliter les inspections *ante-mortem* et *post-mortem*.

La stabulation est une étape importante dans le processus d'abattage des animaux. En effet, elle constitue une période d'observation et de repos de l'animal pendant laquelle la diète hydrique s'effectue.

La non-réalisation ou les conditions de réalisation de la stabulation des animaux peuvent engendrer des risques sanitaires sur la viande dont les principaux sont :

- l'absence de repos avant abattage peut être à l'origine d'une viande anormale (PSE et DFD) ;
- l'absence de diète hydrique peut engendrer la bactériémie postprandiale préjudiciable à la qualité hygiénique de la viande.

La stabulation dans des étables non adaptées et surtout non entretenues, engendre un risque de contamination des animaux par les déjections, le sol, les murs des box d'attente ou les barres des logettes.

L'autorité ou l'organisme compétent devrait prendre en compte les systèmes d'assurance qualité correctement mis en place par le responsable d'établissement lorsqu'il détermine la fréquence et l'intensité des activités de vérification destinées à contrôler la conformité des conditions de stabulation aux prescriptions réglementaires (Vallotton, 2004).

3.1.2.1.3. Amenée

L'amenée qui est le transfert des animaux des parcs de stabulation à la salle d'abattage ou de saignée, en passant par le couloir d'amenée, est une étape assez délicate avec les bovins.

Ce transfert peut être à l'origine de plusieurs dommages causés par le couloir de passage non adapté ou par les opérateurs.

Aux abattoirs de Dakar, le couloir est en claire-voie en tubes galvanisés terminé par des murs en ciment de 13,55 mètres de long sur 1,50 mètre de large communiquant avec le box de saignée. Le couloir d'amenée est suffisamment large, non dallé sans pente. Ainsi, pour faire avancer les animaux, les ouvriers leur donnent des coups de barre de fer qui peut déprécier le cuir et la carcasse (Seydi *et al.*, 2013).

3.1.2.1.4. Abattage

L'abattage est une opération fondamentale ayant une influence sur l'avenir de la viande produite. La préparation de la viande bovine aux abattoirs correspond à l'ensemble des opérations successives qui, à partir des animaux de boucherie, conduisent à l'obtention de carcasses et de sous-produits, dans le strict respect des impératifs de l'hygiène et de l'économie.

3.1.2.1.4.1. Saignée

La saignée constitue une étape fondamentale du processus d'abattage sur l'hygiène de la viande parce qu'elle est souvent une source de dépréciation de la qualité sanitaire des carcasses et des abats.

Les risques non négligeables encourus avec une saignée mal faite sont entre autres :

- la saignée incomplète suivie d'un temps d'égouttage court, peut donner une viande saigneuse ;
- la section de l'œsophage à la saignée peut entraîner des débris d'aliments dans les poumons suite à une aspiration réflexe ou alors, un flux du contenu gastrique qui souille la plaie de saignée ;

- l'écoffrage pulmonaire par aspiration réflexe du sang ou pleural. L'écoffrage pulmonaire peut être dans les alvéoles donnant un aspect en nappe ou dans les lobules à l'origine d'aspect géométriques en damier ;
- une possibilité de contamination microbienne pendant la saignée qui est faite au sol ou par le couteau de saignée.

La saignée de l'animal 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 physico-chimiques complexes qui est la transformation du muscle en viande (Legrand *et al.*, 1998).

3.1.2.1.4.2. Habillage

L'habillage correspond à l'ensemble des opérations allant de la dépouille à la finition des animaux. Ce nom est donné aux différentes manipulations que l'on fait subir au cadavre des animaux de boucherie.

Le principe général de l'habillage consiste à effectuer le travail loin du sol (rails, plates-formes, berces, plaques tournantes) pour éviter la contamination de la viande et les positions inconfortables pour les ouvriers.

L'habillage consiste à séparer dans de meilleures conditions le cuir du reste de l'animal auquel il adhère, pour une bonne présentation et une bonne conservation de la carcasse.

L'habillage se déroule en trois temps que sont la parfente, la pré dépouille et la dépouille :

- la parfente consiste au traçage (ouverture) en effectuant une incision ventrale médiale puis, deux incisions transversales croisées au niveau de la face interne des membres ;
- la pré dépouille ou préparation de la dépouille consiste à sectionner les extrémités des membres (pattes antérieures et postérieures), l'ablation de la tête, l'ablation des mamelles et de la verge puis, le transfert du convoyeur de saignée à celui de chaîne ;

- la dépouille commence par une parfente qui consiste à réaliser une incision ventrale médiale puis, deux incisions transversales croisées à la face interne des membres.

Ensuite, la séparation complète par la dépouille postérieure (train postérieur et ventre), la dépouille antérieure (membres et collier), des flancs et enfin de la dépouille dorsale (arracheur de cuir automatique).

3.1.2.1.4.3. Eviscération

L'éviscération est l'ablation des viscères thoraciques et abdominaux de l'animal sauf les reins. La technique d'éviscération qui est le plus souvent manuelle aux abattoirs de Dakar, comprend les deux temps suivants :

- l'éviscération abdominale :

- la fente médiale complète de la paroi abdominale ;
- la fente du quasi (symphyse ischio-pubienne) ;
- l'ablation de tous les organes abdominaux constitués de l'utérus, des estomacs et des intestins qui sont évacués par une goulotte ou auge de récupération.

- l'éviscération thoracique :

- la fente du sternum ;
- le détachement du diaphragme ;
- l'ablation du cœur et du poumon qui sont réunis au foie.

L'éviscération abdominale doit se faire le plus tôt possible sur des animaux suspendus. Sa pratique tardive est préjudiciable à la viande pour les raisons suivantes :

- l'odeur des gaz de l'estomac et des intestins se communique à la viande ;
- la fermentation gastrique et intestinale échauffe la viande qui se décolore et devient exsudative ;
- les microbes de l'estomac et des intestins passent dans la viande qui ne pourra pas se conserver.

3.1.2.1.4.4. Fente longitudinale de la carcasse

La fente longitudinale qui se réalise par une incision passant par le long de la colonne vertébrale, de l'ischium jusqu'au cou, aboutit à l'obtention de deux demi-carcasses. La technique de fente peut être réalisée par les deux procédés suivants :

- le procédé manuel en utilisant des outils comme la hache, le couperet, le fendoir ou la scie ;
- le procédé automatique avec une scie alternative sous jet d'eau continu sur animaux suspendus (fente et douchage simultanés) dont les avantages sont :
 - l'allègement du travail pénible du fendeur ;
 - la précision dans la coupe et l'absence de brisure ;
 - la continuité de la chaîne.

3.1.2.1.4.5. Douchage

A la suite de la fente longitudinale de la carcasse, le douchage permet d'éliminer les souillures des carcasses notamment, le sang, le lait de la mamelle, le contenu du tube digestif, les esquilles d'os, la pâte de la fente, les poils, les souillures lors du travail.

La pâte de la fente est constituée d'un mélange d'os, de tissu conjonctif, de muscle et de graisse due à l'utilisation de la scie électrique qui pourrait être à l'origine d'une altération précoce des demi-carcasses.

Ainsi, l'objectif du douchage est de réduire la contamination superficielle des carcasses. Aux abattoirs de Dakar, le douchage se fait à l'eau potable sous pression à l'aide d'une douchette flexible. Il convient de doucher la surface de la fente avec de l'eau tiède. Cette disposition permet de prévenir le noircissement de la surface de fente.

3.1.2.1.4.6. Inspection *post mortem*

L'inspection *post-mortem* est un ensemble de moyens mis en œuvre pour prévenir les risques engendrés par les produits de transformation des animaux (carcasses et le 5^{ème} quartier) et les pertes qu'ils peuvent subir.

Les animaux de boucherie introduits dans les infrastructures d'abattage doivent être abattus immédiatement et suspendus pour une saignée complète.

Toutes les parties de l'animal y compris le sang, doivent être soumises à l'inspection immédiatement après l'abattage.

Pour le sang, il s'agit d'observer sa couleur, son aptitude à la coagulation et de chercher la présence éventuelle d'un corps étranger.

Au Sénégal, nonobstant les dispositions du décret n° 89-543 du 05 mai 1989 en ses articles 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 et 26, le Vétérinaire Inspecteur doit effectuer une recherche systématique de cysticerques chez les bovins, au niveau :

- de la langue dont la musculature doit être incisée longitudinalement sur la face inférieure sans trop léser l'organe ;
- de l'œsophage après avoir dégagé la trachée ;
- du cœur par une incision longitudinale traversant la cloison inter-ventriculaire. Cette incision est complétée par deux fentes opposées des oreillettes à la pointe ;
- des masséters externes et internes qui doivent être incisés suivant deux plans parallèles au maxillaire inférieur. Cette incision doit aller du bord inférieur de ce maxillaire à l'insertion musculaire supérieure ;
- du diaphragme dont la partie musculaire doit être dégagée de la séreuse ;
- des surfaces musculaires de la carcasse directement visibles.

Les viandes fraîches doivent être refroidies immédiatement après l'inspection post-mortem à une température à cœur inférieure ou égale à +7°C et +3°C pour les abats. Cette température doit être maintenue au niveau des véhicules de transport et des points de vente (Cartier, 2007).

3.1.2.1.4.7. Sanctions de l'inspection de salubrité

Les quatre types de sanctions ci-dessous, peuvent être appliqués à l'issue de l'inspection sanitaire et de salubrité des viandes aux abattoirs.

Il s'agit de :

- la libre consommation ;
- la consigne ;
- l'utilisation conditionnelle ;
- la saisie.

Le processus général de sanctions de l'inspection de salubrité est indiqué dans la **figure 4**. Un registre de saisie à jour ne comportant ni blanc, ni ratures, ni pages arrachées, est tenu par le Service vétérinaire des abattoirs. L'intérêt de ce registre est de conserver des traces écrites de toutes les saisies et permettre de disposer régulièrement de statistiques fiables.

L'enregistrement des saisies totales et partielles devra se faire de façon individuelle de manière à renseigner précisément par espèce et par organe, les informations suivantes : les motifs de saisies, les coûts de saisies et les taux de saisies.

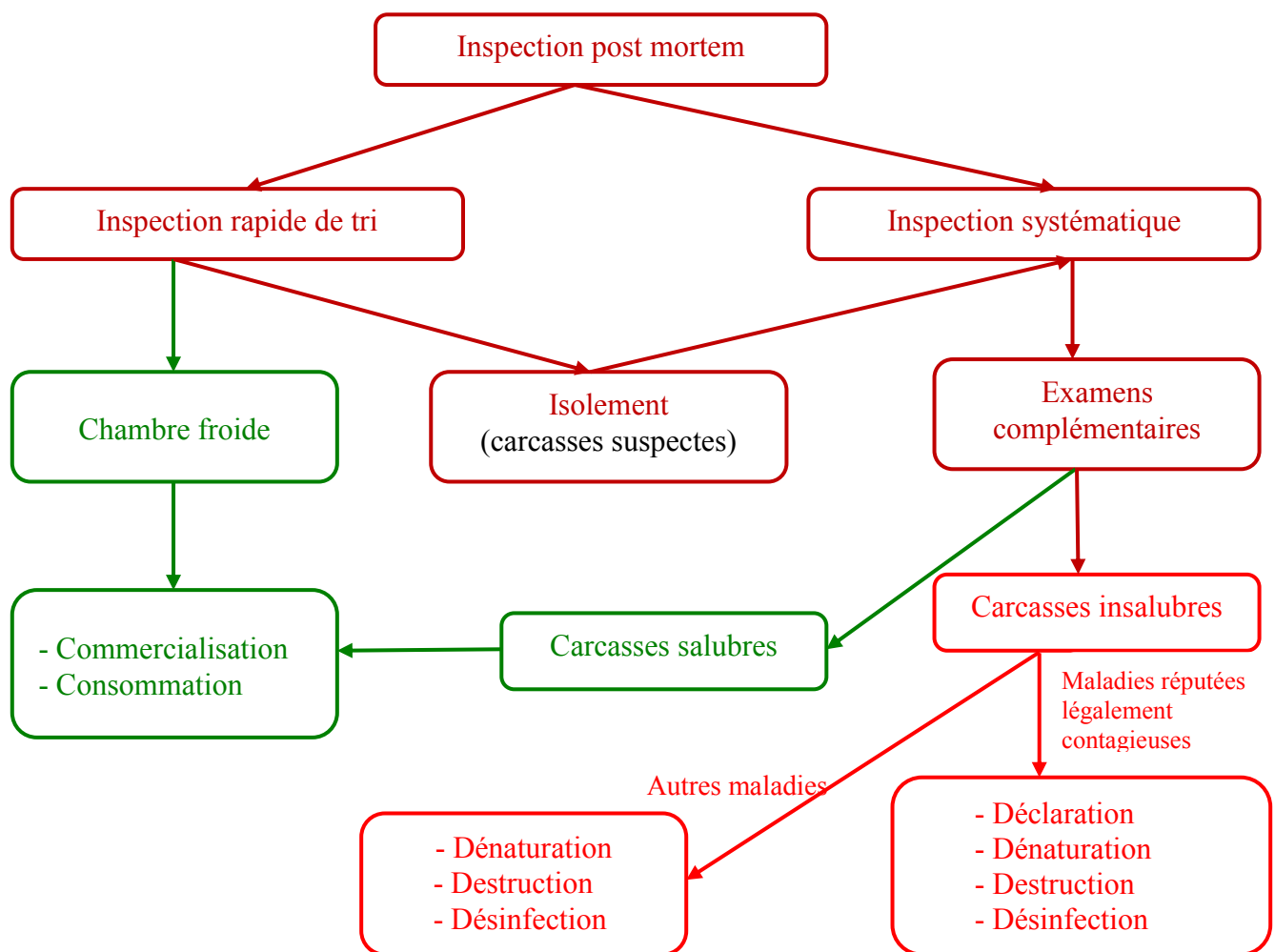


Figure 4 : Schéma du processus général de sanctions de l'inspection de salubrité (Seydi *et al.*, 2013)

3.1.2.2. Ressuage réfrigéré

En fin d'abattage, la température de la carcasse avoisine 38 à 40 °C. Par conséquent, son refroidissement est nécessaire et sa conservation entre 0 à +2°C. La première phase du refroidissement correspond au ressuage qui vise l'abaissement le plus rapidement possible, de la température de la viande aux environs de 4°C pendant 24 heures, 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 avoisine 40°C, il se produit une évaporation considérable, donc une perte de poids, due à l'intensité de la vapeur superficielle.

Afin de lutter contre ce phénomène préjudiciable au plan commercial, il est conseillé au préalable de prendre soin de doucher la carcasse avant son entrée dans la salle de ressuage.

Cela permet d'arrêter l'évaporation de l'eau de constitution pour favoriser le refroidissement de la carcasse. La déduction qui en est faite est que la réfrigération brutale et de courte durée (« raccourcissement par le froid » ou Cold shortening) permet d'arrêter le phénomène d'évaporation par la formation d'une pellicule de glace à la surface de la carcasse jouant ainsi, le rôle d'isolant hydrique entre l'air et la viande.

En plus de ce refroidissement, la couche externe des muscles qui bloque le développement des microbes, empêche la formation de moisissures (Laurent, 1974).

Enfin, il permet de conserver à la viande sa couleur rouge par inhibition des phénomènes d'oxydation de l'hémoglobine du sang. Si l'hémoglobine du sang se trouvait 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. Les paramètres du stockage réfrigéré sont indiqués dans le **tableau VI**.

Tableau VI: Paramètres du stockage réfrigéré (Seydi *et al.*, 2013)

Paramètres	Stockage ou maintien du froid
Température de la salle	0 à +2°C
Humidité relative	75 à 80 %
Vitesse de l'air en m/s	0,5 m/sec

Tant que ces conditions d'ambiance règnent au niveau du local de stockage des viandes, la prolifération microbienne est inhibée. Cependant, ce stockage en réfrigération est limité dans le temps.

En effet, comme indiqué antérieurement, le froid positif ralentit les dégradations microbiennes mais, ne les supprime pas (Rosset, 1976). Les durées de conservation optimales ou limites des différentes viandes de boucherie figurent dans le **tableau VII**.

Tableau VII: Durée de conservation des viandes réfrigérées (Seydi *et al.*, 2013)

	Durée de conservation
Bœuf	- Jusqu'à 3 semaines - 4 à 5 semaines si hygiène excellente
Veau	1 à 3 semaines
Abats comestibles	7 jours (température à cœur : + 3°C)

Les différentes opérations réalisées lors de la préparation des viandes aux abattoirs, sont représentées dans le diagramme de préparation des viandes aux abattoirs, ci-dessous (**figure 5**).

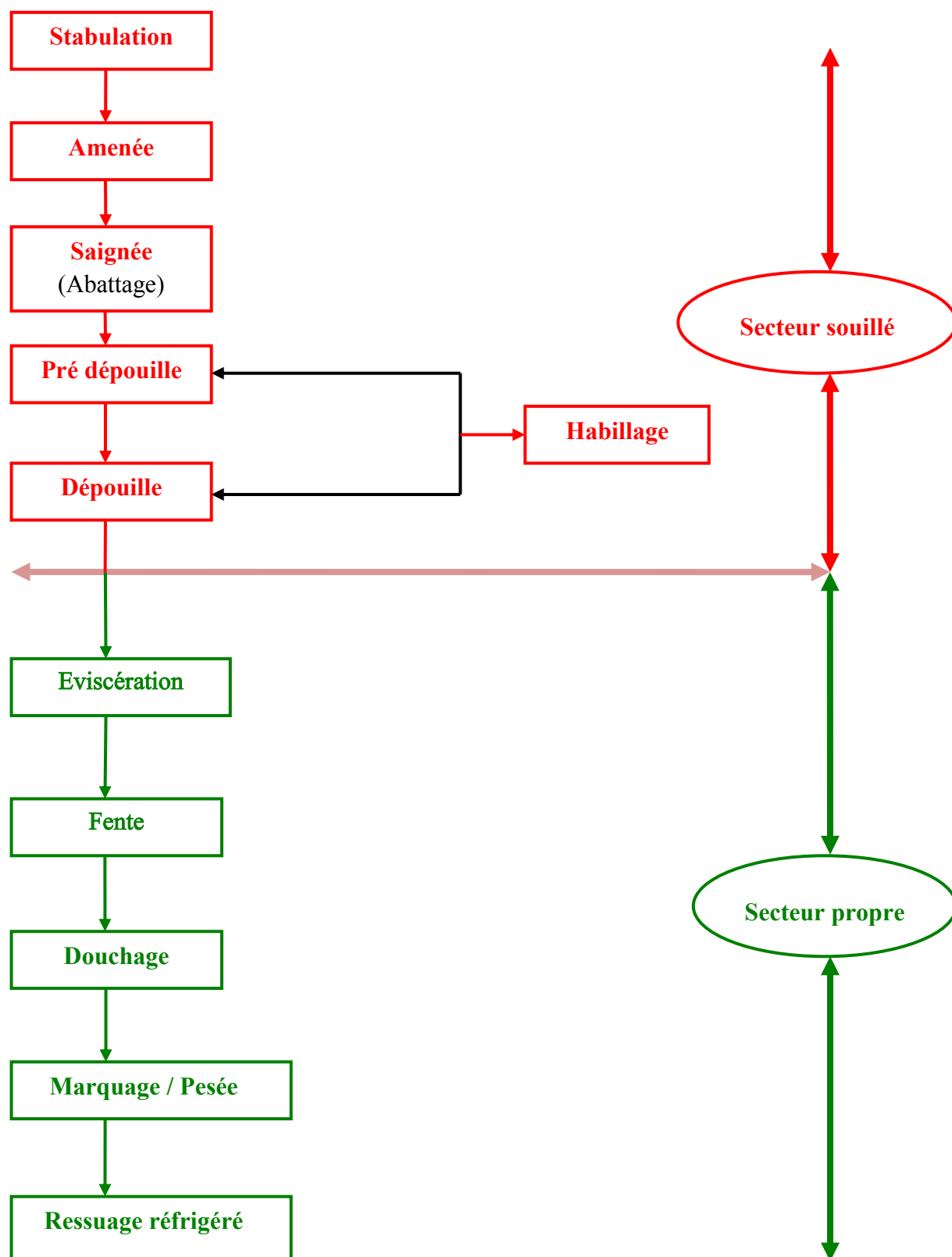


Figure 5 : Diagramme de la préparation des viandes aux abattoirs (Seydi *et al.*, 2013)

Au niveau de la chaîne d'abattage, on distingue clairement un secteur souillé réservé aux opérations souillées et un secteur propre où se déroulent les opérations saines.

- Opérations souillées :

Les opérations souillées vont de la stabulation à la dépouille. C'est pendant cette phase qu'interviennent les différentes contaminations des carcasses qui rendent non satisfaisante la conservation par le froid.

Cette absence de satisfaction est motivée par le fait que le froid n'est pas bactéricide. Donc, une attention toute particulière doit être portée sur l'hygiène du personnel, du matériel et du support.

- Opérations propres :

Les opérations propres comprennent l'éviscération, la fente, le douchage, le marquage-finition et la réfrigération.

Il convient d'éviter de contaminer à nouveau les carcasses par le croisement des courants. Par conséquent, il est important de séparer les opérations souillées de celles qui sont propres, de mécaniser au maximum la chaîne d'abattage et de rendre impossible tout retour en arrière (marche en avant obligatoire) comme le montre la **figure 6**.

3.2. Caractéristiques microbiologiques des viandes aux abattoirs

3.2.1. Sources de contamination

Les sources de contamination microbienne de la viande sont diverses et d'importance variable (Hammoudi *et al.*, 2013). Selon l'origine de la contamination, les microorganismes de la viande peuvent être exogènes ou endogènes (Rosset *et al.*, 1982 ; Cartier, 2004).

Les origines exogènes sont constituées des opérations d'abattage (retournement du cuir, éviscération), le matériel et le personnel, sont susceptibles d'entraîner le dépôt de nombreux germes à la surface des carcasses (Hamad, 2009).

3.2.1.1. Matières premières

Les matières premières sont constituées d'animaux de boucherie dont les appareils digestif et respiratoire de même que leurs cuirs (peau et poils) contiennent de nombreux microorganismes.

L'appareil digestif, notamment, le tractus intestinal, est un réservoir à microbes composés de bactéries, de moisissures et de levures. Généralement, les germes présents dans l'appareil digestif des animaux proviennent de la nourriture contaminée par les insectes, les rongeurs, les poussières et l'air (Interbev, 2005).

L'appareil respiratoire surtout, les voies respiratoires notamment, la cavité nasopharyngée, renferment des staphylocoques aureus.

Les cuirs, porteurs de nombreux germes tels qu'*Escherichia coli* et coliformes (*Aerobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*), sont contaminés le plus souvent, par des fèces (Newton *et al.*, 1977).

3.2.1.2. Main d'œuvre

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

En toussant et en se mouchant à leur voisinage, les personnes souffrant d'infections de l'appareil respiratoire, contaminent les aliments et les surfaces avec lesquels ils sont en contact (Labadie, 1999 ; Loubamba, 2012).

Les personnes souffrant de maladies graves (tuberculose, brucellose, salmonellose) sont susceptibles de contaminer la viande par conséquent, elles doivent être écartées de la manipulation des viandes (Labadie, 1999).

Les personnes qui entrent en contact avec les viandes peuvent les souiller ou les contaminer de plusieurs façons. L'homme est porteur de microorganismes dont certains provoquent des maladies contagieuses et peuvent être transmis à d'autres personnes par la chaîne alimentaire.

C'est pour cette raison que l'hygiène corporelle et vestimentaire ainsi que l'état de santé des personnes qui travaillent sur les viandes sont importants.

Lors de l'abattage, le personnel peut contaminer les carcasses par ses mains sales, ses vêtements mal entretenus, son matériel de travail, l'eau et par le sol.

Ainsi, le risque de contamination est élevé sur la chaîne d'abattage où le personnel peut être en contact avec la carcasse et des opérations à risque notamment, l'habillage et l'éviscération (Scionneau, 1993; Cartier, 2007).

3.2.1.3. 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, il y a une augmentation de la contamination bactérienne de surface des carcasses dans les cas où :

- les carcasses dépouillées et non dépouillées se croisent ;
- les carcasses entrent en contact les unes avec les autres ;
- la face externe des cuirs touche la carcasse.

Les microorganismes des poils et de la viande sont identiques. La mauvaise conduite de l'éviscération est susceptible de contaminer à travers le contenu des viscères (Fournaud *et al.*, 1978).

Le rectum également est susceptible d'être une source de contamination évitable par sa fermeture avec une bague plastique. Aussi, l'air ambiant est une source de pollution de la viande (Childers *et al.*, 1973).

La contamination tend à s'uniformiser après l'éviscération et le lavage (Nottingham *et al.*, 1974). Par contre, le quartier avant présente plus de bactéries que le quartier arrière

pouvant résulter du fait que le douchage entraîne les bactéries vers le bas de la carcasse (Childers *et al.*, 1973 ; Kotula *et al.*, 1975).

A l'issue de l'abattage dans des conditions idéales, 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 .

3.2.1.4. Matériel

Pour l'essentiel, le matériel qui regroupe les machines, les outils et les supports de travail pouvant entrer en contact avec la carcasse, constitue une source potentielle de contamination des viandes.

Parmi les plus importants, on peut citer les couteaux (présents à tous les postes avec un risque significatif à la saignée, à la dépouille, lors de l'ensachage du rectum, lors de l'éviscération), les chaînes à cuirs (dépouille), les scies pour la fente et la parfente, les pinces, les crochets, les plateformes élévatrices (notamment, la plateforme du poste d'éviscération).

Tous ces outils peuvent être des vecteurs de germes entre des éléments souillés et la carcasse, comme c'est le cas entre des opérations souillées (incisions cutanées précédant l'habillage) et propres (incisions sous cutanées pendant l'habillage) réalisées avec le même matériel non nettoyé et désinfecté au besoin.

3.2.1.5. Milieu

Le plus souvent, les viandes sont contaminées à l'abattoir surtout, par le cuir et dans une certaine mesure, le sol par l'habillage en position couchée (Labadie, 1999).

Les surfaces des locaux (sols, murs, plafonds), les équipements (treuil de soulèvement, crochets, arrache cuir) ainsi que le matériel (couteaux, haches, bacs, seaux) mal conçus, peuvent être des sources de contamination (Hamad, 2009).

Les sols et les murs avec des crevasses et des fissures, difficiles à nettoyer, les outils et les plans de travail mal nettoyés, constituent une source certaine de contamination (Kabede, 1986).

La contamination microbienne atmosphérique est essentiellement constituée de bactéries et de moisissures. L'air est riche en spores de moisissures (Cuq, 2007).

L'atmosphère des abattoirs est polluée par le déplacement des animaux, du personnel et la manutention du cuir lors de la dépouille et les viscères maintenus dans le hall d'abattage (Hinton *et al.*, 1998).

En sommes, le degré de pollution dépend de plusieurs facteurs, comme l'indique la **figure 6** ainsi que le nombre de personnes et le nombre d'animaux abattus (Leyral *et al.*, 1997).

La **figure 6** renseigne sur le mécanisme de contamination superficielle des carcasses aux abattoirs.

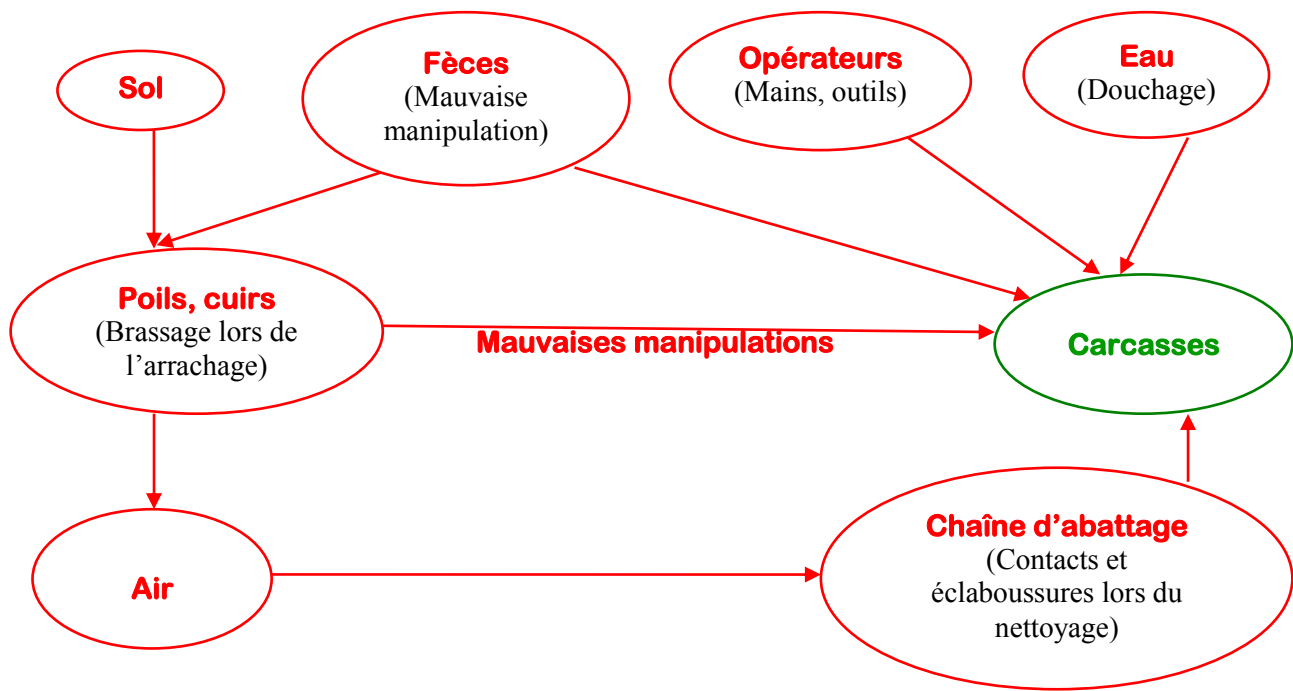


Figure 6 : Mécanisme de la contamination superficielle des carcasses aux abattoirs (Nicolle, 1986)

3.2.1.6. Nuisibles

Aux abattoirs, les nuisibles sont constitués le plus souvent de rats, de souris, d'insectes surtout les mouches, les chiens et les chats.

Les rongeurs sont dangereux par leurs fèces contenant de nombreuses souches de salmonelles capables de contaminer les lieux d'entreposage des emballages et les aliments lors de leur conditionnement (Belford, 1973).

Les insectes comme les mouches se nourrissant des déchets, sont porteuses de nombreux germes sur leur corps et dans leur appareil digestif. Ces insectes contaminent la nourriture et l'équipement par leurs déjections et leurs œufs (Libby, 1975).

3.2.2. Conditions de multiplication des microorganismes

La multiplication des microorganismes dans la viande fraîche dépend d'un certain nombre de paramètres, dont les plus importants sont : l'activité de l'eau (A_w), le pH, la température, la tension en oxygène (Bourgeois *et al.*, 1996) et la disponibilité en aliments (Leyral *et al.*, 1997).

3.2.2.1. Activité de l'eau

L'activité de l'eau (A_w) est définie par le rapport des pressions de vapeur du milieu et de l'eau pure.

L' A_w qui mesure la disponibilité de l'eau dans un produit, varie de 0 à 1. De nombreuses moisissures et levures sont très sensibles à une diminution de l'activité de l'eau (Leyral *et al.*, 1997).

D'une manière générale, plus l' A_w du milieu est élevée (voisin de 1), plus le développement de la microflore est intense. L' A_w de la viande fraîche se situe entre 0,98 et 0,99 et favorable à la multiplication de toutes les espèces microbiennes (Bourgeois *et al.*, 1996).

3.2.2.2. Le pH

Le pH est un paramètre important dans la conservation de la viande, car à certaines valeurs, la croissance des bactéries peut être ralentie de manière significative ou tout simplement inhibée.

La diminution du pH ralentit la multiplication d'une grande partie de la flore de contamination de la viande (Beaubois, 2001).

Au cas où le pH est supérieur à 6, l'aptitude à la conservation par la réfrigération devient impossible eu égard au fait que le pH élevé favorise la dégradation des protéines par les microorganismes.

Il conviendrait de noter que les levures et les moisissures sont beaucoup plus tolérantes que les bactéries à des pH bas. Leur croissance optimale est comprise entre 5 et 6. Cependant, certaines d'entre elles peuvent se multiplier à pH 3 et d'autres, à pH 8.

Les viandes dont le pH ultime est élevé (> 6.00) sont plus sombres, plus sèches et plus fermes à l'état frais que les viandes à pH ultime normal (5,7 – 5,8) et sont peu adaptées à la conservation crue en raison d'une sensibilité plus intense à la dégradation microbienne (Beaubois, 2001).

Après l'abattage, le pH atteint une valeur de 5,5 à 5,7. Le développement des microorganismes est ralenti par l'abaissement de ce paramètre. Les bactéries sont les plus touchées, puis les levures et enfin les moisissures (Beaubois, 2001 ; Fournier, 2003).

La croissance optimale des levures et des moisissures se situe à des pH de 5 et 6. Toutefois, certaines d'entre elles peuvent se multiplier à pH 3 et d'autre à pH 8 (Fournier, 2003).

Le pH optimum pour le développement des bactéries se situe entre 5,6 et 7,5 avec des exceptions à travers les bactéries acétiques et les bactéries lactiques qui supportent des pH inférieurs à 3,5 (Bourgeois *et al.*, 1996).

3.2.2.3. Potentiel d'oxydoréduction positif et élevé

Après l'abattage, la réserve en oxygène du muscle est favorable au développement des germes.

Selon le mode de métabolisme, on rencontre différents microorganismes dont les microorganismes aérobies stricts provenant de la contamination superficielle exogène des viandes comme *Pseudomonas*, *Micrococcus* et *Vibrio* ou les micro-aérophiles exigeant un potentiel d'oxydoréduction moyen, tel que les *Lactobacillus* (Leyral *et al.*, 1997 ; Marchandin, 2007).

Aussi, on rencontre les anaérobies stricts, qui se développent en absence d'oxygène, à l'instar de *Clostridium*. Il en est de même pour les aérobies anaérobies facultatifs (*Staphylocoques* et *coliformes*) qui sont des microbes proliférant plus rapidement en présence d'oxygène à l'exception des bactéries qui produisent de l'acide lactique qui ont une croissance identique en aérobiose ou en anaérobiose (leyral *et al.*, 1997 ; Cuq, 2007).

Le **tableau VIII** renseigne sur le classement des produits carnés à travers leurs caractéristiques physicochimiques et de leurs critères de conservabilité.

Tableau VIII: Classement des produits carnés suivant leurs caractéristiques physicochimiques et leurs critères de conservabilité (Leistner *et al.*, 1976)

Caractéristiques	Critères physiques	Températures 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

3.2.2.4. Température

La température détermine le devenir des germes de la viande d'autant plus que 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.

Pour une contamination initiale de 10^3 germes par cm^2 , le limon apparaît en trois jours quand les carcasses sont conservées à $20^{\circ}C$, en huit jours à $4,4^{\circ}C$ (Grand, 1983 ; Loubamba, 2012). On peut en déduire donc que les basses températures inhibent le développement des microorganismes.

3.2.2.5. Oxygène

La croissance des entérobactéries isolées de la viande est plus lente en anaérobiose qu'en aérobie. Un ralentissement de la croissance de *Pseudomonas* et d'*Achromobacter* à un taux de 100% d'oxygène (Newton *et al.*, 1978).

3.2.3. Microbiologie de la viande

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 variables, certains étant plus exigeants que d'autres (Marchandin, 2007).

3.2.3.1. Origine endogène

Les microorganismes contaminants, proviennent de l'animal à partir duquel l'aliment est produit.

Les appareils digestif et respiratoire de même que le cuir des animaux, constituent un réservoir à microorganismes (Rosset *et al.*, 1982; Cartier, 2004).

L'appareil respiratoire notamment, la cavité nasopharyngée, renferme essentiellement des staphylocoques (Merle, 2005 ; Cartier, 2007).

3.2.3.1.1. Flore du tube digestif

L'origine de la plupart des contaminations endogènes sont d'origine intestinale. Ce sont des bactéries anaérobies (*Clostridium*, *Bacteroides*), aéroanaérobies (Entérobactéries : *E. coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Proteus*) ou des microorganismes micro-aérophiles (*Campylobacter*). Ces germes contaminent le muscle lors de l'éviscération et la découpe de la carcasse (Leyral *et al.*, 1997).

Le tube digestif des animaux est un réservoir de moisissures telles que *Aspergillus sp*, *Penicillium sp* et de levures comme *Rhodoturulla*, *Candida* et *Saccharomyces* (Abdelouaheb, 2009).

La viande est généralement contaminée au cours de l'abattage de l'animal. Cette contamination, négligeable au début qui devient importante les heures suivantes, est causée par la fragilisation des parois intestinales provoquée par le stress de l'abattage (Bourgeois *et al.*, 1996).

3.2.3.1.2. Flore du cuir

En grande partie, la contamination des cuirs provient du sol et de la poussière.

Les cuirs sont des vecteurs de la contamination de la carcasse par le contact ou par l'intermédiaire du matériel de travail.

Les cuirs sont porteurs des nombreux germes dont *Escherichia coli* et les coliformes (*Aerobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*), streptocoques fécaux, *Acinetobacter*, *Staphylococcus aureus* et *Clostridium perfringens* (Newton *et al.*, 1977).

Toutefois, les moisissures aussi sont les plus présentes sur le cuir des animaux. Ce sont en général des moisissures saprophytes tel que *Penicillium*, *Sporotrichum*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Thamnidium*.

Il est également possible de trouver des levures sur les cuirs (Cuq, 2007).

3.2.3.2. Caractéristiques microbiologiques de la viande

La contamination des viandes par les germes pathogènes n'apparaît que rarement (Cartier, 2007). La microflore des viandes est composée essentiellement de germes saprophytes.

Pseudomonas, *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, les Entérobactéries (*Escherichia coli*, *Klebsiella*...), *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* et *Clostridium* sont les germes saprophytes les plus rencontrés sur les viandes rouges (Hamad, 2009).

Une diversité de levures et moisissures est également rencontrée dans les viandes en plus des bactéries. *Candida* (surtout *Candida lipolytica*), *Rhodotorula*, *Saccharomyces* figurent parmi les levures qu'on trouve. Généralement, *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Rhizopus* sont les genres de moisissures rencontrés (Hamad, 2009).

3.2.3.2.1. Conditions de la prolifération des microorganismes de la viande

L'évolution qualitative et quantitative des microorganismes de la viande est déterminée par les caractéristiques physicochimiques du muscle décrites ci-dessus et les conditions de son entreposage.

3.2.3.2.2. Conditions d'entreposage

Les contaminations des viandes sont influencées par d'autres paramètres en relation avec les conditions d'entreposage suivantes :

- la température : facteur le plus important dans le stockage de la viande. Le maintien continu de la viande à des températures voisines de 0°C, limite la multiplication des germes d'altération et des germes pathogènes (Bourgeois *et al.*, 1996; Leyral *et al.*, 1997);
- l'humidité du milieu: *Pseudomonas*, *Acinetobacter alcaligenes*, *Flavobacterium* et *entérobactéries* se développent en atmosphère humide. Une atmosphère trop humide favorise la multiplication des germes de surface (Bourgeois *et al.*, 1991).

3.2.4. Conséquences hygiéniques de la contamination microbienne de la viande

3.2.4.1. Altération

3.2.4.1.1. Modifications des caractères organoleptiques

Les modifications des caractères organoleptiques concernent notamment :

- **Aspect de la surface:** généralement, la surface de la viande légèrement humide au départ, devient en atmosphère humide progressivement gluante au fur et à mesure que progresse le développement microbien (Dumont, 1982) ;
- **Odeur:** des odeurs putrides se produisent en aérobie (Dumont, 1982);
- **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 notamment, le temps, la température, le degré hygrométrique (Dumont, 1982).

3.2.4.1.2. Putréfaction

3.2.4.1.2.1. Putréfaction superficielle

La putréfaction superficielle d'une viande est causée par les germes qui se développent à basse température. Pour la viande réfrigérée, l'apparition de cette putréfaction est fonction de la contamination initiale.

Selon la nature de l'atmosphère, deux types d'altération peuvent apparaître sur les viandes conservées en chambre froide.

Il s'agit notamment, de :

- l'atmosphère sèche : la multiplication des bactéries est retardée. Par contre, on assiste à une prolifération lente des moisissures à la surface de la viande. Ainsi, *Penicillium* est à l'origine de taches blanches puis vertes sur les tissus conjonctifs et la graisse des carcasses réfrigérées (Rosset *et al.*, 1982);
- l'atmosphère humide : les viandes sont rapidement envahies par les bacilles Gram (-) essentiellement, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*. La viande devient brune grisâtre, dégage une odeur putride (Rosset *et al.*, 1982).

A la surface de la viande se forme un enduit muqueux résultant de la juxtaposition de cellules microbiennes. Les odeurs désagréables apparaissent pour une contamination d'environ 10^7 germes/cm.

3.2.4.1.2.2. Putréfaction profonde

La putréfaction profonde s'installe dans les masses musculaires internes des carcasses maintenues à une température élevée dans les cas d'abattage non suivi de réfrigération.

La putréfaction profonde est provoquée par le développement 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 (Rosset *et al.*, 1982).

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. Dans la putréfaction profonde, la viande verdit et devient très malodorante dans un second temps. Cette phase est associée au développement de germes encore plus anaérobies : *Clostridium histolyticum*, *Clostridium bifermentans*, *Clostridium sporogenes*, *Clostridium oedematiens* (Cheftel *et al.*, 1976).

Aux abattoirs de Dakar, les cas de saisie totale pour des motifs de putréfaction, s'observent plus fréquemment chez les petits ruminants.

3.2.4.2. Accidents alimentaires

La viande ne doit héberger qu'un nombre limité de germes d'altération et doit être exempte de tout contaminant dangereux, tels que les polluants chimiques, les virus, les parasites mais aussi, les microorganismes susceptibles de provoquer une toxi-infection alimentaire (Rosset *et al.*, 1982 ; Bell, 1997).

La consommation d'aliments contaminés, mal préparés et insuffisamment réfrigérés jusqu'à leur utilisation, constitue l'une des principales causes des intoxications alimentaires, en particulier dans la restauration collective (cantines, hôpitaux, etc...).

La présence de bactéries pathogènes dans les aliments est responsable des sortes de troubles suivants :

- intoxications alimentaires : empoisonnements dus à des toxines préformées dans l'aliment lors de la croissance bactérienne (*Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*) ;
- toxi-infections alimentaires : ce sont des infections causées par des agents pathogènes (actifs ou vivants) présents le plus souvent en grand nombre dans l'aliment (*Salmonella*, *Shigella*).

Les salmonelles demeurent les responsables majeures de gastro-entérites dans le monde (Verrhoye, 2001). La maladie apparaît 12 à 24 heures après ingestion mais, la plupart des malades guérissent. Par contre, la majorité des malades restent des porteurs de germes pour une longue durée.

Aussi, des intoxications sont provoquées par des microorganismes (*Clostridium perfringens* A et E) présents à un taux très élevé dans l'aliment incriminé (10^8 - 10^{10} UFC/ gramme).

- intoxications de type histaminique : ce sont des 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 (notamment action de *Proteus* et de certains bacilles anaérobies).

La contamination microbienne de la viande peut avoir deux conséquences dont l'une est causée par l'ingestion de microorganismes pathogènes et leurs toxines avec un effet sanitaire en provoquant des intoxications alimentaires.

Les germes mis en cause sont surtout *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia*.

La seconde conséquence est provoquée par l'altération de l'aliment avec un effet économique dû essentiellement à une contamination par les levures (Cartier, 2007).

La flore fongique de contamination des viandes est exclusivement saprophyte. Les manifestations sont des altérations de surface (formation d'enduit muqueux, de taches, de pigments au niveau des graisses) avec l'apparition d'odeur et de goût anormaux pour le consommateur (Cuq, 2007).

Aspergillus, *Penicillium*, *Candida* et *Rhodotorula* ont une action lipolytique. En général, la flore fongique est riche en lipases et en protéases (Bornert, 2000).

3.2.5. Conséquences technologiques de la contamination microbienne de la viande

D'une manière générale, la présence et le développement des microbes à la surface et en profondeur des viandes provoquent des conséquences technologiques constituées par les modifications des caractères organoleptiques et biochimiques.

Les bactéries contaminent les aliments en provoquant des modifications de leurs caractéristiques.

Les aliments contenant des hydrates de carbone, des protéines et des graisses constituent des environnements propices pour la multiplication des microorganismes (Niklin *et al.*, 2000).

Comme décrit précédemment, la viande fraîche contient tous les nutriments nécessaires au développement des microorganismes.

Cette prolifération microbienne dépend de plusieurs paramètres, tel que l'activité de l'eau, le pH, la température, la tension en oxygène et la concentration en substrat (Bourgeois *et al.*, 1996).

3.2.6. Critères microbiologiques de la viande

Pour apprécier les conséquences hygiéniques, il est nécessaire de procéder à des examens bactériologiques et de disposer de normes y afférentes.

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

Les critères microbiologiques applicables à la viande crue existent dans différents pays bien qu'ils soient variables dans une large mesure. Toutefois, il n'existe pas de critères universellement admis.

En ce qui concerne la contamination superficielle des carcasses de bovins à la fin de l'habillage, elle est généralement la suivante :

- 10^3 à 10^4 bactéries aérobies par cm^2 ;
- 10^2 bactéries psychotropes ;
- environ 10^1 à 10^2 coliformes par cm^2 .

3.2.7. Méthodes de prélèvement des bactéries de surface

Trois principales méthodes de prélèvement sont décrites pour le contrôle microbiologique des carcasses. Il s'agit essentiellement des méthodes par contact, des méthodes dites destructives et des méthodes non destructives (Fournaud, 1982).

3.2.7.1. Méthodes par contact

Ces méthodes consistent à prélever les germes de surface par contact direct avec des boîtes contenant les milieux de culture spécifique pour les germes recherchés.

3.2.7.2. 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.*, 2001).

3.2.7.2.1. Méthode d'incision à l'aide d'un gabarit

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

3.2.7.2.2. Méthode de l'emporte pièce

Elle consiste à découper des disques de 2 mm d'épaisseur et de 10 à 25 cm² de diamètre à l'aide d'un emporte-pièce et un scalpel.

3.2.7.3. Méthodes non destructives

Par cette méthode, à l'aide d'un disque en coton ou une éponge abrasive ou un tampon de gaze, le prélèvement des germes éventuellement présents est réalisé une surface délimitée qui est frottée (Khalifa, 1986; Fliss *et al.*, 1990; Karib *et al.*, 1994).

3.2.7.3.1. Méthode d'écouvillonnage par « chiffonnage »

Elle 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.

Il est possible de pratiquer cette méthode sans humidification de l'écouvillon.

Deuxième partie : Partie expérimentale

Chapitre 1 : Matériel et méthodes

Chapitre 2 : Résultats et discussion

Chapitre 3 : Recommandations

Chapitre 1. Matériel et méthodes

1.1. Présentation du cadre de l'étude

Comme indiqué dans la **figure 8**, les abattoirs de Dakar construits dans le Département de Pikine, couvrent une superficie de 4 ha et sont entourés de routes à grande circulation (Route nationale n° 1, Boulevard du Centenaire de la Commune de Dakar) et la voie ferrée dite du Sud.



Figure 7: Extrait de la carte de la région de Dakar (<https://www.google.com/maps/> consulté le 09 septembre 2014)

Ces abattoirs étaient gérés jusqu'en 1964, par l'USPA (Union des Services publics d'Afrique), filiale de l'USPF (Union des Services publics de France). A partir de cette date, la SERAS (Société d'exploitation des ressources animales du Sénégal), Société d'économie mixte créée en 1962, fut désignée comme administrateur délégué pour la gérance des abattoirs régionaux et les entrepôts frigorifiques.

La superficie du parc à stabulation des bovins est de 1 232 m² compartimenté en deux parties séparées par une allée de 1,65 m de largeur dont chacune est divisée en trois loges. Chaque loge a une capacité d'accueil de soixante bovins.

Actuellement, les abattoirs de Dakar sont gérés par la SOGAS (Société de Gestion des Abattoirs du Sénégal), Société anonyme, sur la base d'un contrat de concession la liant à l'Etat.

La Convention de concession entre l'Etat du Sénégal et la SOGAS a été signée en Décembre 2005, contre une redevance domiciliée dans un Compte ouvert dans une banque de la place pour la gestion de huit (08) abattoirs dont les caractéristiques sont :

- un abattoir industriel à Dakar d'une capacité d'abattage de 10 000 à 16 000 tonnes de viande bovine par an correspondant approximativement à 180 à 200 bovins par jour.

Cet abattoir est doté d'équipements modernes avec des chaînes d'abattage et une mécanisation poussée des diverses opérations ainsi que de chambres froides, de réfrigération et de congélation.

- sept autres abattoirs (Diourbel, Kaolack, Louga, Saint-Louis, Tambacounda, Thiès et Ziguinchor) d'une capacité d'abattage annuelle variant entre 1000 et 3000 tonnes de viandes chacun. Les animaux y sont abattus régulièrement eu égard à l'existence d'un marché permanent.

Ces sept (07) abattoirs sont dotés d'un équipement modeste (absence de chaînes à haute cadence) et disposent d'un Service vétérinaire permanent avec un nombre réduit d'agents compte tenu de leurs tailles contrairement aux abattoirs de Dakar. Ils sont équipés d'installation pour la réfrigération des viandes.

Le compte cité supra, est conjointement géré par le Ministère de l'Elevage et des Productions animales et le Ministère de l'Economie, des Finances et du Plan.

Lors de la signature de la Convention qui est accompagnée d'un cahier des charges, la SOGAS avait présenté un Programme d'investissement pour réhabilitation et la modernisation des installations, financé par la BOAD (Banque Ouest Africaine de Développement). Ce financement était un prêt que la BOAD avait consenti à la SOGAS.

En 2009, la SOGAS a modernisé et mis en service la chaîne d'abattage des bovins des abattoirs de Dakar améliorant ainsi nettement sa capacité d'abattage à 90 000 bovins par an (Gary *et al.*, 2011).

Cette salle d'abattage comprend essentiellement :

- deux (02) box de contention et de saignée rotatifs pour l'abattage rituel musulman ;
- un (01) appareil de levage (barre de saignée bi-rail type à raccordement de voie supportant le chariot de l'élingue de saignée et un vérin pneumatique) ;
- dix (10) plates-formes dont :
 - sept (07) mobiles (ascenseurs) et,
 - trois (03) fixes : une (01) basse et deux (02) hautes.
- des lave-mains à commande non manuelle (au genou) avec distributeur de savon et bac de stérilisation des outils (couteaux, fusils) ;
- des appareils à arracher le cuir à tambour d'enroulement hydraulique avec deux plateformes « ascenseurs » d'accompagnement pour les opérateurs.

Avec ces investissements, les infrastructures disponibles sont, désormais, dans un état acceptable (Gary *et al.*, 2011).

En ce qui concerne la salle d'abattage des ovins, il comprend uniquement le matériel, l'équipement et les aménagements suivants :

- trois (03) enclos dallés de 30 m² chacun non couverts. Ces enclos délimités par des tubes galvanisés, ont une capacité de 80 - 100 petits ruminants (ovins, caprins) ;
- un (01) réseau aérien bi-rail avec des crochets-rallonge à 4 crochets ;
- des rigoles d'évacuation des eaux résiduelles à ciel ouvert et perpendiculaires aux lignes de travail ;
- une (01) prise d'air comprimé pour le soufflage ;
- un (01) poste d'approvisionnement en eau courante ;
- six (06) cuves aménagées en plein air sur la façade externe de la salle d'habillage pour le traitement des tripes et des boyaux ;
- une (01) table pour l'inspection des viscères ;

- un (01) local de saisie ;
- une bascule aérienne.

Des investissements sont en cours dans les huit (08) abattoirs dans le cadre du Fonds d'Assainissement et de Contrôle des Abattoirs (FACA) créé par l'arrêté n° 17 866 du 27 novembre 2014 qui fixe également les modalités de son fonctionnement. Ces investissements sont consentis de commun accord par les parties prenantes du FACA pour améliorer le fonctionnement des huit (08) abattoirs gérés par la SOGAS.

1.2. Prélèvement des échantillons

Les échantillons prélevés ont concerné les viandes bovine (races Ndama et Zébu maure) et ovine (races Djallonké, Peulh peulh et Touabir).

Chaque début de semaine, dix échantillons étaient achetés dans la salle de commercialisation des viandes des abattoirs de Dakar (SOGAS). Des morceaux de 500 grammes étaient prélevés sur chaque carcasse selon les sites de prélèvements choisis, à raison de :

- 1 400 FCFA/500 grammes de viande bovine ;
- 1 350 FCFA/ 500 grammes de viande ovine.

Les échantillons étaient prélevés de façon aléatoire sur les parties des carcasses selon la norme NF ISO 18593:2004 (Microbiologie des aliments - Méthodes horizontales pour les techniques de prélèvement sur des surfaces, au moyen de boîtes de contact et d'écouvillons).

Aussi, les carcasses étaient choisies de façon aléatoire sans tenir compte l'âge et du sexe de l'animal.

Comme indiqué dans le **tableau IX**, quatre-vingt (80) échantillons dont quarante (40) de chaque espèce (bovine et ovine), avaient été achetés dans la salle de commercialisation des viandes de la SOGAS.

Tableau IX : Périodicité des prélèvements des échantillons

Dates des prélèvements	Nombre d'échantillons prélevés	
	Viande bovine	Viande ovine
07 avril 2015	10	
13 avril 2015		10
29 juillet 2015	10	
12 août 2015		10
27 août 2015		10
19 août 2015	10	
02 septembre 2015	10	
11 septembre 2015		10

Les sites de prélèvements des échantillons sont indiqués sur la **figure 9**, ci-dessous :



Figure 8: Sites de prélèvements des échantillons sur les carcasses de bovins et d'ovins

1.3. Enquêtes

Un questionnaire d'enquête a été élaboré pour accompagner chaque échantillon (voir annexe). Ce questionnaire renseigne sur le type de viande acheté, la partie de la carcasse prélevée, le code, la date et le lieu de collecte.

Les enquêtes menées visaient à évaluer la propreté visuelle des abattoirs en s'appuyant sur les 5M (Milieu, Matériel, Méthode, Matières premières et Main d'œuvre).

1.4. Transport des échantillons après les prélèvements

Après les prélèvements aseptiques, les échantillons identifiés immédiatement avec un marqueur, étaient mis dans une glacière contenant un mélange eutectique (Ice pack) et acheminés au Laboratoire de Sécurité Alimentaire et Hygiène de l'Environnement (LSAHE) de l'Institut Pasteur de Dakar (IPD).

L'acheminement des échantillons au LSAHE de l'IPD était immédiat pour maintenir les conditions initiales dans lesquelles se trouvait le produit.

Dès la réception des échantillons au laboratoire, certaines informations ont été notées (nature et provenance du prélèvement, date et heure d'arrivée, température, analyses) avant de mettre les échantillons sous la hotte pour être analysés le même jour.

Il convient de rappeler que la norme NF ISO 18593:2004 propose de transférer de préférence en moins de 4 heures, les échantillons obtenus dans une boîte réfrigérée à une température comprise entre 1°C et 4°C. Ces échantillons sont analysés dès que possible, mais au plus tard, dans un délai de 24 heures, conformément au mode opératoire.

1.5. Méthodes d'analyse des échantillons

1.5.1. Analyses bactériologiques

L'analyse bactériologique utilise des normes ISO, des NF et méthodes validées. Elle est basée sur les techniques d'isolement, d'identification (aspect qualitatif) et de dénombrement (aspect quantitatif).

Les germes recherchés pour les analyses bactériologiques ont été :

- la Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT) à 30°C ;
- les Coliformes thermotolérants ;
- les Staphylocoques pathogènes ;
- les Anaérobies sulfitoréducteurs ;
- les Salmonelles.

1.5.1.1. Préparation des échantillons

1.5.1.1.1. Pesée

Quelle que soit la nature initiale du produit, l'analyse bactériologique s'effectuait toujours à partir d'une suspension.

L'échantillon était découpé en petits morceaux à l'aide de ciseaux et de pinces stériles. De manière aseptique, 26 grammes de viande étaient pesés dans un sachet stérile et taré au préalable dont :

- 25 grammes destinés à la recherche de salmonelles ;
- 01 gramme pour le dénombrement des autres bactéries (Flore mésophile aérobie totale à 30°C, Coliformes thermotolérants, Staphylocoques pathogènes, Anaérobies sulfitoréducteurs).

1.5.1.1.2. Broyage

Il fallait compléter les 26 grammes de viande prélevés avec de l'Eau Peptonée Tamponnée (EPT) pour obtenir 260 ml qui étaient broyées à l'aide d'un broyeur électrique à couteaux de type « Virtis » pendant une minute.

La solution ainsi obtenue appelée solution mère 1/10 (10^{-1}), étaient laissée au repos pendant 30 minutes pour assurer la revivification de germes stressés par l'homogénéisation.

A partir des dilutions, on a procédé aux ensemencements dans des milieux sélectifs appropriés qui, après incubation ont permis l'identification, le dénombrement des microorganismes figurant dans le **tableau X**.

Tableau X : Références utilisées pour les analyses bactériologiques au LSAHE

Germes recherchés	Références des méthodes utilisées
Flore mésophile aérobie totale à 30°C	NF EN ISO 4833-1 : 2013
Coliformes thermotolérants	NF ISO 16649 - 2 : 2001
Staphylocoque pathogènes	ISO 6888-1 : 1999
Anaérobies sulfitoréducteurs	NF ISO 7937 : 2004
<i>Salmonella spp</i>	NF EN ISO 6579 : 2002

1.5.1.2. Préparation du diluant

Le diluant utilisé pour les analyses était l'Eau Peptonée Tamponnée (EPT). La préparation nécessitait 25,5g de poudre à mélanger dans un litre d'eau distillée.

Après une dissolution complète, le mélange était stérilisé à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

1.5.1.3. Préparation de la solution mère et des solutions décimales

La préparation de la solution mère et des solutions décimales était réalisée selon la norme ISO 6887 – 1 : 1999.

Dans chaque sachet stérile contenant 26 grammes de viande (bovine ou ovine), on rajoutait 260 ml d'Eau Peptonée Tamponnée pour revivifier les bactéries prélevées.

Le contenu était homogénéisé par un agitateur pendant 60 secondes. La suspension obtenue constituait la solution mère (10^0) à partir de laquelle, étaient réalisées les dilutions décimales qui s'effectuaient en prenant des tubes à essai stériles dans lesquels on verse 9 ml d'une solution.

Au LSAHE, on utilisait une solution appelée Tryptone sel pour les dilutions décimales. Ensuite, on prélevait 1 ml de :

- la solution mère (10^0) que l'on ajoutait à un premier tube contenant 9 ml de Tryptone sel pour une dilution à 10^{-1} ;

- la dilution 10^{-1} que l'on ajoutait 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 :

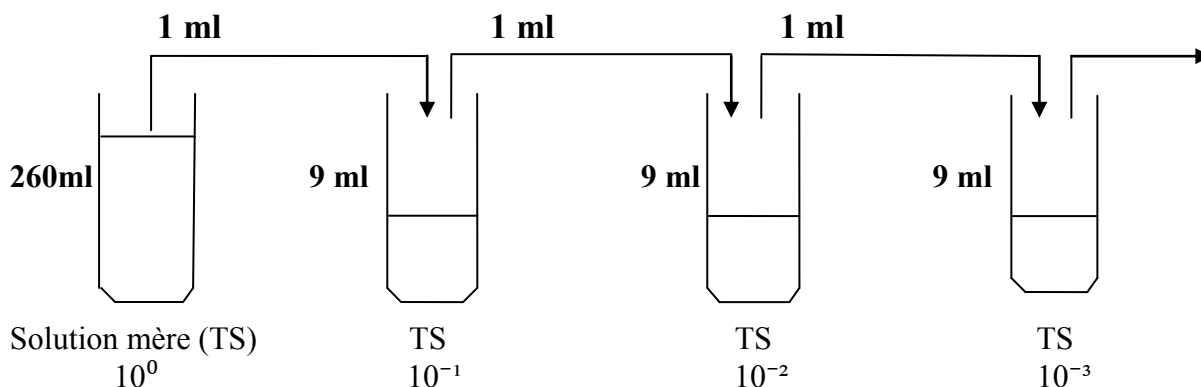


Figure 9 : Schéma de la préparation des dilutions décimales

1.5.2. Méthodologie de recherche des différents germes

Le principe était celui du dénombrement après ensemencement sur (ou dans) milieu solide.

Une prise d'essai de l'échantillon était mélangée ou étalée à la surface d'un milieu de culture contenant un agent gélifiant de sorte qu'après incubation, des microorganismes formaient des colonies dans ou sur le milieu (Afnor, 1987).

En tenant compte du volume de la prise d'essai et du nombre de colonies formées, le résultat pouvait être exprimé comme le nombre d'unités formant les colonies dans un volume donné de l'échantillon (UFC/ml).

Ainsi, 0,1ml (ensemencement en surface) ou 1ml (ensemencement en profondeur) de chaque dilution de l'homogénat d'aliment était introduit dans les boîtes de Pétri marquées préalablement coulé ou non, selon le type d'ensemencement.

L'ensemble était soigneusement mélangé ou étalé afin d'obtenir une répartition homogène des microorganismes.

Les boîtes de Pétri étaient laissées sur une surface horizontale pour être refroidies (ensemencement en profondeur) puis, retournées et incubées à la température optimale de croissance du germe pendant le temps indiqué par la norme utilisée.

Les colonies se développant dans chaque boîte de Pétri à l'intérieur et/ou à la surface du milieu étaient ensuite dénombrées. Les boîtes de Pétri retenues pour l'expression des résultats étaient celles dont le nombre de colonies est compris entre 30 et 300.

Au LSAHE, on utilisait la méthode horizontale c'est-à-dire la méthode normalisée.

Le dénombrement et le mode de calcul se font comme indiqué dans le **tableau XI**.

Tableau XI : Dénombrement et mode de calcul des germes recherchés au LSAHE

Nombre de colonies	Mode de calcul
$C_1=0$	Le microorganisme est présent avec moins de (1/d)
$1 \leq C_1 \leq 3$	Le microorganisme est présent avec moins de $4 \times (1/d)$
$4 \leq C_1 < 10$	$NE = \frac{C_1}{(V \times d_1)}$
$C_1 > 10$	$N = \frac{\sum n}{V \times 1,1 \times d}$
$C_1 > 150$ et $10 < C_2 < 150$	$N' = \frac{C_2}{V \times d_2}$
$C_1 > 150$ et $C_2 > 150$ $C_1 > 300$ et $C_2 > 300$	$N = \text{Plus de } 150/d_2$ $N = \text{Plus de } 300/d_2$

C: nombre total de colonies caractéristiques présumées suspectes dénombrées sur la boîte

C₁: nombre de colonies de la boîte contenant la première dilution choisie

C₂: nombre de colonies de la boîte contenant la deuxième dilution choisie

d: dilution correspondant à la première dilution retenue

NE: nombre estimé

N': nombre de microorganismes présents lorsque la boîte de la dernière dilution ensemencée contient plus de 10 et moins de 150 colonies

V: volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte en ml

1.5.2.1. Méthodes d'ensemencement et de dénombrement de la FMAT à 30°C

Les méthodes d'ensemencement et de dénombrement de la Flore Mésophile Aérobie Totale à 30°C (FMAT) étaient basées sur la Norme ISO 4833-1 : 2013.

La FMAT était un indicateur sanitaire permettant d'évaluer le nombre d'UFC (Unité Formant Colonie) présent dans un produit ou sur une surface.

Le mode opératoire pour le dénombrement des microorganismes aérobies était la suivante :

- Ensemencement et incubation:

Le milieu de culture utilisé à cet effet était le Plate Count Agar (PCA).

Un millilitre de la suspension mère ainsi que les dilutions successives jusqu'à 10^{-5} , étaient ensemencés dans la masse à l'aide du PCA plus une boîte appelée Essai à Blanc (EAB) dans laquelle on ne mettait que de l'eau peptonée tamponnée.

L'incubation était faite à $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 72 ± 3 heures. La lecture consistait à dénombrer des colonies blanchâtres ayant poussées en profondeur. Pour avoir le nombre total de germes, on multipliait le nombre de colonies comptées par l'inverse de la dilution.

- Lecture et interprétation:

Selon la norme Française XPV08 -102, chaque boîte retenue devrait contenir au plus 300 colonies et au moins 15 colonies. Le comptage était effectué à l'aide d'un compteur de colonies après la période d'incubation. Le nombre de microorganismes par gramme de produit était calculé à partir des boîtes retenues au niveau de deux dilutions successives à l'aide de la formule suivante :

$$N = \text{Somme } C / (V \times 1,1 \times d)$$

Le résultat de germes dénombrés à 30°C par gramme de produit était noté par un nombre compris entre 1 et 9.9 multiplié par 10^n où, n était la puissance appropriée de 10. Les résultats arrondis à deux chiffres significatifs après la virgule étaient donnés en logarithme décimal d'unité formant colonies (Larpent, 1997).

1.5.2.2. Dénombrement des coliformes thermotolérants

Le dénombrement des coliformes thermotolérants s'appuyait sur la norme ISO EN NF 16649 – 2: 2001.

Selon la norme internationale, les coliformes thermotolérants sont des bactéries qui forment à la température spécifique des colonies bleues dans la gélose TBX. Ces germes sont thermorésistants ayant une température d'incubation est de 44°C. Le mode opératoire pour le dénombrement des coliformes thermotolérants se faisait ainsi qu'il suit :

- Ensemencement et incubation:

A partir de la solution mère ou des dilutions décimales, 1 ml était prélevé et versé dans des boîtes de Pétri stériles à l'aide de pipettes stériles. 15ml du milieu TBX refroidit à 45°C, étaient coulés dans chaque boîte de Pétri.

L'inoculum était soigneusement mélangé au milieu de culture par des mouvements circulaires et de « va-et-vient » ou en forme de « 8 » sur une surface fraîche et horizontale. Après la solidification, les boîtes de Pétri ainsi préparées étaient incubées étant retournées dans une étuve réglée à 44°C, pendant 21 ± 3 heures.

- Lecture et interprétation selon la norme ISO 7218 : 2007

Après la période d'incubation, les colonies bleues ayant poussées en masse dans les boîtes de Pétri étaient comptées, en retenant celles contenant entre 15 et 150 colonies au niveau de deux dilutions successives.

Le nombre de germes par gramme de produit était noté par un chiffre compris entre 1 et 9,9 multiplié par 10^n où, n était la puissance appropriée de 10. Les résultats arrondis à deux chiffres significatifs après la virgule étaient donnés en logarithme décimal d'unités formant colonie.

1.5.2.3. Dénombrement des Staphylocoques pathogènes

- Ensemencement et incubation:

La recherche de staphylocoques pathogènes a été faite selon la norme ISO 6888-1 : 1999.

La gélose de Baird-Parker (BP) avec plasma de lapin et fibrinogène (RPF = Rabbit Plasma Fibrinogen) permet la détection et la numération directes des staphylocoques pathogènes (*Staphylococcus aureus* et autres espèces).

Le principe du milieu complet (BP+RPF) reposait sur l'aptitude des staphylocoques à coagulase positive à réduire le tellurite (colonies grises à noires) et à transformer le fibrinogène du plasma en fibrine grâce à leur activité coagulase (halo blanchâtre d'opacification autour des colonies).

Le milieu complet était rendu inhibiteur vis-à-vis des autres bactéries par le chlorure de lithium et le tellurite de potassium.

Dans les boîtes de Pétri contenant 1 ml de la solution mère étaient ajoutées environ 15 ml de la gélose Baird Parker (BP) à laquelle étaient ajoutés 10 ml de RPF diluée avec de l'Eau Distillée Stérile (EDS) dans un flacon de 90 ml de BP. Les boîtes ainsi ensemencées en plus du contrôle négatif (EAB), étaient incubées à $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, pendant 24 à 48 heures :

- Expression de résultats:

Une fois les tests d'identification effectués, le nombre total de germes était déterminé en multipliant le nombre de colonies dénombrées par l'inverse de la dilution.

1.5.2.4. Dénombrement des Anaérobies sulfitoréducteurs

Le dénombrement des Anaérobies sulfitoréducteurs se faisait selon la norme ISO EN NF 7937 : 2004.

- Ensemencement et incubation:

La gélose Tryptone-Sulfite-Cyclosérine (TSC) supplémenté avec la D-cyclosérine était utilisée pour l'isolement sélectif et le dénombrement des Anaérobies sulfitoréducteurs.

Les microorganismes sulfitoréducteurs réduisaient le sulfite de sodium en sulfure, provoquant avec le citrate ferrique, un précipité noir de sulfure de fer autour des colonies.

Pour effectuer le dénombrement des Anaérobies sulfitoréducteurs, il était recommandé d'incuber le milieu à 37°C et de procéder ensuite, à la confirmation des colonies caractéristiques : Toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre pouvant aller jusqu'à 5 mm, poussant en masse est dénombrée. Le total des colonies par gramme de produit à analyser était déterminé.

- Interprétation:

Les tubes de milieu lactose sulfite étaient lus en ce qui concerne la production de gaz et la présence de précipité de sulfure de fer. Les tubes présentant une production de gaz supérieure à un quart de la cloche de Durham et un précipité noir étaient considérés comme positifs.

1.5.2.5. Recherche des salmonelles

La recherche des salmonelles se faisait selon la norme ISO EN NF 6579 : 2002.

La méthode horizontale pour la recherche des salmonelles faisait appel à plusieurs milieux de culture (EPT, RVS, MKTTn, XLD, Hektoen, GN, galerie API 20 E ou galerie classique) et se déroulait selon les quatre (04) étapes successives suivantes :

- Pré – enrichissement en phase non sélective liquide :

Le Pré – enrichissement en phase non sélective liquide se faisait selon la norme ISO 6579, 26g de l'échantillon était dilué dans 260ml d'EPT constituant ainsi la solution mère qui a servi aux opérations précédentes sont mis en incubation à 37 °C. Après 18 ± 2 heures, une odeur fétide se dégage à l'ouverture du sachet.

- Enrichissement en milieux sélectifs liquides:

Après cette première étape, 0,1ml de la solution mère étaient prélevés et introduits dans un tube à essai contenant 10 ml de RVS et 1ml dans un tube contenant 10 ml de MKTTn.

Les tubes étaient ensuite incubés pendant 24 ± 3 heures à $41,5 \pm 1$ °C (tube du RVS) et à 37 °C ± 1 °C (tube de MKTTn).

- Isolement:

Les cultures sur RVS et MKTTn étaientensemencées séparément dans des boîtes de Pétri stériles dans lesquelles on a préalablement coulé les géloses XLD et Hektoen qui se sont solidifiés. Les boîtes de Pétri ainsiensemencées étaient incubées pendant 24 ± 3 h à 37 °C ± 1 °C.

- Identification et purification:

Il s'agissait d'identifier les colonies typiques. Ces colonies typiques de *Salmonella* cultivées sur gélose XLD avaient un centre noir et étaient entourées d'un halo clair transparent rouge.

Sur Hektoen, les colonies de *Salmonella* étaient bleues à centre noir.

On prélevait une colonie caractéristique sur chaque boîte de Pétri puis, quatre (04) autres par boîte si la 1^{ère} est négative. Les colonies sélectionnées étaient isolées sur gélose nutritive ensuite, mises en cultures à 37 °C ± 1 °C pendant 24 ± 3 h.

- Confirmation biochimique:

Comme les salmonelles étaient des bactéries à oxydase négative, il était important de faire ce test avant de poursuivre.

Si le test d'oxydase était négatif, on réalisait une galerie API 20 E ou une galerie classique. Une galerie classique était composée des milieux Kliger Hajna, urée indole, VP, LDC. La galerie était lue après 24 heures ± 3 h d'incubation à 37 °C ± 1 °C.

La lecture et l'identification se faisait à l'aide d'un catalogue analytique. En définitive, la plupart des salmonelles étaient: Glucose (+), Lactose (-), H₂S (+), Gaz (+), Uréase (-), Indole (-), ONPG (-), VP (-) mais, il existe des exceptions.

- Confirmation sérologique:

Dès que l'identification biochimique révélait le genre *Salmonella*, un sérotypage était effectué systématiquement. Le sérogroupage de *Salmonella* consistait grâce à des réactions d'agglutination active directe sur plaque, à identifier :

- les antigènes O de ces bactéries afin de déterminer le groupe auquel elles appartiennent ;
- les antigènes H.

On utilisait les sérums mélanges OMA, OMB, OMC, OMD, HMA, HMB, HMC, HMD.

A la suite d'une réaction antigène-anticorps, on observait une agglutination des bactéries qui formaient des masses floconneuses ou granuleuses denses.

Toutefois, il fallait d'abord vérifier que la souche n'était pas auto-agglutinable avec de l'eau physiologique, rechercher l'antigène d'enveloppe avec l'antisérum Vi avant de poursuivre le sérogroupe. Les souches sont ensuite adressées au Centre National des Entérobactéries pour le sérotypage.

1.5.3. Méthode d'interprétation des résultats

Pour chaque type d'aliments, le principe était de déterminer un groupe de bactéries à dénombrer ou à rechercher, en fonction des risques.

Pour chaque bactérie de ce groupe, on déterminait un critère d'acceptation quantitatif ou qualitatif. Ensuite, on appliquait ces critères pour définir si la qualité du produit était satisfaisante ou non.

Les critères qualitatifs étaient de la forme : absence de la bactérie dans le produit.

En ce qui concerne les critères quantitatifs, ils étaient définis sous forme d'une valeur :
m

La qualité du produit était satisfaisante si toutes les valeurs étaient inférieures à **m** pour les dénombrements et absence pour les recherches.

La qualité du produit était non satisfaisante si au moins une valeur était supérieure à **m** pour les dénombrements ou présence pour une recherche.

Les résultats d'analyses étaient interprétés selon un plan à trois classes ou à deux classes.

- Plan à trois classes :

Satisfaisant	Acceptable	Non satisfaisant
$N \leq m$	$m \leq N \leq M$	$N > M$

m: critère microbiologique

M: seuil limite d'acceptabilité ($M = 10\ m$ en milieu solide)

N: normale

- Plan à deux classes:

- **Absence:** satisfaisant
- **Présence:** non satisfaisant

Les flores recherchées et les conditions de cultures et les références normatives sont représentées dans le **tableau XII**.

Tableau XII : Flores recherchées, conditions de cultures et références normatives

Germe recherché	Milieu de culture	Incubation			Aspects des colonies	Références normatives
		T°C	Durée (h)	Condition		
FMAT à 30°C	PCA	30°C	24 - 72	Aérobic	Blanchâtre	NFENISO 4833 :2003
Coliformes thermotolérants	BLBVB	44°C	24 - 48	Aérobic	Décoloration + gaz + trouble	ISO 16649-2 :2001
Anaérobies sulfitoréducteurs	TSC	37°C	24 - 48	Anaérobic	Noires	NEENISO 7937 :2004
Staphylocoques pathogènes	BP	37°C	48	Aérobic	Noires avec auréole claire + Halo d'éclaircissement	ISO 6888-1 :1999
Salmonelles	XLD	37 ou 43°C	24		Colonies noires avec Halo transparent rouge	NFENISO 6579 :2002

Les critères microbiologiques des denrées alimentaires d'origine animale figurent dans le **tableau XIII**, ci-après :

Tableau XIII : Critères microbiologiques des denrées alimentaires d'origine animale

Paramètres	Critères
Anaérobies sulfitoréducteurs	10 ² UFC/g
FMAT à 30°C	10 ³ UFC/g
Coliformes thermotolérants	10 UFC /g
Staphylocoques pathogènes	10 ² UFC/g
Salmonelles	Absence dans 25 g

1.6. Analyses statistiques

Les données de laboratoire ont été saisies sur le tableur Excel (Microsoft Office 2010®) et analysées avec le logiciel statistique R Commander version 3.1.2 (<http://cran.r-project.org/bin/windows/base/>).

Le test Student (ou test de t) a été utilisé pour la comparaison des moyennes. Nous avons considéré qu'une différence observée était statistiquement significative lorsque $p < 0,05$ à un niveau de confiance de 95%.

Chapitre 2. Résultats et discussion

2.1. Résultats des enquêtes sur l'état du milieu

Les enquêtes sur l'état du milieu avaient essentiellement été axées sur les abattoirs et leurs annexes.

2.1.1. Conception et hygiène du parc de stabulation des bovins

Le **tableau XIV** renseigne sur la conception et l'hygiène du parc de stabulation des bovins.

Tableau XIV: Conception et hygiène du parc de stabulation des bovins

Paramètres observés	Situation actuelle et dysfonctionnements constatés
Conception	Situation actuelle : - le parc délimité par des barres de fer galvanisées et horizontales, a une hauteur de 1,40 m avec a une capacité d'accueil approximative de 360 bovins ; - le parc dispose d'un quai de débarquement ; - le couloir d'amenée est séparé et prolongé par deux voies environ de 4 m de la salle d'abattage des bovins ; - il existe un espace dit « mort », pouvant servir à agrandir le parc pour augmenter la capacité d'accueil du parc en bovins ; - le sol du parc est en dalle.
	Dysfonctionnements constatés : - le parc ne dispose pas de : • toiture ; ni de points d'eau pour l'abreuvement des animaux en stabulation ; • lazaret pour les animaux malades ; - le quai de débarquement est défectueux pouvant causer des blessures des bovins notamment des fractures, des luxations, des plaies ; - le sol du parc est constamment recouvert de fèces avec une pente insuffisante difficile, voire impossible à nettoyer.

Aspect hygiénique	- l'environnement du parc est pollué par les ordures avec une mauvaise odeur notamment, pendant la saison des pluies ; - l'eau y stagne en saison des pluies ; - il y a fréquemment des déchets de bovins dans les alentours.
-------------------	---

2.1.2. Conception et hygiène de la salle de saignée des bovins

La salle de saignée des bovins d'une superficie de 192 m², se situe juste après les couloirs d'amenée du parc de stabulation des bovins.

Cette salle communique avec les couloirs d'amenée par deux voies qui débouchent sur deux box rotatifs réservés à la contention et la saignée rituelle des bovins.

Le **tableau XV** illustre les observations relatives à la conception et l'hygiène de la salle de saignée des bovins.

Tableau XV: Conception et hygiène de la salle de saignée des bovins

Paramètres observés	Situation actuelle et dysfonctionnements constatés
Conception	Situation actuelle : - le sol est en dalle avec une pente moyenne ; - il y a deux égouts et deux siphons grillagés au niveau de chaque box rotatif ; - la toiture est en zinc.
	Dysfonctionnements constatés : - le sol est irrégulier et non carrelé ainsi que les murs; - la salle n'est pas approvisionnée en eau chaude.
Aspect hygiénique	- sur le sol on note la présence de mélange d'eau, de sang et de déchets; - les murs sont couverts de toiles d'araignée et ne sont pas repeints.

2.1.3. Conception et hygiène de la salle de préparation de la viande bovine

Les constats au niveau de la salle de préparation (habillage, éviscération et fente) de 315,9 m², figurent dans le **tableau XVI**.

Tableau XVI: Conception et hygiène de la salle de préparation de la viande bovine

Paramètres observés	Situation actuelle et dysfonctionnements constatés
Conception	Situation actuelle : - le sol est revêtu de carreaux avec des siphons; - le mur est carrelé jusqu'à une hauteur approximative de 2 m ; - le plafond est en dalle et vitré par endroits.
	Dysfonctionnements constatés : - la surface du mur n'est ni peinte, ni carrelée au-delà de 2 m ; - l'eau de pluie passe par les parties vitrées du plafond ; - les carreaux du sol sont glissants, délabrés par endroits et fissurés avec des trous ; - les ouvertures ne sont pas pourvues de grilles.
Aspect hygiénique	- l'eau et le sang stagnent fréquemment ; - la présence de fèces et des lambeaux de cuir est constatée sur le sol ; - la présence de crasse, des nids à poussière et des toiles d'araignée est notée sur les murs.

2.1.4. Mouvements des personnes

Les mouvements de personnes notamment, les entrées et les sorties, semblent non réglementés dans les salles de préparation des viandes (bovine et ovine) des abattoirs de Dakar.

2.1.5. Conception et hygiène de la salle de consigne

Le **tableau XVII** ci-dessous, illustre la situation constatée dans la salle de consigne.

Tableau XVII: Conception et hygiène de la salle de consigne

Paramètres observés	Situation actuelle et dysfonctionnement constaté
Conception	Situation actuelle : la salle de consigne est proche de la salle de préparation de la viande. Cette proximité n'est pas recommandée pour une infrastructure de production de denrées alimentaires notamment, les viandes.
	Dysfonctionnement constaté : le plancher et les murs ne sont pas carrelés.
Aspect hygiénique	L'entretien est assuré par les Agents de la SOGAS en charge du lavage des locaux techniques.

A l'instar de la salle de saisie, celle réservée à la consigne est sous la responsabilité exclusive du Vétérinaire inspecteur. A ce titre, il doit être le seul détenteur des clefs de ces locaux (Consigne et Saisie) situés dans le secteur froid des abattoirs.

Ces deux locaux sont destinés à conserver dans les conditions requises, les produits consignés ou saisis, jusqu'à la fin du délai légal de contestation possible de la part de leurs propriétaires.

2.1.6. Conception et hygiène des sanitaires et vestiaires

2.1.6.1. Conception et hygiène des sanitaires

Les constats au niveau des sanitaires (cabinets d'aisances, urinoirs et salles de bain) figurent dans le **tableau XVIII**.

Tableau XVIII: Conception et hygiène des sanitaires

Paramètres observés	Situation actuelle et dysfonctionnements constatés
Conception	Situation actuelle : - les sanitaires sont proches du parc de stabulation avec trois urinoirs et deux cabinets d'aisance (WC) ; - les sanitaires sont constitués de : • dix cabinets d'aisance, sept urinoirs et dix salles de bain dans un bâtiment qui jouxte les vestiaires ; • deux cabinets d'aisance et une salle de bain aménagés dans les vestiaires des opérateurs.
	Dysfonctionnements constatés : - il n'existe pas de lavabos et de postes de lavage des mains ; - les commandes pour l'alimentation en eau sont manuelles.
Aspect hygiénique	- en cas de dysfonctionnement du siphon, les urines stagnent dans les urinoirs sis à proximité du parc de stabulation des bovins ; - l'approvisionnement en savon pour le lavage des mains est irrégulier voire inexistant.

2.1.6.2. Conception et hygiène des vestiaires

La conception et l'hygiène des vestiaires sont mentionnées dans le **tableau XIX**.

Tableau XIX: Conception et hygiène des vestiaires

Paramètres observés	Situation actuelle et dysfonctionnements constatés
Conception	Situation actuelle : - il y a deux vestiaires situés à proximité de la salle d'abattage des bovins dont : • l'un est destiné au personnel permanent avec deux WC et une salle de bain et • le second d'une dimension plus importante, est réservé au personnel temporaire mais, ne dispose pas de sanitaire.
Aspect hygiénique	L'état de propreté est insuffisant notamment, pour une infrastructure de production de viandes.

2.1.7. Environnement et eau utilisée

2.1.7.1. Environnement des abattoirs

Les abattoirs de Dakar se trouvaient dans un environnement redevenu acceptable avec moins de présence de dépôts d'ordures à proximité du parc de stabulation des bovins et de la salle de préparation des viandes de la viande bovine grâce au Projet de valorisation des déchets d'abattoirs.

2.1.7.2. Eau utilisée aux abattoirs

Comme par le passé, le château d'eau et des puits dont l'eau est traitée avec du chlore ayant un pouvoir bactéricide, sont les sources d'approvisionnement des abattoirs de Dakar. Cette eau était analysée dans le cadre de l'autocontrôle bactériologique.

2.1.8. Constats au niveau de la salle d'abattage des ovins

2.1.8.1. Parc de stabulation

L'inspection *ante-mortem* et la stabulation des ovins n'étaient pas réalisées malgré les dispositions de l'arrêté n° 12 946/MEPA du 20 août 2014. Cet arrêté stipule que l'inspection *ante mortem* des animaux des espèces ovine et caprine est obligatoire. Le même arrêté précise que l'inspection *ante mortem* des animaux de ces espèces est assurée la veille du jour de leur abattage par des Agents chargés de l'inspection des viandes.

Aux abattoirs de Dakar, les animaux destinés à l'abattage, viennent directement du foirail des petits ruminants. Ainsi, le parc de stabulation ne sert uniquement que de salle d'attente avant la saignée.

2.1.8.2. Couloir d'amenée

Il n'existe pas de couloir d'amenée des petits ruminants qui sont tirés par leurs pattes avant ou par leurs cornes. La contention de ces petits ruminants se fait en croisant leurs membres postérieurs.

2.1.8.3. Salle d'abattage

La Salle de saignée qui sert également de salle d'habillage, n'est pas facile à nettoyer. Son plancher est glissant avec un carrelage défectueux par endroits et glissants.

Cette salle et son matériel sont dans un mauvais état d'entretien. Aussi, on y note l'absence de lavabos pour la stérilisation des couteaux et des bacs pour la récupération des pattes, des peaux et des fœtus à évacuer.

La dépouille manuelle sur un étou ou sur un rail et, précédée d'un soufflage, avait lieu dans la salle de saignée où les crochets étaient insuffisants.

L'éviscération est partielle. Les reins, le foie et les viscères thoraciques sont souvent laissés sur place. Les carcasses de petits ruminants ne sont pas douchées.

Les rigoles n'ont pas de grilles de protection. Il y a été noté une absence de poste de stérilisation des outils en plus, les postes d'approvisionnement en eau ne fonctionnent pas.

2.1.8.4. Locaux de traitement des éléments du 5^{ème} quartier

La triperie boyauderie qui avait été aménagée est abandonnée au profit des cuves installées en plein air. La vidange et le lavage des sacs digestifs se font généralement à même le sol.

Les autres manquements constatés étaient les suivants :

- le local de consigne n'est pas utilisé ;
- les crochets pour la pesée sont insuffisants, d'où l'encombrement constaté à cette étape ;
- il n'y a pas de chambres froides réservées exclusivement aux carcasses de petits ruminants (moutons et chèvres). Ainsi, ces carcasses ne sont pas systématiquement réfrigérées comme cela devrait être.

2.2. Résultats des enquêtes sur l'état de la matière première

2.2.1. Hygiène avant l'abattage des animaux

En moyenne, 200 bovins et 750 ovins sont abattus quotidiennement aux abattoirs de Dakar. Les bovins amenés la veille, sont mis en stabulation dans le parc approvisionné en eau pour leur abreuvement par des abreuvoirs mobiles.

Il conviendrait de rappeler que l'hygiène de la matière première avant abattage, dépend notamment de plusieurs facteurs dont la santé de l'animal sur pied, les conditions de transport, de stabulation et d'abattage. Ainsi, les animaux cliniquement malades, sont écartés lors de l'inspection *ante-mortem* ou abattus d'urgence leurs carcasses subissent une inspection *post mortem* plus rigoureuse.

2.2.2. Hygiène après l'abattage des animaux

Essentiellement, l'hygiène des carcasses dépend la maladie (facteurs intrinsèques) et les bonnes pratiques de production et d'hygiène qui constituent les facteurs extrinsèques (FAO et FIC, 2006).

Aux abattoirs de Dakar, de la saignée à la fente longitudinale, il a été donné de constater que le cuir est fréquemment imbibé de sang.

Par ailleurs, après la pesée, les carcasses sont transportées dans la chambre froide par un opérateur dont les mains sont en contact direct avec la viande.

2.3. Résultats des enquêtes sur l'état du matériel de la salle des bovins

2.3.1. Dispositifs d'abattage

Les dispositifs d'abattage sont constitués des box de contention et de saignée ainsi que les plateaux de réception après la saignée dont les rôles sont décrits ci-dessous.

2.3.1.1. Box de contention et de saignée

Dans la salle de saignée, il y a deux box rotatifs de contention et de saignée qui font suite aux couloirs d'amenée. Ces box contiennent difficilement les animaux de petite taille ou ceux ayant de longues cornes.

2.3.1.2. Plateaux de réception après la saignée

Les plateaux de réception après la saignée sont placés juste à l'ouverture des box pour recevoir les animaux après l'abattage afin d'éviter de souiller le cuir.

2.3.2. Dispositif de transfert de charges

Le dispositif de transfert des charges est constitué de :

2.3.2.1. Vérins

Il y a deux vérins dans la salle de saignée à proximité de chaque box d'abattage qui permettent de soulever l'animal égorgé et de le transférer sur la chaîne de préparation. Les crochets qui conduisent l'animal jusqu'au circuit de la chaîne de transformation sont ramenés par deux lacets créant ainsi, un circuit fermé entre le poste de levage et la première plate-forme de pré-dépouille.

2.3.2.2. Réseau aérien

La salle de préparation des bovins dispose de bi rail à crochets roulants (chaîne de transfert de carcasses) fixés au plafond par une poutraison. Le déplacement de la chaîne de transfert est facilité par la présence des pistons avec des mouvements ascendant/descendant. Le temps qui sépare ces deux mouvements (ascendant/descendant) est estimé à 60 mn.

2.3.2.3. Chariots

Les bacs de transfert des viscères abdominaux sont placés au poste d'éviscération.

Les viscères thoraciques sont accrochés sur une chaîne de transfert jusqu'au poste d'inspection. Le convoyage des panses est assuré par des personnes affectées à cette tâche.

2.3.2.4. Transfert des cuirs

Pour respecter le principe d'hygiène relatif à la séparation des secteurs propre et souillé, le cuir est conduit par une bande transporteuse vers le secteur souillé après l'arrachage.

2.3.3. Dispositif de préparation des viandes

Aux abattoirs de Dakar, le dispositif de préparation des viandes décrit ci-dessous, concerne exclusivement, la chaîne d'abattage des bovins.

Il s'agit notamment de matériel lourd et de petit matériel suivants :

2.3.3.1. Matériel lourd

La chaîne d'abattage des bovins est constituée d'une succession de postes de travail où les bovins sont suspendus à un rail aérien. Un convoyeur assure le déplacement de ces bovins d'un poste à l'autre.

Il y a différents types de plates-formes qui sont au nombre de neuf répartis ainsi qu'il suit :

- deux plates-formes hautes fixes aux postes d'habillage (train postérieur et abdomen) ;
- une plate-forme basse fixe au poste de fente thoracique ;
- six plates-formes mobiles (ascendant/descendantes) :
 - un pour la dépouille des flancs ;
 - un au niveau de l'arracheur de cuir ;
 - un au poste d'éviscération abdominale ;
 - un au poste d'éviscération thoracique ;
 - un au poste de fente longitudinale ;
 - un au poste d'inspection.

2.3.3.2. Petit matériel

Le petit matériel était constitué :

- de la scie pour la fente thoracique ;
- de la scie pour la fente longitudinale ;
- des couteaux ;
- des fusils.

2.3.4. Lavabos à commande manuelle

Les lavabos à commande manuelle ou poste d'hygiène, sont représentés par des postes d'alimentation en eau installés le long de la chaîne de préparation. L'eau chaude utilisée sur la chaîne et au niveau de la triperie sont chauffée par l'énergie captée par des panneaux solaires.

Ces panneaux qui peuvent réchauffer l'eau jusqu'à 120°C, sont réglés pour une température moyenne de 60°C. Il y a un poste d'hygiène avec un robinet à commande au genou à chaque plate-forme de travail, Ce poste dispose de l'eau chaude et froide, plus un bac de stérilisation des couteaux et des fusils.

2.3.5. Matériel de pesée

Le matériel de pesée est représenté par une bascule enregistreuse automatique placée sur les rails en bout de chaîne d'abattage. Les carcasses sont pesées après le douchage pour déterminer les taxes d'abattage à verser à la SOGAS.

2.4. Résultats des enquêtes sur la main d'œuvre et les méthodes de travail

2.4.1. Traitement des bovins dans le parc de stabulation

Des parcs de stabulation, les bovins sont conduits vers la salle d'abattage à coups de bâtons et/ou de barre de fer. Cette pratique qui est également courante dans la salle de saignée est à l'origine de blessure de certains bovins surtout en cas de panne du box de contention.

2.4.2. Abattage des animaux

Les pratiques au niveau de la salle d'abattage des bovins des abattoirs de Dakar sont les suivantes :

2.4.2.1. Saignée

Au niveau de chaque box de contention, il y a un personnel responsable de la saignée des bovins. Les couteaux utilisés par ce personnel sont nettoyés mais non désinfectés.

2.4.2.2. Dépouille

Cinq (05) plates-formes en séries sont réservées à la dépouille dont une première avec trois (03) postes de pré dépouille, pour mettre à nu le train postérieur et l'ablation des pattes postérieures.

En plus des mauvaises pratiques d'hygiène des ouvriers le long de la chaîne matérialisées par des manipulations inutiles de la viande, on note souvent, une succession de carcasses au niveau de la seconde plate-forme de dépouille.

2.4.2.3. Eviscération

L'éviscération abdominale qui est une étape critique de la préparation des viandes, s'effectue après l'ouverture de l'abdomen, puis une ablation au niveau du rectum et du cardia.

Pendant l'éviscération, aucune ligature n'est effectuée au niveau du cardia et du rectum. Aussi, parfois il y a des perforations du rumen entraînant la présence de déchets sur les carcasses.

2.4.2.4. Inspection post mortem

Les Agents du Service de l'Inspection sanitaire et de salubrité des abattoirs effectuent l'inspection *post mortem* au niveau de la plate-forme d'inspection par des incisions recommandées par la réglementation.

Ces incisions se pratiquent au niveau :

- du triceps brachial pour la recherche de parasites notamment, les cysticerques ;

- des ganglions cruraux et pré-scapulaires pour rechercher une infection bactérienne.

En ce qui concerne la chaîne d'abatage des ovins, le local de saignée sert également de salle d'habillage. L'inspection *post mortem* est pratiquée de la même manière que pour les bovins.

2.5. Résultats des analyses de laboratoire

Les résultats des analyses bactériologiques pour la flore totale mésophile aérobie totale montrent que 56,6% et 93,4% des échantillons ont un nombre de germes supérieur à 5.10^2 dans les viandes bovine et ovine, respectivement (**tableau XX**).

Pour la viande bovine, la présence de coliformes thermotolérants a été notée dans les 40 échantillons, soit 100 % de contamination. A l'image de la viande bovine, l'ensemble des 40 échantillons est contaminé par les coliformes thermotolérants (**tableau XXI**).

Comme l'indique le **tableau XXII**, la présence de staphylocoques pathogènes n'a été notée dans aucun des 30 échantillons de viande bovine. Par contre dans cette étude, la recherche de staphylocoques pathogènes a montré qu'ils sont présents dans seulement 3,4 % des 30 échantillons de viande ovine.

En ce qui concerne les anaérobies sulfitoréducteurs, les résultats des analyses microbiologiques ont montré que 33,4 % des 30 échantillons de viande bovine présentent un nombre de colonies inférieur ou égal à 2/g. En ce qui concerne la viande ovine, ils ont été isolés dans 60 % des 30 échantillons (**tableau XXIII**).

La présence de salmonelles a été notée dans 22 sur 40 échantillons de viande bovine, correspondant à 57,8 %. Pour la viande ovine, la prévalence de salmonelles légèrement plus faible que pour la viande bovine, a concerné 52,5 % des 40 échantillons (**tableau XXIV**).

Tableau XX: Niveaux de contamination des viandes bovine et ovine par la flore
mésophile aérobie totale

Critère microbiologique	Niveau de contamination	Espèces	Nombre d'échantillons	Pourcentage	Pourcentage cumulé
5.10 ² UFC/g	F ≤ 5.10 ²	Bovine	0	0	0
		Ovine	0	0	0
	5.10 ² < F ≤ 5.10 ⁴	Bovine	13	43,4	43,4
		Ovine	2	6,6	6,6
	F > 5.10 ⁴	Bovine	17	56,6	100
		Ovine	28	93,4	100

Tableau XXI : Niveaux de contamination des viandes bovine et ovine par les
coliformes thermotolérants

Critère microbiologique	Niveau de contamination	Espèces	Nombre d'échantillons	Pourcentage	Pourcentage cumulé
3.10 ² UFC/g	F ≤ 3.10 ²	Bovine	1	2,5	2,5
		Ovine	0	0	0
	3.10 ² < F ≤ 3.10 ⁴	Bovine	3	7,3	9,8
		Ovine	13	32,5	32,5
	F > 3.10 ⁴	Bovine	37	90,2	100
		Ovine	27	67,5	100

Tableau XXII: Niveaux de contamination de la viande bovine par staphylocoques
pathogènes

Critère microbiologique	Niveau de contamination	Espèces	Nombre d'échantillons	Pourcentage	Pourcentage cumulé
10 ² UFC/g	F ≤ 10 ²	Bovine	30	100	100
		Ovine	29	96,6	96,6
	10 ² < F ≤ 10 ⁴	Bovine	0	0	100
		Ovine	1	3,4	100
	F > 10 ⁴	Bovine	0	0	100
		Ovine	0	0	100

Tableau XXIII: Niveaux de contamination des viandes bovine et ovine par les germes anaérobies sulfitoréducteurs

Critère microbiologique	Niveau de contamination	Espèces	Nombre d'échantillons	Pourcentage	Pourcentage cumulé
2/g	$F \leq 2$	Bovine	10	33,4	33,4
		Ovine	18	60	60
	$2 < F \leq 200$	Bovine	5	16,6	50
		Ovine	6	20	80
	$F > 200$	Bovine	15	50	100
		Ovine	6	20	100

Tableau XXIV: Niveaux de contamination des viandes bovine et ovine par les salmonelles

Critère microbiologique	Niveau de contamination	Espèces	Nombre d'échantillons	Pourcentage	Pourcentage cumulé
Absence /25g	Présence	Bovine	22	57,8	57,8
		Ovine	21	52,5	52,5
	Absence	Bovine	16	42,2	100
		Ovine	19	47,5	100

2.6. Discussion

2.6.1. Contamination par le milieu

Les enquêtes ont permis d'avoir une idée plus précise sur la propreté visuelle des abattoirs de Dakar et leurs annexes en faisant ressortir les différents aspects (points positifs et dysfonctionnements).

En ce qui concerne la conception générale des locaux, une chaîne de transformation moderne a été mise en place dans la salle d'abattage des bovins en respectant les règles d'hygiène.

Dans les salles d'abattage notamment, des bovins et des ovins, les cuirs et peaux sont imbibés de sang, la plaie de saignée est parfois en contact avec le sol (salle d'abattage des ovins) et on observe la présence de déchets sur la carcasse (Dièye, 2011).

Aussi, après la pesée, les carcasses de bovins sont transportées dans la chambre froide par un convoyeur dont les mains sont en contact direct avec la viande.

En ce qui concerne particulièrement, la salle d'abattage des petits ruminants, elle est en mauvais état avec une absence de séparation des secteurs souillés et propres. Cela est contraire aux principes d'hygiène qui recommande de prévoir une séparation physique adéquate pour les activités incompatibles qui pourraient entraîner un risque de contamination croisée du produit (Sylvie *et al.*, 2010).

Dans cette logique, la conception des installations en rapport avec l'hygiène d'abord avant d'envisager des mesures à respecter pour l'hygiène des locaux (Rosset *et al.*, 1982).

2.6.2. Contamination par la matière première

Afin de minimiser le risque de contamination des carcasses, les cuirs et peaux, les cornes et onglons retirés (potentiellement souillés par des micro-organismes) sont rapidement dirigés vers des salles de traitement et de stockage spécifiques réservées à cet effet, respectant ainsi le principe de la séparation des secteurs « sains » et des secteurs « souillés » (Cahiers Sécurité des Aliments, 2003).

Les animaux d'abattoir devraient présenter un état de propreté suffisant afin de ne pas compromettre l'hygiène de l'abattage et de l'habillage. Les conditions de regroupement des animaux présentés à l'abattoir devraient permettre de minimiser la contamination croisée par des agents pathogènes alimentaires et faciliter un abattage et un habillage efficaces (*Codex Alimentarius*, 2009).

Les animaux qui arrivent aux abattoirs de Dakar sont mis en stabulation dans le parc réservé à cet effet sans être abreuvés et ne reçoivent qu'une petite quantité de paille sèche en attendant le jour de leur abattage (Dièye, 2011).

L'hygiène de la matière première avant abattage dépend essentiellement, de deux facteurs que sont la santé de l'animal sur pied, les conditions de stabulation et d'abattage (Dièye, 2011).

Le regroupement des animaux présentés à l'abattoir a des conséquences importantes sur de nombreux aspects de l'abattage et de l'habillage ainsi que sur la production d'une viande saine et propre à la consommation humaine.

La propreté des animaux est directement liée au niveau de contamination croisée microbiologique de la carcasse et des autres parties comestibles au cours de l'abattage et de l'habillage. Une série de mesures appropriées pour l'espèce animale peut être mise en œuvre pour veiller à ce que seuls soient abattus les animaux suffisamment propres et aider à réduire l'incidence de contamination microbiologique croisée (*Codex Alimentarius*, 2009).

2.6.3. Contamination par l'état du matériel

Contrairement à la salle d'abattage des bovins qui avait été réhabilitée et équipée dans une certaine mesure, pour celle réservée aux petits ruminants le constat est le suivant :

- les animaux viennent directement du foirail donc, le parc de stabulation sert de salle d'attente avant la saignée ;
- le couloir d'amenée n'existe pas ;
- les ovins sont soit tirés par leurs pattes avant ou par leurs cornes et la contention se fait par le croisement des membres postérieurs ;
- le plancher de la salle de saignée qui sert également de salle d'habillage est glissant avec un carrelage défectueux par endroits ;
- le matériel est dans un mauvais état d'entretien ;
- les lavabos de stérilisation des couteaux et des bacs pour récupérer les pattes, les peaux et les éventuels fœtus à évacuer, n'existent pas ;
- la dépouille manuelle est précédée le plus souvent d'un soufflage pourtant interdit ;
- les crochets sont insuffisants ;
- l'éviscération est partielle (les reins, le foie et les viscères thoraciques sont souvent laissés en place) ;
- les carcasses ne sont ni fendues ni douchées ;
- la triperie boyauderie qui a été aménagée est abandonnée au profit des cuves implantées en plein air ;

- les rigoles ne sont pas munies de grilles de protection ;
- les postes d'approvisionnement en eau sont en panne ;
- l'absence de chambres froides propres aux carcasses de petits ruminants qui ne sont pas systématiquement réfrigérées.

Il serait inutile d'élaborer de bonnes méthodes d'habillage hygiénique des carcasses si celles-ci devaient, par la suite, être exposées à d'autres sources de contamination (Sylvie *et al.*, 2010), d'où l'importance de corriger les dysfonctionnements cités supra.

L'équipement et les récipients utilisés dans des locaux et autres zones dans lesquelles se pratique l'habillage ou dans lesquels peut se trouver de la viande devraient être conçus et construits de manière à minimiser toute contamination et faciliter l'utilisation de Bonnes pratiques d'hygiène (BPH).

La viande ne devrait à aucun moment entrer en contact avec le sol et les murs ni avec les structures fixes non conçues à cet effet (Codex Alimentarius, 2009).

2.6.4. Contamination par la main d'œuvre et les méthodes de travail

Les bonnes pratiques d'hygiène ne sont pas appliquées convenablement pour réduire les sources potentielles de contamination. Des écarts dans la préparation des viandes existent notamment, au niveau de trois étapes importantes que sont la saignée, la dépouille et l'éviscération (Dièye, 2011).

Par ailleurs, aux abattoirs de Dakar, après l'abattage, les carcasses sont exposées à plusieurs sources de contamination qui sont essentiellement, le contact fréquent des mains des opérateurs avec les carcasses, les manipulations inutiles des carcasses parfois par des personnes étrangères à la SOGAS. Cette contamination peut être réduite par les bonnes pratiques d'hygiène et la mise en place de mesures sanitaires rigoureuses (Abdalla *et al.*, 2009 ; Siham *et al.*, 2009)

Une bonne maîtrise de l'hygiène corporelle ne peut être acquise que sur base d'une motivation, d'une information et d'une formation adéquates du personnel. Les

personnes travaillant dans le secteur alimentaire doivent faire preuve d'une hygiène corporelle irréprochable (GBPHBC, 1999 ; Mocho, 2005).

Aux abattoirs de Dakar, la propreté vestimentaire est surveillée par les Services vétérinaires et la Direction technique de la SOGAS.

Aussi, les Services vétérinaires assurent quotidiennement les inspections *ante mortem* et *post mortem*. Le personnel de la SOGAS effectue une visite médicale annuelle pour des mesures d'hygiène et, il est doté d'une trousse composée d'une paire de bottes, de tenues complètes (blouse et pantalon), un tablier et un calot (Dièye, 2011).

2.6.5. Contamination par la flore mésophile aérobie totale

Les résultats ont été globalement non satisfaisants, eu égard à l'influence des manipulations diverses et de la rupture de la chaîne de froid quand elle est disponible.

Comme l'indiquent le **tableau XX**, 56,6% des échantillons avaient un nombre de germes supérieur à 5.10^2 par gramme pour la viande bovine et 93,4 % pour la viande ovine.

Ces moyennes supérieures aux normes, sont également plus élevées que celles de récentes études menées au Sénégal. Il s'agit de 28 % des échantillons qui avaient un nombre de germes supérieur à 5.10^2 /g (Diawara *et al.* 2014) et 2% (Goudiaby, 2005).

Le niveau de contamination de surface des carcasses variait en fonction des conditions d'hygiène et de la procédure d'abattage (Lasta *et al.*, 1992; Widders *et al.*, 1995, Elhassan *et al.*, 2011 ; Harhoura *et al.*, 2012). L'effet du parage sans précaution d'hygiène était d'étendre la population microbienne localisée en certains endroits des carcasses, à toutes les surfaces des pièces de viande (Fournaud, 1982).

Les parties proches de la fente d'éviscération et du collier étaient les plus souillées (Rozier *et al.*, 1985). En outre, les mains sales, les vêtements des travailleurs, les équipements de l'abattoir peuvent être des sources intermédiaires de contamination de la viande (Galland, 1997; Abdalla *et al.*, 2009).

Le résultat des viandes crues est acceptable pour la flore mésophile aérobie totale (Yougbare, 2014).

2.6.6. Contamination par les coliformes thermotolérants

Les coliformes thermotolérants sont des germes indicateurs d'absence d'hygiène qui sont naturellement présents en grand nombre dans les intestins des hommes et des animaux. En réalité, les coliformes thermotolérants ne sont pas toujours pathogènes mais, leur présence est un signe d'une contamination fécale récente (Zweifel *et al.*, 2008 ; Dièye, 2012).

Nos résultats ont montré que les coliformes thermotolérants étaient présents dans tous les échantillons de viandes bovine et ovine. Par contre, seulement 20 échantillons sur les 110 prélevés aux abattoirs de Dakar ne sont pas conformes, soit 18,18% (Kebede, 1986).

Ces deux résultats sont contraires à d'autres études. Ainsi, dans certains cas, les coliformes thermotolérants ont été trouvés en quantité significative (Seeiso *et al.*, 2009) et absents dans d'autres donnant ainsi, des résultats satisfaisants (Yougbare, 2014).

Des coliformes fécaux ont été détectés dans 40% des frottis effectués sur les carcasses manipulées à la boucherie expérimentale de la section technologique des viandes de Zeist et dans 70% des échantillons provenant des carcasses du commerce de détail (Catsaras *et al.*, 1974).

La présence de Coliformes thermotolérants témoignerait une contamination d'origine fécale de la viande et les conditions d'abattage (Cartier, 1990 ; Dennaï *et al.*, 2001).

Cette affirmation est confirmée par le fait que le nombre élevé de coliformes fécaux montre que la viande commercialisée au Lesotho n'est pas apte à la consommation humaine et témoigne sa mauvaise qualité hygiénique (Seeiso *et al.* 2009).

La contamination par des coliformes peut se produire lors de l'abattage, de la découpe et de l'habillage des carcasses, par les mains et les vêtements du boucher (Seeiso *et al.*, 2009).

2.6.7. Contamination par les staphylocoques pathogènes

L'incidence élevée des staphylocoques aureus sur les carcasses est une préoccupation, car ils peuvent être une source de contamination pour d'autres aliments (Abdalla *et al.* 2009).

Fort heureusement, cette recherche des staphylocoques pathogènes a montré qu'ils étaient absents dans les échantillons de viande bovine. L'absence de staphylocoques pathogènes a également été notée dans les échantillons de viande bovine (Yougbaré, 2014).

Ces résultats sont satisfaisants contrairement à d'autres études. *Staphylococcus aureus* a été trouvé dans 13% des échantillons prélevés aux abattoirs de Dakar (Kebede, 1986). Aussi, la recherche staphylocoques aureus a révélé leur présence significative dans des échantillons de viande ovine (El Hassan *et al.*, 2011).

En ce qui concerne la viande ovine, la présence des staphylocoques pathogènes n'a été notée que dans 3,4 % des échantillons.

Dans les échantillons du marché de détail, la fréquence plus élevée de ces germes serait due à une possible contamination liée à la manipulation par les détaillants.

Aussi, certains animaux peuvent être infectés par *Staphylococcus aureus* avant l'abattage à cause des mammites staphylococciques, des affections chroniques (Wade, 1992).

Staphylococcus aureus sont des germes ubiquistes que l'on trouve aussi bien sur la peau des animaux que chez l'homme au niveau des muqueuses, du rhino-pharynx, des plaies et les abcès (Dennaï *et al.*, 2001).

Pour éviter la contamination de la viande avec *Staphylococcus aureus*, leurs sources doivent être déterminées et bien connues afin de les maîtriser (Branko *et al.*, 2007).

2.6.8. Contamination par les Anaérobies sulfitoréducteurs

Les Anaérobies sulfitoréducteurs, germes telluriques hôtes de l'intestin de l'homme et des animaux, ont été isolés dans 66,6% des échantillons, d'où seuls 33,4 % sont conformes pour les échantillons de viande bovine.

Par contre, pour la viande ovine, les Anaérobies sulfitoréducteurs ont été isolés dans 40 % des échantillons donc, 60 % sont conformes.

L'étude de Kebede (1986) a rapporté que 68% des échantillons prélevés aux abattoirs de Dakar ont moins de 10 germes/cm. La même étude a conclu que ces germes sont importants sur la face interne et le rumsteck, laissant suspecter une contamination fécale.

Le plus souvent, ces germes Anaérobies sulfitoréducteurs souvent incriminés dans certains cas d'intoxications alimentaires, sont des indices de contamination fécale. Leur présence en nombre important dans les morceaux de viande proposés à la vente au détail, peut faire suspecter la présence de germes pathogènes d'origine intestinale liée à un problème de l'hygiène de la préparation.

Les ASR sont des indicateurs de contamination fécale ancienne, d'origine humaine ou animale.

Par contre, l'analyse de 20 échantillons de viande crue a donné un résultat satisfaisant pour les anaérobies sulfitoréducteurs (Yougbare, 2014).

2.6.9. Contamination par les Salmonelles

Les résultats ont montré une présence de salmonelles dans 57,8 % et 52,5 % respectivement, dans les échantillons de viandes bovine et ovine.

Aussi, des salmonelles sont mises en évidence une seule fois sur 100 échantillons (Kebede, 1986) ainsi que dans une carcasse d'ovin et sept carcasses de bovins, représentant respectivement, 1,11 et 10 % des échantillons (Siham *et al.*, 2009).

Par contre, les salmonelles n'ont été isolées dans aucun des 50 échantillons de viande bovine produite à l'abattoir de Dakar (Diawara *et al.*, 2014). Il en est de même pour 80 échantillons des viscères de bovins (Karib *et al.*, 1994).

Il existe une hétérogénéité dans la répartition des salmonelles sur la surface des carcasses (Stolle, 1988).

Les mauvaises conditions d'abattage et de manipulation des carcasses de même que le manque d'hygiène aux abattoirs d'El-Harrach (Algérie) et Porto-Novo (Cotonou) sont démontrés par des résultats d'analyses (Siham *et al.*, 2009 ; Salifou *et al.*, 2013).

Toutefois, la détection par échantillonnage dans les carcasses de bovins notamment, porteuses de salmonelles, semble souvent vouée à l'échec, compte tenu de la faible fréquence de contamination dans un même lot (Cartier, 1993).

Il a été noté que plusieurs facteurs influencent la répartition de la microflore à la surface des carcasses étudiées (le niveau d'hygiène au niveau dans les abattoirs, les outils, les précautions prises au moment de l'éviscération, la rapidité de la mise en chambre froide).

Les carcasses provenant des abattoirs sont souvent contaminées à un niveau élevé. La nature et l'importance de ces contaminations varient en fonction des conditions techniques et hygiéniques de l'abattage ainsi que l'efficacité des moyens de conservation (Cartier, 2007).

C'est une obligation de mettre en place des exigences d'hygiène de base dans le domaine agroalimentaire qui doivent englober les conditions et les activités de base nécessaires au maintien tout le long de la chaîne alimentaire, un environnement approprié à la production, à la manutention et à la mise à disposition de produits finis sains et de denrées alimentaires saines pour la consommation humaine (Korsak *et al.*, 2004).

Sans contrôle hygiénique adéquat, l'environnement des abattoirs et les boucheries peuvent agir comme une source importante de contamination microbiologique (Barros *et al.*, 2007).

La présence ou l'absence de salmonelles dans la viande est essentiellement tributaire des sources de contamination de la salle d'abattage de l'animal contaminée avant par des salmonelles pouvant survivre sur les outils de travail, dans l'environnement de l'abattoir pour contaminer d'autres carcasses (Riemann *et al.*, 1979 cités par Yassien *et al.*, 2007).

Ainsi, il n'est pas aisé de supprimer totalement ces contaminations. Néanmoins, dans certains cas, il est possible de les réduire à un niveau acceptable si les principales sources de contamination sont connues au préalable. Cette disposition est importante car, la production de viande de qualité dépend du contrôle à toutes les étapes.

Ces entérobactéries sont pathogènes pour l'homme et pour l'animal. Leur recherche est importante car la viande qui arrive au consommateur ne doit pas en contenir (Dennaï *et al.*, 2001).

Chapitre 3 : Recommandations

Aux abattoirs, les carcasses sont préparées sur la chaîne d'abattage après la saignée. Au préalable, les règles d'hygiène doivent être respectées pour éviter toute contamination des masses musculaires pendant la dépouille des cuirs, de l'éviscération abdominale et thoracique.

Les microorganismes présents sur les parties souillées, notamment, les cuirs des animaux de boucherie qui sont les matières premières, pourraient se déposer en surface des carcasses par contact direct ou indirect à travers le personnel, l'eau utilisée pour les différents besoins lors de la préparation des viandes, le matériel, l'air.

Ces microorganismes pourraient se transmettre également, par le milieu, le matériel, les méthodes de travail et la main d'œuvre.

En effet, dans un abattoir d'animaux de boucherie, l'inspection sanitaire réalisée par les personnels des Services vétérinaires, est permanente.

Ainsi, le personnel en charge de ce travail, est présent durant toutes les périodes de travail pour, assurer l'inspection *ante mortem*, surveiller les conditions hygiéniques de préparation des viandes et l'inspection *post mortem* des carcasses à livrer à la consommation humaine.

Eu égard aux dysfonctionnements constatés, dans l'optique d'améliorer l'hygiène des circuits de préparation des viandes bovine et ovine aux abattoirs de Dakar, nos recommandations sont axées sur les 5 « M » ainsi que l'inspection sanitaire et vétérinaire. Ce choix vise une meilleure prise en charge des dysfonctionnements révélés par les enquêtes (état du milieu, de la matière première, du matériel, de la main d'œuvre et des méthodes de travail) et les analyses de laboratoire.

Ces recommandations sont applicables dans une certaine mesure, à d'autres infrastructures d'abattage des animaux du pays.

3.1. Recommandations relatives aux matières premières

Pour les matières premières qui sont constituées des animaux de boucherie, nous recommandons :

- de veiller sur leurs conditions de transport des lieux de commercialisation aux abattoirs;
- de loger ceux qui sont suspects dans un lazaret qui est une étable sanitaire;
- de les doucher et les sécher pour minimiser la contamination superficielle ;
- de les abreuver à volonté pendant au minimum 12 heures (diète hydrique) avant leur abattage ;
- d'éviter de les traumatiser notamment dans le parc de stabulation ;
- de respecter les décisions de l'inspection *ante mortem*.

3.2. Recommandations relatives au milieu

3.2.1. Parc de stabulation

Le parc de stabulation des petits ruminants des abattoirs de Dakar qui sert de salle d'attente avant la saignée, doit être mis en état et utilisé de manière judicieuse. Toutefois, il serait préférable de construire un parc de stabulation respectant les conditions requises.

En ce qui concerne le parc de stabulation des bovins, il convient :

- de le doter d'un toit afin que les animaux y soient protégés particulièrement du soleil et des intempéries ;
- de couvrir le sol dudit parc et son couloir d'amenée d'une dalle non glissant et facile à nettoyer ;
- de nettoyer le plus fréquemment possible le sol, les barres de fer des logettes et le couloir d'amenée ;
- d'utiliser des lanières dans le souci d'éviter de traumatiser les animaux ;
- de construire un lazaret pour satisfaire la recommandation ci-dessus.

Dans le cadre de la réhabilitation en cours aux abattoirs de Dakar, il est prévu de doter le parc de stabulation des bovins d'abreuvoirs pour systématiser le repos et la diète hydrique (abreuvement à volonté).

3.2.2. Salles d'abattage des animaux

Pour éviter la contamination des viandes, les abattoirs de Dakar sont aménagés de façon à pouvoir respecter :

- le principe de la marche en avant. Ainsi, du parc de stabulation où les animaux se reposent avant l'abattage, vers la salle d'abattage et ses différents postes de travail, les chambres froides où les carcasses et les abats sont stockés, aucun retour en arrière ne devrait être autorisé ;
- la séparation des secteurs propres et souillés parce que les locaux ne doivent pas à travers les activités qui s'y déroulent, entraîner un risque de contamination des carcasses préparées et stockées dans les chambres froides construites à cet effet. En conséquence, ces locaux techniques doivent être constamment propres.

Afin de minimiser le risque de contamination des carcasses, les cuirs et peaux, les cornes et onglons retirés (potentiellement souillés par des microorganismes) doivent rapidement être acheminés vers des salles de traitement et de stockage réservées à cet effet.

Les murs et le sol des salles de saignée doivent être imperméables, faciles à nettoyer et à désinfecter. Aussi, pour éviter les points de stagnation de l'eau, la pente du sol de ces salles doit être suffisante pour permettre un écoulement rapide des liquides notamment, les eaux résiduaires.

Pour ces salles d'abattage, les recommandations additionnelles sont les suivantes :

- élaborer et respecter un plan de nettoyage et de désinfection des locaux et du matériel, prenant en compte les responsables, la fréquence, la méthode et les produits utilisés ;
- débarrasser régulièrement les locaux des déchets ;

- respecter la nature des produits de nettoyage et de désinfection utilisés ainsi que le temps de contact ;
- lutter contre les nuisibles notamment, les insectes, les rongeurs, les oiseaux, les animaux ;
- maintenir fermer les ouvertures (portes, fenêtres) pour protéger l'enceinte des locaux de la poussière et des nuisibles ;
- éloigner suffisamment les salles de préparation, de stockage et de commercialisation des viandes de toutes les sources de contamination (dépôts d'ordures, déchets).

Enfin, d'une manière générale, le respect des règles d'hygiène dans la conception et la construction des infrastructures d'abattage des animaux de boucherie est fondamental pour la maîtrise efficace des dangers. Cette disposition permet l'application des bonnes pratiques d'hygiène basées sur des dimensions suffisantes à travers la « marche en avant » dans l'espace et le non entrecroisement des circuits.

3.2.3. Salles de ressuage et de stockage réfrigérés

Le ressuage et stockage réfrigérés consistent à soumettre les viandes aussitôt après leur préparation, à des températures basses, mais supérieures au point de congélation. L'objectif visé est d'assurer la conservation à court terme et la maturation de la viande.

Ainsi, à la suite l'inspection sanitaire *post mortem*, les carcasses et les viscères reconnues salubres, sont stockés dans les salles de ressuage à une température à cœur inférieure ou égale à +7°C pour les carcasses, inférieure ou égale à +3°C pour les abats.

Cette étape du ressuage et de stockage réfrigérés permet de limiter le développement des microorganismes.

L'absence de ressuage et de stockage réfrigérés peuvent être à l'origine de risques élevés de contaminations pour les viandes.

Par conséquent, il convient :

- de pratiquer le ressuage dans une chambre froide positive pendant 24 heures au moins, pour avoir une température de +7°C à cœur pour les carcasses ;
- de maîtriser les paramètres de réfrigération notamment, le respect de l'espace entre les carcasses pour une réfrigération appropriée ;
- de respecter la maintenance préventive des chambres froides pour leur fonctionnement idoine ;
- de nettoyer et désinfecter convenablement les locaux ;
- de limiter l'accès des personnes aux chambre froides ;
- d'installer des thermo hygromètres internes enregistreurs.

3.2.4. Vestiaires et sanitaires

Dans certains cas, les personnes ou les objets ramenés des vestiaires et des sanitaires pourraient être à l'origine de la contamination microbienne des viandes.

Ainsi, les abattoirs doivent nécessairement, posséder :

- des vestiaires qui ne doivent pas être utilisés comme un garde-manger ;
- des installations sanitaires construites de façon adéquate et identifiées par des pictogrammes rappelant des règles d'hygiène à observer. Ces installations sanitaires doivent être équipées de chasse d'eau en nombre suffisant (en fonction des catégories de personnes) pour un niveau approprié d'hygiène corporelle afin d'éviter la contamination des viandes ;
- des toilettes et urinoirs qui ne communiquent pas directement avec les locaux techniques (salles de préparation, de stockage et de commercialisation des viandes) ;
- des lavabos à commandes non manuelles, de l'eau chaude, des essuies mains à usage unique et autres consommables.

3.3. Recommandations relatives au matériel

Le matériel et les instruments utilisés pour la préparation des viandes doivent être régulièrement nettoyés et désinfectés au cours du travail et en fin de journée afin qu'ils ne constituent pas une source de contamination.

3.4. Recommandations relatives à la main d'œuvre et aux méthodes de travail

L'hygiène corporelle vise à éviter que les opérateurs en contact direct ou indirect avec les viandes, ne constituent pas un risque de les contaminer par leur niveau de propreté corporelle et leurs comportements inappropriés.

Pour remédier à cela, les opérateurs des abattoirs doivent être formés pour maîtriser les conditions de production hygiénique des viandes à travers l'hygiène corporelle, vestimentaire et comportementale.

Il est fondamental de rendre obligatoire le lavage convenable des mains à la prise du poste, en sortant des toilettes et après chaque manipulation salissante. L'application de cette mesure passera nécessairement, par l'installation en des endroits appropriés, de dispositifs pourvus de robinets à commande non manuelle (au pied, au genou ou au coude) pour le nettoyage et la désinfection des mains.

Ce type de robinet a l'avantage de prévenir la contamination par les mains et les gaspillages.

Tous les six mois, les opérateurs doivent faire une visite médicale. Aussi, en cas de maladie, le Médecin du travail devra prendre toutes les dispositions nécessaires.

Concomitamment à cette visite médicale, les autres moyens de maîtrise des dangers sont :

- mettre en congé les opérateurs malades ;
- désinfecter et protéger toute blessure par des pansements étanches ;
- sensibiliser sur les comportements susceptibles d'entraîner une contamination des viandes (fumer, cracher, mâcher ou manger, éternuer ou tousser, se gratter, se moucher) ;
- éviter de porter des objets pouvant constituer une menace pour la sécurité et la salubrité des viandes ;
- limiter l'accès des visiteurs aux locaux techniques (Salles de préparation, de ressuyage et de commercialisation des viandes).

3.5. Autres recommandations

Les exploitants des abattoirs doivent mettre en œuvre une procédure de maîtrise permanente de l'hygiène de la préparation des viandes dans leurs infrastructures.

Pour cela, ces exploitants doivent mettre en place et appliquer une procédure permanente élaborée conformément aux principes du système HACCP. Ils peuvent également faire recours aux Guides de bonnes pratiques d'hygiène et d'inspection des viandes validés par l'autorité compétente nationale.

Aussi, ces exploitants doivent effectuer des autocontrôles pour vérifier l'efficacité de cette maîtrise et évaluer l'hygiène générale des conditions de production dans les abattoirs sous leur responsabilité.

Ils ont également la responsabilité de la mise en œuvre des contrôles bactériologiques sur le matériel et les installations à tous les stades de la production, ainsi que sur les carcasses.

3.6. Inspections sanitaire et vétérinaire

Comme stipulé antérieurement, parallèlement au contrôle de l'hygiène dans les abattoirs d'animaux de boucherie spécialement, il y est instauré une inspection sanitaire et vétérinaire.

A ce titre, conformément à la réglementation, le Service vétérinaire assure les inspections *ante mortem* des animaux et *post mortem* des produits notamment, les carcasses et les viscères dans les abattoirs agréés.

Au Sénégal, le décret 89-543 du 5 mai 1989, stipule que la création, la réorientation et l'agrandissement des abattoirs sont soumis à l'agrément du Ministre chargé de l'Elevage, après avis du Directeur de l'Elevage.

Les établissements doivent ensuite faire l'objet d'inspections sanitaires régulières, afin de vérifier que les conditions de l'agrément sont toujours respectées. L'Agent du Ministère en charge de l'Elevage doit vérifier l'efficacité des mesures de contrôle de l'hygiène mises en place par l'exploitant et procéder à l'analyse régulière des résultats

des contrôles bactériologiques réalisés dans le cadre de l'autocontrôle au niveau des abattoirs.

3.6.1. Inspection *ante mortem*

A leur arrivée aux abattoirs, tous les animaux de boucherie doivent être soumis individuellement, à l'inspection *ante mortem* systématique. Il s'agit de la vérification de l'identité des animaux, de leurs bonnes conditions d'acheminement et de débarquement ainsi que leur état de santé. L'objectif visé est essentiellement de vérifier le respect des dispositions réglementaires en matière de protection animale.

Pour pouvoir être abattu, un animal doit être correctement identifié et accompagné des documents obligatoires qui attestent de sa provenance et de l'état sanitaire de son cheptel d'origine.

Seuls les animaux en bonne santé peuvent être abattus. Au cas où les animaux sont malades à leur arrivée aux abattoirs, ils ne doivent en aucun cas être abattus pour la consommation. Ces animaux doivent être obligatoirement euthanasiés et leurs cadavres livrés à l'équarrissage pour la destruction à l'instar de ce qui se passe dans d'autres pays.

3.6.2. Inspection *post mortem*

Dans le cadre de l'inspection *post mortem* systématique, toutes les opérations d'abattage et de préparation des carcasses se font sous la surveillance des personnels du Service vétérinaire d'inspection.

De ce fait, après abattage, toutes les parties de l'animal (carcasses et viscères) font l'objet d'une minutieuse inspection individuelle.

Pendant toute la durée de l'inspection, les abats sont identifiés et directement reliés à la carcasse dont ils proviennent.

Cette disposition est importante parce que leur examen donne souvent des indications pertinentes sur la qualité sanitaire de la carcasse.

Le Service vétérinaire d'inspection doit s'assurer que les viandes destinées à la consommation humaine sont saines et salubres. Cela signifie qu'elles ne présentent pas de danger pour la santé du consommateur et que leurs qualités organoleptiques et nutritionnelles ne sont pas altérées.

Des examens spécifiques peuvent être réalisés au cours de cette inspection systématique.

Ainsi, quand l'inspection *post-mortem* ne permet pas de prendre une décision immédiate sur la salubrité de la carcasse et des abats, des prélèvements doivent être effectués en vue d'un examen de laboratoire. En ce moment, l'animal abattu est consigné pendant 24 heures au moins.

Dans ce cas, la carcasse, les viscères et les issues doivent être mis dans un local spécial réfrigéré permettant d'en assurer la bonne conservation.

Pendant la durée de la consigne, le Vétérinaire inspecteur seulement est autorisé à effectuer un prélèvement quelconque sur les diverses parties de l'animal consigné.

Selon la législation, à l'issue de l'inspection *post-mortem*, les carcasses reconnues propres à la consommation sont estampillées. Un certificat de salubrité pourra être délivré en cas de besoin.

En somme, pour être reconnues propres à la consommation humaine, les viandes doivent :

- être produites dans des abattoirs respectant les exigences réglementaires, notamment en matière d'hygiène (abattoirs agréés) ;
- provenir d'un animal de boucherie jugé sain pour être abattu, suite à l'inspection *ante mortem*. Lors de l'inspection *post mortem*, les animaux ne doivent pas présenter de lésions susceptibles de les rendre impropres à la consommation humaine.

Chaque carcasse qui respecte ces conditions est estampillée à l'encre alimentaire, sous la responsabilité du Vétérinaire inspecteur. En ce moment, elle peut alors faire l'objet de transactions commerciales en entrant ainsi, dans la chaîne alimentaire.

L'estampille sanitaire qui est une marque de salubrité, est la preuve du contrôle des Services vétérinaires ainsi, elle est obligatoire sur les viandes.

Toutefois, il est important de noter que le fait que les carcasses soient estampillées à la sortie des abattoirs, n'exclut pas les contrôles ultérieurs pouvant donner lieu à des saisies au niveau des points de vente ou dans les ateliers de découpe.

Par contre, les carcasses suspectes doivent être isolées dans un local réfrigéré spécifique et faire l'objet d'examens complémentaires. C'est la mise en consigne qui peut aboutir selon les résultats, à une saisie ou à une remise en circulation de la carcasse.

La saisie est une décision administrative par laquelle le Vétérinaire inspecteur interdit la consommation de viande impropre à cet usage. Cette saisie peut être partielle (une seule partie de l'animal : organes atteints et/ou zone contigüe) ou totale (la totalité de l'animal y compris les abats).

Conclusion

Dans une très large mesure, les abattoirs conditionnent le devenir de la viande. Ainsi, le contrôle de l'hygiène dans ces infrastructures, premier maillon dans la chaîne pour la transformation des viandes, est essentiel pour assurer la sécurité des consommateurs.

Aux abattoirs de Dakar, les principales sources de contamination sont liées au contact permanent des mains des opérateurs avec les surfaces exposées des carcasses, le contact des surfaces dépouillées entre les carcasses, les manipulations inutiles des carcasses par les opérateurs et parfois des personnes étrangères à la SOGAS.

Les résultats de cette étude sur l'évaluation de la charge microbienne des viandes bovine et ovine produites aux abattoirs de Dakar, sont globalement non satisfaisants.

Toutefois, ces résultats sont satisfaisants pour la recherche de staphylocoques pathogènes pour la quasi-totalité des 60 échantillons (absence totale dans les échantillons de viande ovine).

La présence des salmonelles à un niveau significatif a été notée dans les échantillons de viande bovine et ovine notamment. Cette prévalence élevée de salmonelles dans les échantillons représente un réel danger pour le consommateur. Pour certains auteurs, les salmonelles ne doivent pas être considérées comme un indicateur de la qualité hygiénique des abattoirs.

Néanmoins, le recours au système HACCP est recommandé en tant que moyen d'améliorer la sécurité sanitaire des aliments. L'application de ce système aide à identifier et évaluer les risques pour la sécurité des viandes. Ainsi, le système HACCP et les bonnes pratiques de fabrication, peuvent remplacer ou compléter la traditionnelle inspection des viandes.

Il ressort de ce qui précède que l'abattoir est un lieu stratégique où se détermine la qualité hygiénique et la sécurité sanitaire des viandes qui y sont produites.

Ainsi, plusieurs méthodes ont été envisagées pour prévenir et réduire la contamination de surface des carcasses par les bactéries.

Au niveau de l'abattoir étudié, les résultats ont mis en évidence des anomalies d'hygiène notoires atteignant dans certains cas, des valeurs inacceptables malgré les investissements que la SOGAS avait consentis notamment, au niveau de la chaîne d'abattage des bovins.

Dans le cadre de la mise en œuvre du FACA, la SOGAS a généralisé les investissements en cours aux huit (08) abattoirs qu'elle gère avec un accent particulier sur l'équipement et l'étude commanditée pour améliorer la gestion des impacts environnementaux de ces infrastructures.

Le chapitre 2 de la seconde partie a répondu à notre question de recherche en montrant que les matières premières (animaux de boucherie), la main d'œuvre (personnes qui entrent en contact avec les viandes), les méthodes (modes opératoires, technique de travail), le matériel (équipements, outils et supports de travail entrant en contact avec les carcasses), le milieu (locaux techniques, environnement), ont contribué effectivement, pour une large part, à l'altération de la qualité bactériologique des viandes bovine et ovine produites aux abattoirs de Dakar.

Il en est de même pour notre hypothèse de recherche à savoir, au regard des résultats obtenus, les viandes bovine et ovine produites aux abattoirs de Dakar sont contaminées par le niveau d'hygiène du personnel et les procédés de transformation.

En effet, quel que soit la partie prélevée sur les carcasses (Collier, côtelettes, cuisse, entrecôte, épaule, faux filet) pour l'analyse bactériologique, les résultats sont pour une large part, non satisfaisants.

Il conviendrait de rappeler que la problématique de la sécurité sanitaire des aliments est plus que jamais d'actualité dans le monde entier.

A ce titre, les recommandations issues de ce travail de thèse, devraient constituer des outils de prévention des contaminations pour protéger la santé des consommateurs.

L'état de propreté des animaux et l'éducation de tous les opérateurs de la chaîne d'abattage peuvent contribuer à l'amélioration significative de l'hygiène.

Aussi, les viandes doivent être gardées sous le froid pour ralentir la prolifération bactérienne. Ainsi, il est nécessaire d'appliquer le froid le plus précocement possible, pour éviter le développement des germes pathogènes et d'altération.

Pour améliorer le processus d'inspection et de contrôle des denrées alimentaires d'origine animale notamment, les viandes, il est urgent de revoir nos normes nationales, notre cadre législatif et réglementaire pour les adapter aux exigences internationales en vigueur en la matière.

Ce travail reste capital dans l'optique d'élaborer des stratégies de gestion des risques par les Services vétérinaires visant à réduire les risques de contamination de la viande qui est une denrée périssable en raison de sa richesse en protéines, propice au développement des microorganismes.

Par ailleurs, force est de reconnaître qu'au Sénégal, l'incidence des maladies d'origine alimentaire est sous-estimée. Il existe donc, un réel besoin de conseils techniques sur l'évaluation du risque microbiologique dans les aliments.

Dans cette dynamique, l'inspection *post-mortem* des carcasses et les autres parties concernées, devrait exploiter les informations issues de la production primaire et de l'inspection *ante-mortem* ainsi que les résultats de l'inspection organoleptique de la tête, de la carcasse et des viscères, afin de déterminer si les parties destinées à la consommation humaine sont saines et propres.

Eu égard à tout ce qui précède, en plus de nos recommandations, nous suggérons en termes de perspectives, que d'autres travaux notamment, d'autres plans de surveillance et au besoin, des Etudes de l'Alimentation Totale (Total Diet Studies), complètent cette étude, pour un suivi régulier des niveaux de contamination des viandes bovine et ovine produites aux abattoirs de Dakar, dans l'optique de préserver la santé publique à un niveau acceptable.

Bibliographie

Abdalla M. A., Suliman S. E., Ahmed D. E. and Bakhiet A.O., 2009.

Estimation of bacterial contamination of indigenous bovine carcasses in Khartoum (Sudan). *African Journal of Microbiology Research*, **3**(12) 882-886.

Abdalla M. N., Siham E. Sluman and Alian Y.Y.H.A., 2009.

Microbial Contamination of Sheep Carcasses at Modern Slaughterhouse in Khartoum State. *Sud. J. Vet. Sci. Anim. Husb.* **48** (1&2) 51 – 56.

Abdelouaheb H. B., 2009.

Enquête sur la situation de la filière viande rouge à El-Bayadh (Algérie)
Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Post-Graduation spécialisée -
Filière Sciences Alimentaires et Nutrition - Option Alimentation, Nutrition
et Santé. Université Mentouri – Constantine (Algérie). 59 p.

Alias C., et Linden G., 1997.

Biochimie alimentaire Ed Masson, Paris. p 248.

Aliyar F., 2011.

Meat Safety: Past, Present, and Future Outlook. International Livestock Congress, Denver, CO. The Beef Marketplace: Strategies for Today and Tomorrow. Proactive Strategies to Deal with Changes 11p.

Ashmore, C. R., et Doerr, L., 1971.

Comparative Aspects of Muscle Fibre Types in Different Species. *Exp. Neurol.* **31** : 408 - 418.

Beaubois P., 2001.

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

Belford D., 1973.

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

Bell R.G., 1997.

Distribution and sources of microbial contamination of beef carcasses. *JAM*, **82**, 292 – 300.

Boccard R. et Valin C., 1984.

La rigidité cadavérique (ou rigor mortis), In: Viandes, Ed. Informations techniques des Services vétérinaires. 107–112.

Bonfoh B., 2010.

Valeur ajoutée de la participation dans l'analyse de risques des aliments à l'intersection des secteurs formel et informel. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*, **8** n° S, 2p.

Bornert G., 2000.

Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires *Revue Méd. Vét.* 2000, 151, 11, 1003-1010.

Bourgeois C.M., Mescle J.F., Zucca J., 1996.

Microbiologie alimentaire : aspects Microbiologiques de la sécurité et de la qualité des aliments. Tome I .Editions Lavoisier, 241 - 251.

Bourgeois C. M., et Leveau J. V., 1991.

Techniques d'analyses et contrôle dans les industries agro-alimentaires. 2^{ème} Edition Lavoisier, 454p.

Bouchra O., Hakim K., Nourredine B. & Abdelilah A., 1998.

Appréciation de la qualité bactériologique de la viande et des abats de taurillons fraîchement abattus dans les abattoirs de Rabat. *Actes Inst. Agron. Veto (Maroc)*, **18** (3): 169 - 176.

Cartier P. 1990.

Méthodologie de contrôle de la qualité hygiénique d'un avant de bovins. *Viandes et produits carnés*, **11**, 215 – 216.

Cartier P., 1993.

Importance, origine et mode d'appréciation de la contamination salmonellique de la carcasse des bovins. Examen de 222 vaches de réforme. *Viandes et produits carnés*, **14**, 35-38.

Cartier P., 2004.

Points de repères en matière de qualité microbiologique des viandes bovines, Institut de l'Élevage (I. Moëvi). Communication personnelle. 175p.

Cartier P., 2007.

Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins, Compte rendu final n° 17 05 32 022, Service Qualité des Viandes, Département Techniques d'Elevage et Qualité. Institut de l'Élevage (I. Moëvi). Communication personnelle. 58p.

Catsaras M., Gulistani A.N. et Mossel D.A.A., 1974.

Contamination superficielle des carcasses réfrigérées de bovins et de chevaux. *Recueil de Médecine Vétérinaire*, tome 150, **4**, 287 – 294.

Cheftel J. et Cheftel H., 1976.

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

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.

Cohen N., Karib H., 2006.

Risque hygiénique lié à la présence des *Escherichia coli* dans les viandes et les produits carnés: Un réel problème de santé publique? Les technologies de laboratoire - n°1 – 2006. 7p.

Codex Alimentarius, 2003.

Code d'usages international recommandé - Principes généraux d'hygiène alimentaire.

CAC/RCP 1-1969, RÉV. 4 (2003). p29.

Codex Alimentarius, 2005.

Code d'usages en matière d'hygiène pour la viande.

CAC/RCP 58-2005. 55p.

Codex Alimentarius, 2009.

Production animale, deuxième édition. p18.

Cohen, N., Ennaji H., Hassar M., and Karib H., 2006.

The Bacterial quality of red meat and offal in Casablanca (Morocco). *Mol.Nutr.Food Res.* 50:557-562.

Coibion L., 2008.

Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine: adaptation à la demande du consommateur.

Thèse: 03 - Toulouse 3 - 4018.

Craplet C., et Craplet M J., 1979.

Dictionnaire des aliments et de la nutrition. Ed LE HAMEDI. Paris. 450 - 451.

Cuq J. L., 2007.

Microbiologie Alimentaire: les relations microorganismes / aliments / consommateurs, Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires 4ème année. Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc. 2 - 17.

DGAL, 2012.

Contrôles sanitaires de l'alimentation. République française. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire. 12p.

Dassenoy R. M. R., 2003.

Bêta-agonistes et qualité de la viande. Partie 2. 31p.
Thèse : 3 – Toulouse 4087

Dennaï N.; Kharrati B; et El Yachoui M., 2001.

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

Diawara A., Sylla K. S. B., Bada-Alambédji R. et Sawadogo G. J., 2014.

Evaluation de la qualité bactériologique de la viande bovine produite à l'abattoir de Dakar (Sénégal). *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*, vol. 12 n° 13p.

Dièye A., 2011.

Contribution à l'étude de l'hygiène de la préparation des bovins aux abattoirs de Dakar (Sénégal).
Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; **13**. -92p.

Dumont B.L., 1982.

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

Dumont B. L., et Valin C., 1982.

Bases biochimiques de l'hétérogénéité du tissu musculaire et des viandes. In : Hygiène et technologie de la viande fraîche. Paris : Ed. du CNRS. 77 - 81.

Elhassan I. M., Abdelgadir A. E. and Ibrahim A. E., 2011.

Microbiological assessment of mutton intended for export from Elkadaro export slaughter house, Sudan. *African Journal of Microbiology Research* Vol. 5(8). 5p.

El Rammouz M. R., 2005.

Etude des changements biochimiques post mortem dans le muscle des volailles – contribution au déterminisme de l’amplitude de la diminution du pH.

Thèse : Méd. Vét. : INP Toulouse ; 2221.

FAO et FIC, Rome, 2006.

Les bonnes pratiques pour l’industrie de la viande.

Rome FAO. 326 p.

Fliss I., Simar D. et Etttriki A., 1990.

Microbiological quality of different fresh meat species in Tunisian slaughterhouses and markets. *J. Food Prot.* **54**: 773-777.

Frayssé J. L. et Darre A., 1989.

Production des viandes .Volume I .Ed Technique et documentation. Lavoisier. Paris. 374p.

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 CNRS.- 352p.

Fournaud J., Graffino G., Rosset R. et Jacque R., 1978.

Contamination microbienne des carcasses à l’abattoir. *Ind. Aliment. Agric.* **95** : 273 - 282.

Fournier V., 2003.

La conservation des aliments. Cours de microbiologie générale, Université Laval. Communication personnelle. 12p.

Galland J.C., 1997.

Risks and prevention of contamination of beef carcasses during the slaughter process in the United States of America. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, **16** (2). 395 – 404.

Gary F., Seydi Mg., Fall A. A., Thiaw A., 2011.

Elaboration du plan de développement et de modernisation des infrastructures d’élevage au Sénégal. Etude Ministère de l’Elevage / PDMAS. 177p.

GBPHBC, 1999.

Guide de bonnes pratiques d'hygiène pour bouchers-charcutiers

Elaboré par le Centre de Promotion et de Recherche de la Chambre des Métiers en collaboration avec la Fédération des Patrons Bouchers-Charcutiers. p16.

GBPHVR, 2011.

Guide de bonnes pratiques d'hygiène pour les viandes rouges au Sénégal. 104p.

GBPIV, 2009.

Guide de bonnes pratiques d'inspection des viandes au Sénégal. 142p.

Geay Y., Bauchart D., Hocquette J. F. et Culioll J., 2002.

Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes des ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux. INRA Prod., Anim. 15p.

Goudiaby M. L., 2005.

Contribution à l'étude de la contamination superficielle des carcasses ovines aux abattoirs. Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales. EISMV Dakar. p28.

Grand B., 1983.

Evaluation de la contamination microbienne superficielle des viandes par ATP- métrie. Utilisation d'un photomultiplicateur. Thèse: Méd. Vét. : Alfort, 43.

Guillemin N., Cassar-Malek I., Hocquette J. F., Jurie C., Micol D., Listrat A., Leveziel H., Renand G., Picard B., 2009.

La maîtrise de la tendreté de la viande bovine : identification de marqueurs biologiques. *Inra Prod. Anim.* 331-334.

Hamad B., 2009.

Contribution à l'étude de la contamination superficielle bactérienne et fongique des carcasses camelines au niveau de l'abattoir d'El – Oued. Mémoire Présenté pour l'obtention du diplôme de Magister en médecine vétérinaire Option : hygiène alimentaire, Spécialité : surveillance de la chaîne alimentaire de la filière viande. Université Mentouri de Constantine – Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. 120p.

Hammoudi A. H., Bousmaha F., Bouzid R., Aggad H., Saegerman C., 2013.

Évaluation de la contamination bactérienne superficielle des carcasses bovines dans un abattoir algérien. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 2013. Vol.19. 7p.

Harhoura Kh., Boukhors K. T., Dahmani A., Zenia S. and Aissi M., 2012.

Survey of hygiene in ovine slaughterhouses of Algiers region by bacteriological analysis of carcasses. *African Journal of Microbiology Research* 6(22). 4722 – 4726.

Hinton M.H., Hudson W. R. et Med G. C., 1998.

The bacteriological quality of British beef carcasses sampled prior to chilling, Meat Sci., 50. 265-271.

Interbev, 2005.

Le point sur l'alimentation des bovins et ovins et la qualité des viandes. Institut de l'Élevage. 80 - 110.

John N. S., 2007.

Challenges to meat safety in the 21st century. Meat Science **78** 3-13.

Jouve J.L., 1990.

Microbiologie alimentaire et filière viande (207-213). VPC Vol. 11 (6, 6 bis, 6 ter).

Karib H., Braril L., Yanguel A. 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.

Kebede G., 1986.

Contribution à l'étude de la contamination superficielle des carcasses de bovins aux abattoirs de Dakar (Sénégal).

Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; **17**. 115p.

Khalifa, A.H. 1986.

Origine des contaminations superficielles des carcasses de bovins à l'abattoir, techniques de prélèvement. Mémoire pour l'obtention de diplôme d'études approfondies, Ecole nationale vétérinaire de Lyon, France. 4-36.

Korsak N., Clinquart A., Daube G., 2004.

Salmonella spp. dans les denrées alimentaires d'origine animale : un réel problème de santé publique ? Ann. Méd. Vét., **148** : 174 – 193.

Kotula A. W., Lusby W.R. et Crouse J.D., 1975.

Variability in microbiological counts on beef carcasses. *J. Anim. Sci.*, **40**: 834 - 837.

Labadie J., 1999.

The hygiene in beef and sheep meat processing in France. Renc. Rech. Ruminants 6. 6p.

Larpent J. P., 1997.

Microbiologie alimentaire, Techniques de laboratoire. Editions Lavoisier, Paris. 860 - 870.

Lasta J.A., Rodriguez R., Zanelli M.C., 1992.

Bacterial count from bovine as an indicator of hygiene at slaughtering places. A proposal for sampling. *J. Food Prot.*, **54**: 271 – 278.

Laurent C., 1974.

La viande (11-67). In : Conservation des produits d'origine animale en pays chauds. –Paris : Imprimerie BOUDIN. 154p.

Lawrie R. A., 1998.

Chemical and Biochemical Constitution of Muscl and The Conversion of Muscle to Meat, Pages 96-118 In : Lawrie's Meat Science. 6th ed. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England. 58-94.

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.

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.

Leyral G. et Vierling E., 1997.

Microbiologie et toxicologie des aliments. –Paris : Editions Doin. 250p.

Libby J., 1975.

Meat hygiene. 4^{ème} Ed. Philadelphia: Lea & Febiger. 658p.

Loubamba L., 2012.

Contribution à l'étude du ressuyage des carcasses bovines aux abattoirs de Dakar (Sénégal) : aspects technologiques et hygiéniques.
Thèse : Méd. Vét. Dakar ; **02** - 125p.

Marchandin H., 2007.

Physiologie bactérienne : Cours de Bactériologie.- Montpellier : Nîmes. 1 - 3.

Márcia de A. F. B., Luís A. N., Alexandre A. M., Vanerli B., 2007.

Identification of main contamination points by hygiene indicator microorganisms in beef processing plants. *Ciênc. Tecnol. Aliment*, Campinas, **27**(4): 856-862.

Merle E. M., 2005.

Application de la méthode HACCP en abattoir : bilan de deux années de mise en œuvre.
Thèse: 2005 - Toulouse 3 - 4053. 101p.

Mocho J. P., 2005.

Evaluation de l'hygiène sur une chaîne d'abattage ovin à l'aide d'examens bactériologiques de surfaces des carcasses

Thèse: 2005 - Toulouse 3 - 4091. 51p.

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.

Newton K., Harrison J. et Smith K., 1977.

Coliforms from hides and meat. *Appl. Environ. Microbiol.* **33** (1): 199 - 200.

Nicolle, B., 1986.

Etude bibliographique de la contamination superficielle des carcasses dans les abattoirs.

Thèse : Méd. Vét.: Alfort, 83p.

Nkoa M. L. P., 2008.

Contribution à l'élaboration d'un guide d'inspection des viandes de boucherie au Sénégal : cas des ruminants. Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 23. 148p.

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.

Nozha C. et Hakim K., 2006.

Risque hygiénique lié à la présence des *Escherichia coli* dans les viandes et les produits carnés : Un réel problème de santé publique? Les technologies de laboratoire - n°1. 6p.

Ouali A. Zabari M., Renou J.P., Touraille C., Kopp J., Bonnet M., Valin C., 1988.

Anabolic agents in beef production: effects on muscle traits and meat quality. *Meat Sci.*, 24 (3): 151-61.

Renner R., 1997.

La couleur facteur de qualité. Mesure de la couleur de la viande. *Renc Rech. Ruminants*. pp10-89.

Riemann H. and Bryan F., 1979.

Food-borne infections and intoxication. 2nd Ed., Academic Press Inc., Chap 2: 75p.

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.

Rosset M R. et Linger P., 1978.

La couleur de la viande. Actualités scientifiques et techniques en industries agro-alimentaires 22^{ème} Edition APRIA Paris. 1-3.

Rosset R. et Lebert F., 1982.

Les règles d'hygiène envisageables aux différents stades de la filière viande: Principes (277-280). In : hygiène et technologie de la viande fraîche. Paris : Ed. du CNRS. 352p.

Rosset R. et Roussel-Ciquard N., 1982.

Conséquences hygiéniques des flores microbiennes contaminant la viande : la putréfaction (137-139). In : Hygiène et technologie de la viande fraîche. Paris ; Ed. du CNRS. 352p.

Rosset R. et Roussel-Ciquard N., 1984.

Le froid dans la filière viande. In Rosset, R., Les viandes: Hygiène – Technologie. Informations techniques des services techniques vétérinaires. Paris : Ed. du CNRS. 217 - 224.

Rozier J., Carlier V., Bolnot F., 1985.

Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments. Paris. SEPIAC. 230p.

Salifou C.F.A., Boko K.C., Attakpa Y.E., Agossa R., Ogbankotan I., Farougou S., Mensah G.A., Salifou S., Clinquart A., Youssao A.K.I., 2013.

Evaluation de la qualité bactériologique de viande fraîche de bovins abattus aux abattoirs de Cotonou-Porto-Novo au cours de la chaîne de distribution. Journal of Animal & Plant Sciences. Vol.17, Issue 2: 2567 - 2579.

Seeiso T. M., McCrindle C. M. E., 2009.

An investigation of the quality of meat sold in Lesotho. 0038-2809 JI S.Afr.vet.Ass. **80**(4): 237-242.

Sénégal. Ministère de l'Elevage, 2013.

Arrêté n° 8239/MEL du 31 mai 2013 relatif aux conditions de présentation à l'inspection sanitaire des animaux de boucherie.

Sénégal, Ministère de l'Elevage et des Productions animales, 2013.

Rapport annuel d'activités. 62p.

Sénégal, Ministère de l'Elevage, 2011.

Guide de Bonnes Pratiques d'Hygiène pour les Viandes Rouges au Sénégal.
103p.

Sénégal, Ministère de l'Elevage, 2009.

Guide de Bonnes pratiques d'inspection des viandes au Sénégal et annexes.
142p.

Sénégal, Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage, 1989.

Décret n°89-543 du 05 mai 1989 portant réglementation de l'inspection sanitaire et de salubrité des animaux de boucherie, des viandes et sous-produits destinés à l'alimentation humaine JORS, (5295).

Seydi Mg., Sylla S. B. Kh. et Musabyemariya B., 2013.

Communication sur l'hygiène générale. 14p.

Seydi Mg. 2003.

Problématique de la sécurité sanitaire des aliments dans les pays francophones au Sud du Sahara. RASPA, **1 (2)** : 86 - 94.

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. 90p.

Shackelfor S.D., Koohmaraie M., Miller M. F., Crouse J. D., Reagan J. O., 1991.

An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of angus by hereford versus Brahman crossbred heifers. J. Anim. Sci. pp 171 -177.

Siham N., Taha M. H., 2009.

Superficial Bacterial Contamination of Ovine and Bovine Carcasses at El-Harrach Slaughterhouse (Algeria). *European Journal of Scientific Research* 38 3. 474 – 485.

Sionneau O., 1993.

La contamination microbienne superficielle des carcasses des bovins : Origine, prévention et décontamination. Thèse de doctorat vétérinaire de Lyon. 2-11.

Starton T., 1982.

Viande et alimentation humaine .Ed. Apria, Paris. 110p.

Stolle F.A., 1988.

Establishing microbiological surveillance programme at slaughterlines - A new Concept of meat hygiene. Meat Sci., **22**. 203 – 211.

Sylvie S.G., Josée R., Soumia B., 2010.

Manuel des méthodes d'inspection des abattoirs, Québec. 20-28.

Tchoutchou M., 2004.

Contribution à l'étude des motifs de saisie de viandes dans les abattoirs au Sénégal et leurs incidences économique et sociale : Cas des abattoirs de Dakar, Kaolack et Saint Louis.

Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 3. 176p.

Touraille C., 1994.

Incidences des caractéristiques musculaires sur les qualités organoleptiques des viandes. Renc Rech. Ruminant's. 169 - 176.

Vallotton F. M., 2004.

Evaluation de l'hygiène sur une chaîne d'abattage bovin à l'aide d'examens bactériologiques de surface. Thèse Méd. Vét. – Toulouse 3. p51.

Verrhoye A., 2001.

Microbiologie et maîtrise de la sécurité des aliments ; unité viande et produits carnés du 21 mai au 1^{er} juin 2001. Communication personnelle.

Wade I., 1992.

Contribution à l'Etude de la qualité bactériologique de la viande bovine locale au niveau des points de vente de détail et de consommation de Dakar. Thèse Méd. Vét. - Dakar ; **17**: 97p.

Widders P.R., Coates K.J., Warner S., Beattie J.C., Morgan I.R., Hickey M.W., 1995.

Controlling microbial contamination on beef and lamb meat during processing. Aust. Vet. J., **72**: 208 – 211.

Yassien M. A., Ahmed A.M., Elias S. S. and Ahmed A. M., 2007.

Enterobacteriaceae Contamination of Lamb Carcasses at Ismailia Governorate. J. Saudi Soc. for Food and Nutrition., **2**, n° 2. 97p.

Yougbare, B. 2014.

Appréciation des risques de contamination microbienne de la viande de petits ruminants dans les abattoirs et dibiteries de Dakar, Sénégal. Mémoire de Master en Santé publique vétérinaire, Spécialité : Epidémiologie des maladies transmissibles et gestion des risques sanitaires. EISMV Dakar, 45p.

Zeleňakova L., Žiarovska J., Kračmar S., Mura L., Kozelova D., Lopašovský L., Kunova S., Tinakova K., 2012.

Application of epidemiological information system (EPIS) in The Slovak Republic within the surveillance of Salmonellosis and Campylobacteriosis outbreaks in The European Union (2001–2010). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. LX **23** (1), 12p.

Zweifel C., Fischer R., Stephan R., 2008.

Microbiological contamination of pig and cattle carcasses in different small-scale Swiss abattoirs. *Meat Science*, **78**(3): 225 – 231.



Webographie:

Extrait de la carte de la région de Dakar (en ligne), accès Internet :

<https://www.google.com/maps/> (Consulté le 09 septembre 2014)

Magras C., Laroche M. et Fosse J., 2009.

Sécurité microbiologique des viandes : de nouvelles données quantitatives ; quels parts pour une meilleure maîtrise ?.- *Bull. Acad. Vét. France*. [En ligne] Accès Internet : <http://w.w.w.academie-vétérinaire-France.org> (consulté le 09/12/2013).

Annexes

Annexe 1 : Plan de nettoyage et de désinfection des locaux techniques

Surface	Fréquence de nettoyage et désinfection	Conseils
Sols	- Une fois par jour à la fin de la journée de travail ; - Parties difficilement accessibles, une fois par semaine.	- Racler tous les débris afin d'éviter de boucher les canalisations ; - Veiller à protéger les produits lors de l'utilisation d'un jet d'eau ; - Eliminer totalement par une raclette l'eau stagnante.
Murs et plafonds	- Zones soumises aux éclaboussures une fois par jour ; - Parties accessibles des murs une fois par semaine ; - Plafonds une fois tous les 6 mois.	- Veiller à nettoyer les tuyauteries apparentes ; - Insister particulièrement aux bas des murs et aux endroits proches des postes de travail ; - Ne pas oublier portes, fenêtres et poignées de portes.
Chambre froide	- Sols : une fois par jour ; - Murs, plafonds, étagères et clayettes une fois par semaine.	- Protéger les produits ou les retirer de la chambre ; - Procéder le plus rapidement possible de façon à limiter la remontée de température.
Grilles et siphons d'évacuation	- Une fois par jour.	- Enlever les éventuels débris présents dans les grillages ; - Verser le désinfectant à forte dose - Laisser agir ; - Faire couler abondamment d'eau.

GBPIV, 2009

Annexe 2 : Règles d'hygiène du personnel

Aspects	Règles à observer
Etat de santé	- Visite médicale tous les 6 mois : consultation, radiographie pulmonaire, analyses des selles et des crachats ; - Déclarer ou signaler toute infection ; - Protéger toute plaie avec un pansement étanche renouvelé aussi souvent que nécessaire ou le recouvrir avec un doigtier.
Mains	- Se laver efficacement et fréquemment les mains - Fréquence : • au début et à la reprise du travail, après pause ; • à la sortie des toilettes ; • après s'être mouché, avoir toussé, s'être touché le nez, la tête, les oreilles ; • après manipulation de matières premières souillées ou des poubelles ; • après manipulation de cartons, matériel sale, poubelles ; déchets, produits chimiques. - Méthode : • se mouiller les mains avec un jet d'eau claire et chaude. Le dispositif commandant l'arrivée d'eau ne doit pas être actionné manuellement (commande au pied, au genou ou détecteur de présence), et doit être équipé si nécessaire d'un mitigeur d'eau froide et chaude ; • prendre un produit spécifique de nettoyage (liquide, gel, mousse, etc.) agréé pour cet usage (principe actif) et mis à disposition des opérateurs en quantité suffisante, à la fois bactéricide et non agressif pour la peau (ce qui exclut l'emploi de savon de toilette sans effet bactéricide) ; • broser le bout des doigts avec une brosse surtout après le passage aux toilettes ; • se frotter les mains soigneusement et énergiquement en insistant sur les espaces interdigitaux et la pulpe des doigts, sans oublier le pouce jusqu'aux avant-bras pendant une vingtaine de secondes ; • se rincer abondamment les mains avec de l'eau en direction des doigts pour enlever le savon, les souillures et les microorganismes ; • sécher soigneusement les mains avec un papier à usage unique de préférence. - Garder les ongles courts et parfaitement propres - Oter les bijoux avant le travail (bagues, bracelets, montres, colliers)
Vêtements	- Déposer les vêtements de ville et effets personnels dans un vestiaire ou une penderie réservés à cet usage ; - Porter une tenue de travail propre, claire et complète (blouse, tablier, calot, bottes) ; - Séparer les vêtements de ville et les vêtements de travail dans des placards ; - Nettoyer et désinfecter régulièrement les gants de protection en cotte de mailles.
Comportement (Gestuel)	- Informer et former le personnel à l'hygiène ; - Ne pas tousser ou éternuer ou se moucher au-dessus des viandes ; - Eviter de porter les mains au visage pendant le travail ; - Ne pas s'essuyer ses mains sur son tablier ; - Ne pas cracher, manger, boire ou fumer dans les locaux.

Annexe 3 : Liste de contrôle des locaux et du matériel

1. Identification de l'Opérateur

Nom entreprise :	
Responsable de l'entreprise :	
Exploitant :	
Adresse de l'entreprise :	
Téléphone :	
Courriel :	

2. Liste de contrôle

Points de contrôles	Conformité (Oui/Non)	Justificatifs
Les locaux sont-ils situés dans un environnement adapté pour éviter toute contamination et permettre la production de produits sûrs ?		
Les installations sont-elles conçues de manière à éviter tout risque de contamination croisée du produit ?		
Les locaux sont-ils aménagés de telle sorte qu'ils conviennent à l'usage visé ?		
Les revêtements de sol sont-ils adéquats : matériaux étanches, non absorbants, lavables et non toxiques.		
Existent-ils des dispositions d'évacuation des eaux usées adéquats/suffisants/prévenir tout risque de reflux ou odeurs ?		
Existe-t-il un système de gestion des produits d'entretien ?		
Surfaces murales : matériaux étanches, non absorbants, non toxiques, lavables et lisses jusqu'à une hauteur convenable (minimum 1,75 m) ?		
Plafonds : limitation de condensation/pas de moisissures/pas de déversement de particules ?		
Portes : faciles à nettoyer et à désinfecter / matériaux lisses et non absorbants ?		
Eclairage : suffisant et adapté (protection de lampes contre bris de verre) ?		
Les surfaces en contact avec les denrées alimentaires : matériaux lisses, non absorbants, lavables, résistant à la corrosion et non toxiques ?		
Est-ce que les équipements sont positionnés de façon à permettre un nettoyage convenable de la zone environnante ?		
Est-ce qu'il y a un nombre suffisant de lavabos ?		
Est-ce que l'infrastructure et tous les éléments de l'équipement qui sont cruciaux pour la sécurité des aliments, sont bien entretenus et en bon état ?		
Y a-t-il des vestiaires séparés pour hommes et femmes ?		
Toilettes : - pas de communication directe avec les locaux de travail - fonctionnelles en bon état de propreté - chasse d'eau et aération suffisante - lavabo à commande non manuelle installé dans les toilettes ou aux abords immédiats de celles-ci - pour le personnel : afficher lavage des mains obligatoire		
Les prescriptions concernant la température sont-elles respectées à toutes les étapes ?		
L'infrastructure et les équipements, sont-ils correctement nettoyés et désinfectés ?		
Les désinfectants utilisés sont-ils appropriés ?		
La qualité de l'eau qui entre en contact avec les denrées alimentaires et qui est utilisée pour le nettoyage, est-elle régulièrement contrôlée (au moins une fois par mois pour la microbiologie), et est-elle de qualité "potable" ?		
Les conditions concernant l'entreposage des sous-produits animaux destinés à la		

consommation humaine, sont-elles respectées ?		
Les conditions concernant l'enlèvement des sous-produits animaux non destinés à la consommation humaine, sont-elles respectées?		
Y a-t-il un système pour maîtriser ou prévenir le risque d'introduction d'organismes nuisibles sur le site ou dans l'établissement ?		
Y a-t-il un plan de lutte contre les nuisibles et ce plan, est-il suivi ?		
Les produits d'entretien sont-ils stockés de manière à éviter tout contact avec les produits alimentaires ?		

Annexe 4 : Bonnes pratiques d'hygiène pour la préparation des animaux aux abattoirs

Réception

Nature du danger	Exigences générales à respecter et moyen de maîtrise	Eléments de surveillance
Dangers biologiques : Contamination microbienne de la viande par les animaux malades ou animaux souillés par les fèces. Dangers chimiques : Contamination de la viande par résidus de médicaments.	- Systématiser l'inspection ante mortem et en faire respecter les décisions ; - Abattre les animaux souillés en fin de journée ; - Vérifier et respecter (dans la mesure du possible) les délais d'attente préconisés des médicaments pour les animaux déparasités ou sous autres traitements.	Vérifier les registres et décisions d'inspection ante mortem Contrôler visuellement l'état général des animaux destinés à l'abattage

GBPIV, 2009

Stabulation

Nature du danger	Exigences générales à respecter et moyen de maîtrise	Eléments de surveillance
Dangers technologiques : Risque de viande altérée (PSE et DFD) et de bactériémie postprandiale par l'absence de repos et de diète hydrique avant abattage. Dangers biologiques : Contamination des animaux par les déjections et par le sol ou par les murs des box d'attente ou les barres des logettes de stabulation.	- Systématiser le repos et la diète hydrique avec abreuvement à volonté pendant 12 h au minimum avant abattage ; - Prévoir un parc ou lieu de stabulation confortable et nettoyer les sols, les barres des logettes, les murs, couloirs tous les 15 jours au moins ; - Doucher et sécher les animaux pour diminuer la contamination superficielle ; - Former et informer le personnel.	Vérifier les registres et décisions d'inspection ante mortem. Vérifier le respect des temps de repos et de diète hydrique. Contrôler visuellement l'état général des animaux destinés à l'abattage.

GBPIV, 2009

Amenée

Nature du danger	Exigences générales à respecter et moyen de maîtrise	Eléments de surveillance
Dangers technologiques : Risque d'excitation de fatigue et de traumatisme des animaux pendant l'amenée. Dangers biologiques : - Contamination des animaux par les sols et les parois. - Bactériémies d'abattage.	- A la conception, prévoir un couloir d'amenée couloir avec sol non glissant et matériel facile à nettoyer ; - Utiliser des aiguillons électriques ou des lanières en caoutchouc et traiter les animaux avec calme pour éviter les traumatismes ; - Nettoyer le sol et les parois à chaque pause et désinfecter à la fin de la journée.	Vérifier le respect des plans de nettoyage des couloirs d'amenée. Contrôler visuellement l'état du couloir d'amenée et du travail des professionnels.

GBPIV, 2009

Annexe 5 : Bonnes pratiques d'hygiène lors de la saignée des animaux aux abattoirs

Nature du danger	Exigences générales à respecter et moyen de maîtrise	Eléments de surveillance
Dangers technologiques : - Saignée incomplète (temps d'égouttage court) donnant une viande saigneuse si l'animal est fatigué ou malade ; - Section de l'œsophage : elle peut entraîner des débris d'aliments dans les poumons suite à une aspiration réflexe, ou alors un flux du contenu gastrique souillant la plaie de saignée ; - La saignée mal faite entraîne l'écoffrage pulmonaire ou pleural. Dangers biologiques : Contamination microbienne par le couteau de saignée ou le lieu de saignée.	- Pratiquer une saignée rapide et un égouttage complet entre 10 et 15 mn ; - Eviter l'obturation de la plaie de saignée avec la main ; - Désinfecter le couteau après chaque saignée ; - Nettoyer et désinfecter les box de saignée ; - Former le personnel à la pratique de la saignée.	Vérifier le respect des plans de nettoyage. Vérifier le respect du temps d'égouttage. Contrôle visuel de la pratique de la saignée.

GBPIV, 2009

Annexe 6 : Bonnes pratiques d'hygiène à l'habillage des animaux aux abattoirs

Nature du danger	Exigences générales à respecter et moyen de maîtrise	Eléments de surveillance
Dangers technologiques : - Risque de contamination par les pratiques de l'éviscération au sol, du soufflage avec la bouche et de la dépouille avec l'avant-bras ; - Risque de bactériémie d'abattage par l'éviscération tardive ; - Risque d'altération de la qualité par une éviscération incomplète, une fente irrégulière ou mal faite (noircissement de la surface de fente, formation d'une pâte ou magma comprenant de la sciure d'os, de la graisse, du tissu conjonctif et du muscle). Dangers biologiques : - Contaminations microbiennes croisées (entre deux carcasses) par l'intermédiaire des mains, des couteaux, des tabliers de protection et des gants du travailleur ; - Contaminations liées à l'ablation des membres et des mamelles ; - Contaminations de la carcasse par le contenu du tube digestif ; - Contaminations par les poussières provenant du cuir et porteuses de microorganismes.	- Pratiquer l'habillage toujours en position suspendue ; - Eviter le soufflage par la bouche et la dépouille par l'avant-bras ; - Pratiquer une éviscération complète et précoce (au plus tard 30 mn après la saignée); - Si possible fermer hermétiquement l'œsophage par ligature ; - Eviter le contact de carcasse avec d'autres sources de contaminations secondaires ; - Laver les mains, nettoyer et désinfecter systématiquement les couteaux après chaque carcasse ; - Passer la scie dans le stérilisateur après chaque animal ; - Démonter, nettoyer et désinfecter la scie après chaque journée de travail ; - Utilisation d'une scie alternative ; - Pratiquer le douchage tissulaire et le douchage de la surface de fente à l'eau, accompagné de brossage ; - Former le personnel aux pratiques d'habillage ; - Systématiser l'inspection des carcasses et des abats et en faire respecter les décisions.	Vérifier le respect des plans de nettoyage du matériel. Vérifier la pratique de l'éviscération précoce (30 mn après la saignée). Contrôler visuellement de la pratique de l'habillage.

GBPIV, 2009

Annexe 7 : Surveillance des conditions hygiéniques de préparation et de stockage de la viande

7.1. Objet et domaine d'application

La surveillance des conditions hygiéniques de préparation est un élément essentiel du programme de contrôle dans tous les établissements d'abattage et de transformation. Elle permet de s'assurer que la contamination de la viande au cours des opérations de préparation est réduite au maximum.

7.2. Description de la procédure

7.2.1. Surveillance des conditions hygiéniques de préparation

La surveillance des conditions hygiéniques de préparation consiste à :

- vérifier la propreté de toutes les surfaces en contact avec la viande. Le matériel complexe doit être inspecté avant son assemblage. Inspecter les petits outils comme les couteaux et les crochets, de même que les vêtements protecteurs comme la blouse, le pantalon, les gants, les tabliers, les bottes, etc.
- examiner les surfaces du matériel et des installations qui n'entrent pas en contact avec la viande, c'est-à-dire le dessous des appareils, les plafonds, les murs, les planchers, les rails suspendus, les armatures d'équipements, etc. Les sources de contamination situées au-dessus des produits de viandes sont généralement les plus importantes en raison du risque de voir les contaminants tomber sur les produits.
- vérifier si les lavabos fonctionnent bien et s'il y a suffisamment de savon, de serviettes et de poubelles.
- Vérifier l'état et l'entretien du matériel et des installations. La surveillance des conditions hygiéniques de préparation permet de détecter les problèmes à temps et de planifier les réparations de façon ordonnée, avant que les problèmes ne deviennent critiques.
- vérifier la température des aires de production et des dispositifs d'assainissement de même que la ventilation et la circulation de l'air ;
- s'assurer que l'air expulsé des locaux exposés à la contamination ne pénètre pas dans les locaux propres (c'est-à-dire des aires de contention au parquet d'abattage ou du parquet d'abattage aux locaux de transformation).

La surveillance des conditions hygiéniques de préparation des viandes passe donc par une identification des dangers liés à chaque étape de la préparation des viandes et à la mise en œuvre des mesures pour les éviter, comme décrit dans le **tableau** ci-dessous intitulé « **Type de dangers et mesures préventives** ».

7.2.2. Types de dangers et mesures préventives

Etapes	Dangers possibles	Mesures préventives
Réception et stabulation des animaux	Animaux malades ou animaux présentant des souillures.	Isolement dans le lazaret.
Amenée	- Excitation et fatigue des animaux ; - Traumatisme (par coups de barre de fer, de bâtons, glissades) ; - Contamination des animaux par les déjections et par le sol.	- Utiliser un aiguillon électrique ou des lanières en caoutchouc pour éviter les traumatismes ; - Couloir et sol facile à nettoyer et désinfecter et sol non glissant.
Abattage ou saignée	- Contaminations croisées par l'intermédiaire des mains, des couteaux, tabliers de protection et des gants en maille ; - Contamination par le couteau de saignée ; - Ecoffrage ou aspiration réflexe de sang ; - Saignée incomplète ; - Section de l'œsophage dans la saignée musulmane (égorgement) ; - Temps d'égouttage trop court.	- Lavage et désinfection des mains et du matériel entre carcasse, au niveau des lavabos à commande non manuelle ; - Sauf exigence religieuse spécifique la saignée doit être effectuée avec 2 couteaux : un pour le cuir et pour les veine et artère ; stérilisation des couteaux avant entre chaque animal ; - Eviter l'obturation de la plaie de saignée avec la main ; - Introduire l'œsophage dans un sachet et le ligature ;. - Temps suffisant pour permettre l'égouttage complet du sang de chaque animal.
Préparation des carcasses entre la saignée et le poste d'habillage	- Contamination croisée par les mains, les couteaux, les tabliers de protection et les gants à mailles métalliques ; - Contaminations liés à la coupe des cornes ; - Contaminations par le contenu de l'œsophage.	- Lavage des mains entre chaque carcasse - Nettoyage et désinfection des couteaux entre les carcasses ; - Nettoyage et désinfection des tabliers ; - L'effectuer en début de chaîne, utiliser une pince ou de préférence une scie, pour éviter les projections de sciures ; - Ligaturer l'œsophage, laisser l'œsophage attendant le rumen au moment de l'éviscération.

Etapes	Dangers possibles	Mesures préventives
Habillage ou dépouille	- Contaminations croisées par l'intermédiaire des mains, des couteaux, tabliers de protection et des gants en maille ; - Contamination par le couteau de saignée ; - Contamination croisée par les mains, les couteaux, les tabliers de protection et les gants à mailles métalliques ; - Contaminations par contact direct de la face externe du cuir avec les viandes au cours des opérations de fente et de dégagement du cuir sur les cuisses, l'abdomen et la poitrine et les pattes éventuellement ; - Contaminations par le contenu du rectum et de la vessie ; - Contaminations par la poussière accumulée sur le cuir ; - Contamination par les oreilles ; - Contaminations liées à l'ablation des membres, du toupet de la queue et des mamelles ; - Souillures de la carcasse pendant l'opération de transfert du convoyeur de saignée ou convoyeur de chaîne (par crochets).	- Lavage et désinfection des mains et du matériel entre carcasse, au niveau des lavabos à commande non manuelle ; - Sauf exigence religieuse spécifique la saignée doit être effectuée avec 2 couteaux : un pour le cuir et pour les veine et artère ; stérilisation des couteaux avant entre chaque animal ; - Temps suffisant pour permettre l'égouttage complet du sang de chaque animal ; - Lavage des mains entre chaque carcasse - Nettoyage et désinfection des couteaux entre les carcasses ; - Nettoyage et désinfection des tabliers ; - Conduire les opérations de telle sorte que la face externe du cuir ne touche pas la viande ; - Dépouille complète ; - Ligaturer le rectum et la vessie : introduire les sphincters urétral et anal dans un sac plastique et ligaturer ; - Eviter le contact de la peau du périnée avec le bassin ; - L'arrachage du cuir doit être effectué sans secousse afin d'éviter la projection de poussières (maîtrise du flux d'air pour éliminer rapidement les poussières) ; - Enlever les oreilles ou les mettre dans un sac plastique ; - Travailler en position suspendue de la carcasse ; - Récipients à prévoir pour récupérer les lambeaux de peau ; - Laver les mains entre chaque carcasse, nettoyer les tables ; - Nettoyer et désinfecter les couteaux entre chaque carcasse, et les crochets ; - Eviter le contact des carcasses avec les autres sources de contamination.

Etapes	Dangers possibles	Mesures préventives
Eviscération	- Eviscération tardive responsable d'une bactériémie d'abattage ; - Contamination par le tube digestif (contenu du rumen) ; - Contamination par le couteau et autres sources ; - Contamination par les plateformes supportant l'ouvrier ; - Eviscération incomplète.	- Pratiquer une éviscération précoce (maximum 30 mn après saignée) pour éviter bactériémie et mauvaise odeur de fermentation et coloration verdâtre ; - Eviter de souiller la carcasse par le contenu du tube digestif (ne pas couper l'œsophage, l'éliminer avec sa ligature) ; - Nettoyer et désinfecter systématiquement les couteaux après chaque opération ; - Douchage tissulaire sans essuyage avec les torchons sales ; - Eviter que les carcasses frottent contre la plate-forme ; - Eviscération complète.
Fente longitudinale de la carcasse (bovins)	- Formation d'un magma ou pâte sur la surface de fente (= mélange sciure d'os + graisse +muscle +tissu conjonctif) ; - Fente irrégulière lors de l'utilisation d'un fendoir ; - Noircissement de la surface de fente.	- Douchage de la surface de fente ; - Utiliser une scie alternative avec jet d'eau ; - Stériliser la scie après chaque carcasse ; - Démonter la scie à la fin de chaque journée de travail pour la nettoyer et la désinfecter.
Réfrigération	- Température faible au niveau des chambres froides ; - Ressuage des carcasses mal effectué.	- Utilisation précoce et généralisée du froid ; - Les viandes fraîches doivent être refroidies immédiatement après l'inspection post mortem à une température à cœur inférieure ou égale à +7°C et +3°C pour les abats.

GBPIV, 2009

7.2.3. Surveillance des conditions de stockage (Hygiène des chambres froides)

7.2.3.1. Hygiène générale

- Locaux ou chambres froides : entretien physique - entretien hygiénique ;
- Matériel : conception – entretien physique – entretien hygiénique ;
- Personnel : état de santé – hygiène corporelle – hygiène vestimentaire ;
- Atmosphère : assainissement possible par des ozoniseurs ou des lampes à UV.

7.2.3.2. Conditions techniques ou caractéristiques de l'atmosphère

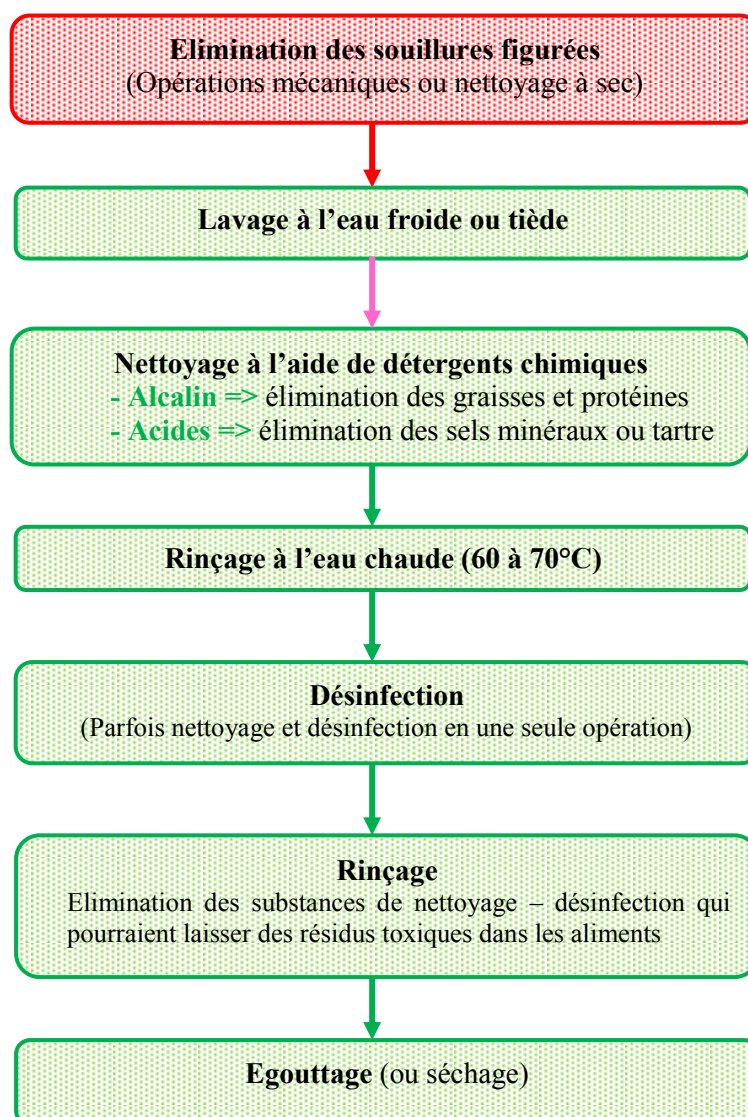
Ces caractéristiques doivent être régulièrement contrôlées, en particulier :

- la température par des thermomètres ;
- l'hygrométrie par des hygromètres ou psychromètres ;
- la vitesse de l'air par des anémomètres.

Ces appareils doivent être toujours pourvus d'un dispositif d'enregistrement pour assurer la traçabilité des mesures et être régulièrement étalonnés.

Annexe 8: Procédure de nettoyage et désinfection

8.1. Logigramme des étapes de la mise en œuvre du nettoyage et de la désinfection



GBPIV, 2009

8.2. Comparaison des désinfectants (Caractéristiques)

Caractéristiques ou propriétés	Produits		
	Dérivés chlorés	Iodophores	Ammoniums quaternaires
Spectre d'action	Sur Gram (-)	Bactéries et levures	Sur Gram (+)
Coût	Bon marché	Plus chers	Les plus chers
Vitesse d'action	Rapides	Assez rapides	Plus lents
Effet bactéricide résiduel (rémanence)	Limité	Plus rémanents	Rémanence excellente
Action corrosive Irritation de la peau	Corrosifs	Non corrosifs	Non corrosifs
Formation de film sur les surfaces	Pas de films	±	Film résiduel nécessitant un bon rinçage
Toxicité	Aux dilutions utilisées	Non affectés	±
Sensibilité aux matières organiques	Inactifs	Effet diminué si pH > 5	Peu sensibles
Comportement vis-à-vis de la dureté de l'eau	Non affectés	Stable	Baisse d'activité avec la dureté de l'eau => Mousse
pH d'activité	Inactifs si pH > 9	Effet diminue si pH > 5	Efficace à pH alcalin
Stabilité	Instable durant le stockage	Instable si T° > 45°C	
Transmission d'odeur	Odeur indésirable	Odeur indésirable dans les aliments	Pas d'odeur

GBPIV, 2009

8.3. Plan de nettoyage - désinfection

Il s'agira de définir l'ensemble des procédures utilisées pour nettoyer et désinfecter les installations de réception, stockage, préparation, production et distribution.

A chaque étape, il est important de préciser :

- Séquence nettoyage/désinfection
- Méthodologie employée :
 - Produit / Concentration / Température / Mode d'application / Temps de contact / Mode de rinçage.
- Contrôle du nettoyage :
 - Résidu produit / Efficacité avec boîte de contact.
- Rappel des consignes d'hygiène du personnel :
 - vêtements de protection ;
 - gestes à faire et à ne pas faire.

Annexe 9 : Liste de contrôle des locaux et du matériel

Points de contrôles	Conformité Oui/Non	Justificatifs
Les locaux sont-ils situés dans un environnement adapté pour une stabulation idoine, éviter la contamination et permettre la production de viande saine ?		
Les installations sont-elles conçues de manière à éviter le risque de contamination croisée de la viande ?		
Les locaux sont-ils aménagés de telle sorte qu'ils conviennent à l'usage visé ?		
Les revêtements de sol sont-ils adéquats : matériaux étanches, non absorbants, lavables et non toxiques ?		
Existe-t-il des dispositions d'évacuation des eaux usées adéquats/suffisants/prévenir tout risque de reflux ou odeurs ?		
Existe-t-il un système de gestion des produits d'entretien ?		
Surfaces murales: matériaux étanches, non absorbants, non toxiques, lavables et lisses jusqu'à une hauteur convenable (minimum de 1,75m) ?		
Plafonds: limitation de condensation, absence de moisissures ?		
Les portes : faciles à nettoyer et à désinfecter / matériaux lisses et non absorbants ?		
Eclairage: suffisant et adapté (protection de lampes contre bris de verre) ?		
Les surfaces en contact avec la viande : matériaux lisses, non absorbants, lavables, résistant à la corrosion et non toxiques ?		
Les équipements sont-ils positionnés de façon à permettre un nettoyage convenable ?		
Le nombre de lavabos est-il suffisant ?		
Les abattoirs et les éléments de l'équipement importants pour la sécurité de la viande, sont-ils bien entretenus et en bon état ?		
Y-a-t-il des vestiaires séparés pour les hommes et les femmes ?		
Toilettes : - absence de communication directe avec les locaux de travail ; - fonctionnelles en bon état de propreté ; - chasse d'eau et aération suffisante ; - lavabo à commande non manuelle installé dans les toilettes ou leurs abords immédiats ; - pour le personnel: des consignes de lavage des mains obligatoire sont affichés.		
Les instructions concernant la température sont-elles respectées ?		
Les abattoirs et les équipements sont-ils correctement nettoyés et désinfectés?		
Les désinfectants utilisés sont-ils appropriés?		
La qualité de l'eau qui entre en contact avec la viande et utilisée pour le nettoyage est-elle régulièrement contrôlée (au moins une fois par mois pour la microbiologie)?		
Les conditions d'entreposage des sous-produits sont-elles respectées?		
Un système pour maîtriser ou prévenir le risque d'introduction d'organismes nuisibles dans les abattoirs existe-t-il ?		
Existe-t-il un plan de lutte contre les nuisibles?		
Si oui, ce plan est-il suivi ?		
Les produits d'entretien sont-ils stockés de manière à éviter tout contact avec la viande ?		

Annexe 10 : Fiche de prélèvement des échantillons

Code d'identification :

- **PV** pour projet viande ;
- Suivi d'une lettre (**A à M**) pour le type d'échantillon ;
- Suivi de 2 chiffres (**01 à 17**) pour le lieu de prélèvement ;
- Suivi du numéro d'ordre de prélèvements des échantillons (**de 1 à 300**).

N° d'identification

Date de prélèvement

Coordonnées du vendeur :

Prénom (s) et nom :

Contacts :

Parties prélevées :

☐ Cuisse	☐ entrecôte	☐ filet	☐ unité conditionnée
☐ Côtelette	☐ collier	☐ faux filet	☐ épaule ☐ autres

Zone de provenance :

☐ Ne sait pas	☐ Elevage familial	☐ abattoirs de Dakar (SOGAS)
☐ Elevage Rural		

Conditionnement :

☐ En sachet individuel	☐ Regroupé dans un bol fermé	☐ A l'air libre
☐ Autre :		

Hygiène des locaux :

☐ Très satisfaisant	☐ Satisfaisant	☐ Acceptable	☐ Non satisfaisant
--	---------------------------------------	-------------------------------------	---

Laboratoire :

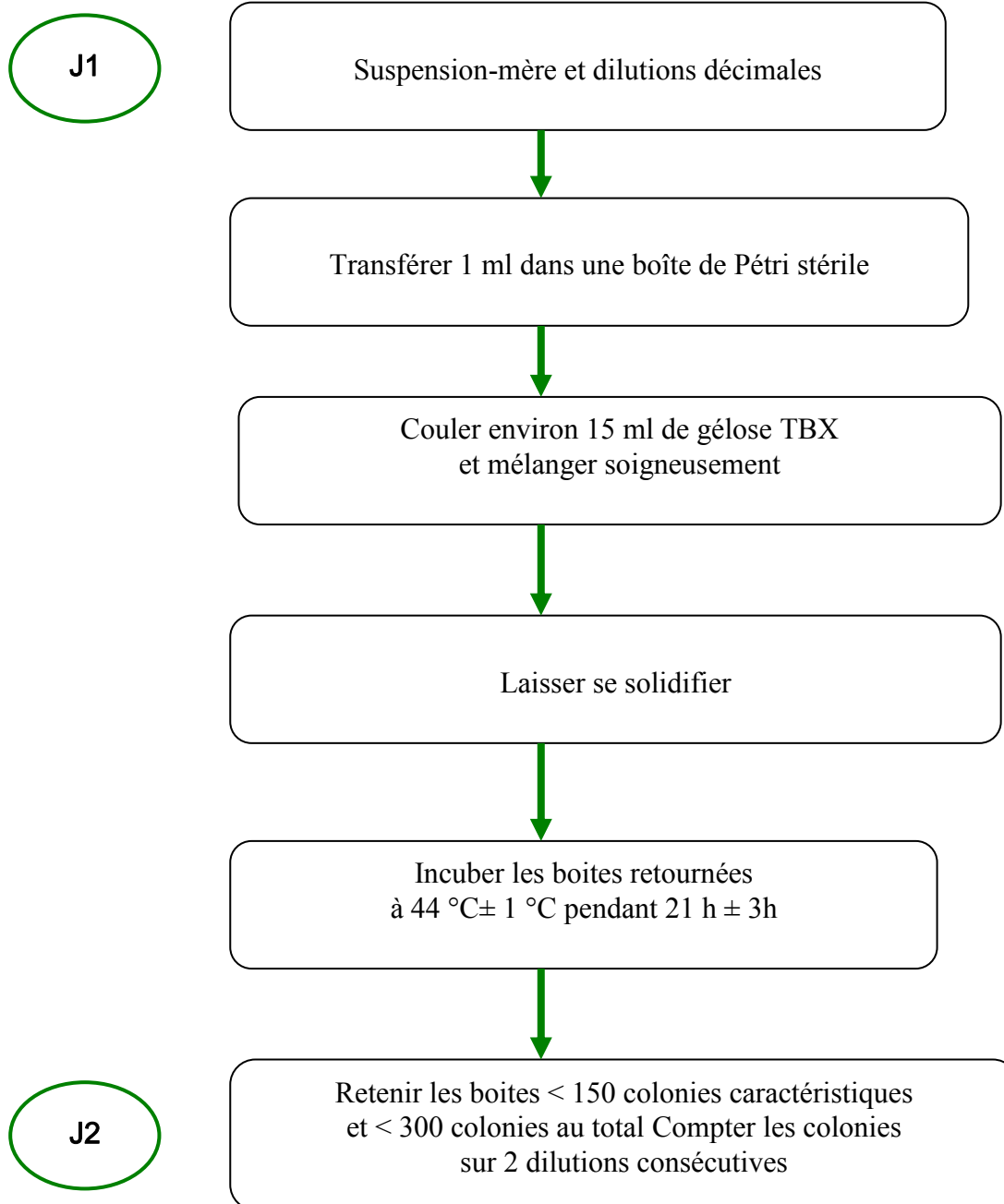
Date de réception au laboratoire à h
minutes

Température à la réception °C

Etat de l'échantillon	☐ Bon	☐ Mauvais	☐ Inutilisable
-----------------------	------------------------------	----------------------------------	---------------------------------------

LSAHE/IPD

Annexe 11 : Dénombrement des coliformes fécaux



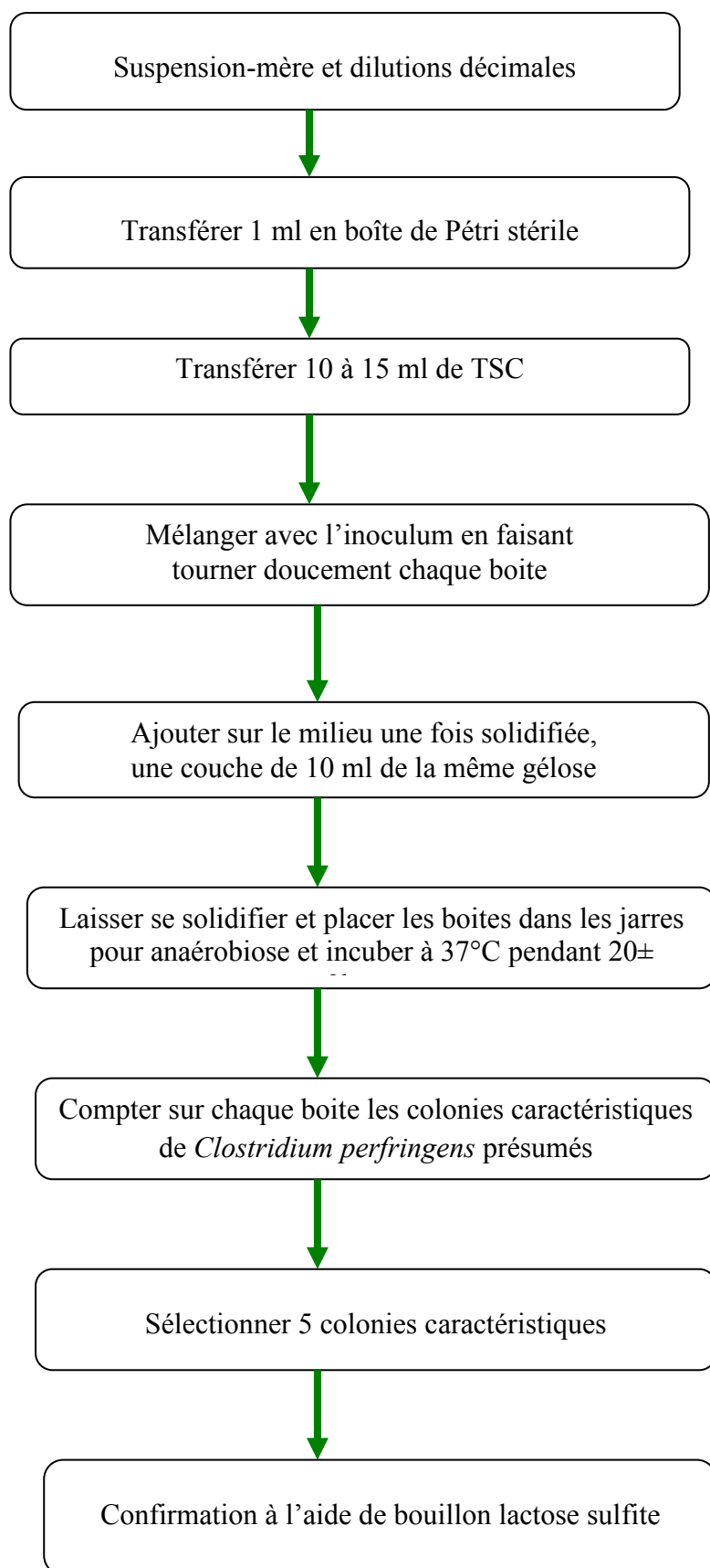
LSAHE/IPD

Annexe 12 : Matériel de laboratoire

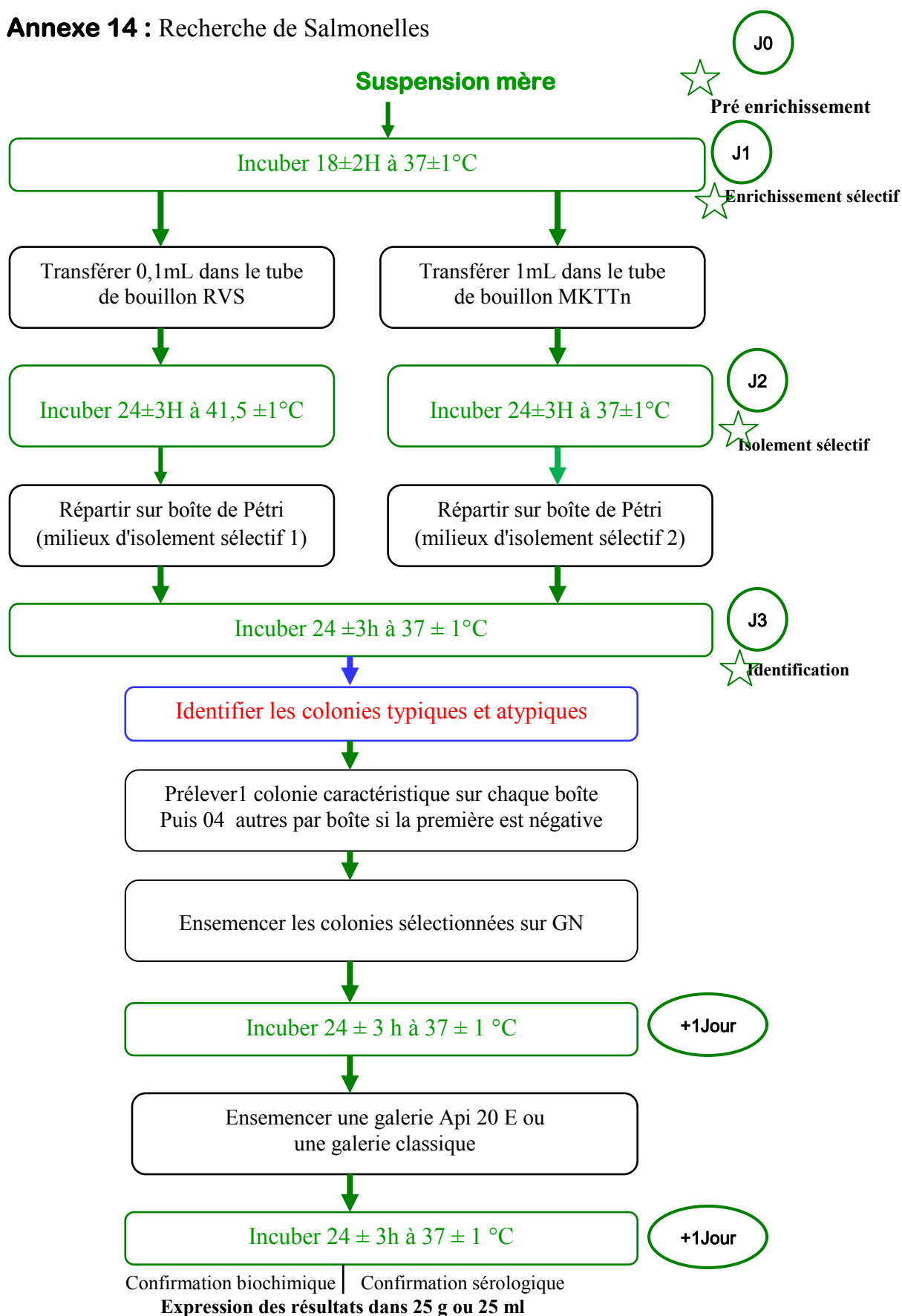
Il était composé du matériel usuel suivant :

- hotte avec balance de précision (Sartorius®) ;
- broyeur (Stomacher®) ;
- verrerie (flacon de 500 ,250 et 100ml ; tubes à essai ; erlenmeyer ; bécher ; boîte de Pétri ; pipettes);
- matériel de stérilisation (autoclave, four Pasteur, bec Bunsen) ;
- pissette d'alcool ;
- Balance à précision pour la pesée ;
- bain marie 95°C pour maintenir les milieux de culture fondus et 45°C pour refroidir les milieux ;
- étuves 37°C, 46°C, 44°C, 30°C, 41,5°C ;
- milieux de cultures : PCA, TBX, TSC, BP, MKTTn, RVS, Hektoen, XLD, GN, TSA, Kligler- Hajna ;
- Réactifs : LDC, Solution iodo-iodure, Urée, disque oxydase et disque ONPG.

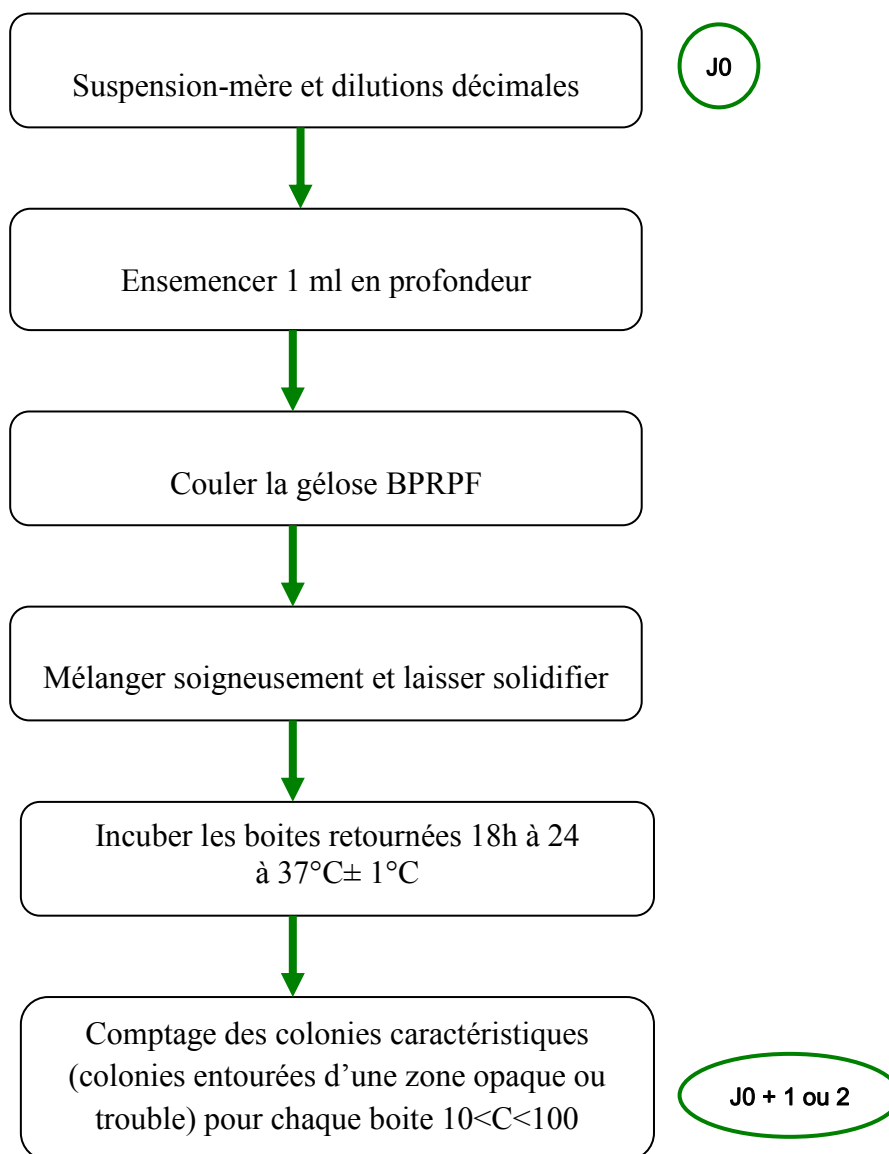
Annexe 13 : Dénombrement des Anaérobies sulfitoréducteurs



Annexe 14 : Recherche de Salmonelles



Annexe 15 : Dénombrement des staphylocoques aureus



LSAHE/IPD

Annexe 16 : Résultats des analyses bactériologiques des échantillons de viande ovine

Dates de prélèvement	Parties prélevées	FMAT 30°C (UFC/g)	Coliformes fécaux (UFC/g)	Aérobies sulfitoréducteurs (UFC/g)	Staphylocoques aureus (UFC/g)	Salmonelles	Qb
13/04/2015	Faux filet	-	$1,4 \cdot 10^4$	-	-	Absence	S
13/04/2015	Epaule	-	$1,3 \cdot 10^4$	-	-	Absence	S
13/04/2015	Côtelette	-	$1,5 \cdot 10^6$	-	-	Présence	NS
13/04/2015	Collier	-	$2,8 \cdot 10^4$	-	-	Absence	S
13/04/2015	Côtelette	-	$1,6 \cdot 10^3$	-	-	Absence	S
13/04/2015	Epaule	-	$1,2 \cdot 10^3$	-	-	Absence	S
13/04/2015	Côtelette	-	$3,1 \cdot 10^4$	-	-	Absence	S
13/04/2015	Collier	-	$8,4 \cdot 10^3$	-	-	Absence	S
13/04/2015	Cuisse	-	$1,2 \cdot 10^5$	-	-	Absence	NS
13/04/2015	Epaule	-	$1,9 \cdot 10^4$	-	-	Absence	S
12/08/2015	Côtelette	$3 \cdot 10^7$	$1,5 \cdot 10^5$	< 100	< 10	Absence	NS
12/08/2015	Epaule	$2,7 \cdot 10^7$	10^5	< 40	< 10	Présence	NS
12/08/2015	Cuisse	$3 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^6$	$4,5 \cdot 10^2$	< 10	Présence	NS
12/08/2015	Entrecôte	$3 \cdot 10^7$	$1,5 \cdot 10^4$	< 100	< 10	Présence	NS
12/08/2015	Cuisse	$3 \cdot 10^7$	$8 \cdot 10^4$	< 100	< 10	Présence	NS
12/07/2015	Côtelette	$3 \cdot 10^7$	$7,8 \cdot 10^5$	< 40	< 10	Présence	NS
12/08/2015	Cuisse	$6,3 \cdot 10^6$	$3,6 \cdot 10^3$	< 100	< 10	Absence	NS
12/08/2015	Côtelette	$3 \cdot 10^7$	$1,6 \cdot 10^6$	< 100	< 10	Absence	NS
12/08/2015	Epaule	$3 \cdot 10^7$	$7,3 \cdot 10^5$	< 100	< 10	Présence	NS
12/08/2015	Cuisse	$3 \cdot 10^7$	$1,5 \cdot 10^6$	< 100	< 10	Absence	NS
27/08/2015	Epaule	$3,5 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^4$	< 100	< 10	Absence	NS
27/08/2015	Cuisse	$3,5 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^4$	< 100	< 10	Présence	NS
27/08/2015	Côtelette	$8,3 \cdot 10^6$	$8,3 \cdot 10^4$	< 100	< 10	Absence	NS
27/08/2015	Entrecôte	$1,2 \cdot 10^7$	$4,6 \cdot 10^4$	< 100	< 10	Présence	NS
27/08/2015	Cuisse	$3 \cdot 10^7$	$6,9 \cdot 10^4$	< $4 \cdot 10^2$	< 10	Absence	NS
27/08/2015	Côtelette	$5 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^4$	< 100	< 10	Présence	NS
27/08/2015	Cuisse	$5 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^4$	< 100	< 10	Présence	NS
27/08/2015	Epaule	$5,8 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^4$	< 100	< 10	Présence	NS
27/08/2015	Cuisse	$3,2 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^4$	< 100	< 10	Présence	NS
27/08/2015	Cuisse	$1,7 \cdot 10^7$	$7 \cdot 10^4$	< 100	< 10	Présence	NS
11/09/2015	Epaule	$1,2 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^2$	< 10	Absence	NS
11/09/2015	Cuisse	$3 \cdot 10^6$	$2,7 \cdot 10^3$	$5,7 \cdot 10^2$	< 10	Absence	NS
11/09/2015	Entrecôte	$3,7 \cdot 10^5$	10^3	$1,2 \cdot 10^2$	< 10	Présence	NS
11/09/2015	Epaule	$2,9 \cdot 10^6$	$7,2 \cdot 10^2$	11	< 10	Présence	NS
11/09/2015	Côtelette	$5,1 \cdot 10^4$	$8,2 \cdot 10^2$	$6,6 \cdot 10^2$	< 10	Présence	NS

11/09/2015	Entrecôte	$1,3.10^6$	$1,3.10^5$	$3,8.10^2$	< 10	Présence	NS
11/09/2015	Epaule	3.10^6	$6,7.10^3$	$1,5.10^4$	< 10	Absence	NS
11/09/2015	Entrecôte	$2,4.10^6$	$4,8.10^3$	$1,3.10^{33}$	< 10	Présence	NS
11/09/2015	Côtelette	3.10^6	$1,8.10^3$	$1,3.10^3$	40	Présence	NS
11/09/2015	Cuisse	$1,2.10^6$	$3,2.10^3$	$4,9.10^3$	< 10	Présence	NS

LSAHE/IPD

Qb: Qualité bactériologique

S : Satisfaisant

NS: Non satisfaisant

Annexe 17 : Résultats des analyses bactériologiques des échantillons de viande bovine

Dates de prélèvements	Parties prélevées	FMAT 30°C (UFC/g)	Coliformes fécaux (UFC/g)	Anaérobies sulfitoréducteurs (UFC/g)	Staphylocoques aureus (UFC/g)	Salmonelles	Qb
07/04/2015	Epaule	-	$3,4.10^3$	-	-	Absence	S
07/04/2015	Cuisse	-	3.10^4	-	-	Présence	NS
07/04/2015	Cuisse	-	$1,2.10^5$	-	-	Présence	NS
07/04/2015	Epaule	-	$1,6.10^4$	-	-	Présence	NS
07/04/2015	Cuisse	-	$6,4.10^3$	-	-	Présence	NS
07/04/2015	Côtelette	-	$5,6.10^3$	-	-	-	S
07/04/2015	Epaule	-	$1,3.10^3$	-	-	-	S
07/04/2015	Collier	-	$2,1.10^3$	-	-	Présence	NS
07/04/2015	Cuisse	-	$4,8.10^3$	-	-	Absence	S
07/04/2015	Collier	-	$9,1.10^1$	-	-	Absence	S
29/07/2015	Cuisse	3.10^7	$3,6.10^4$	5.10^2	< 10	Présence	NS
29/07/2015	Epaule	3.10^7	7.10^4	$1,5.10^5$	< 10	Présence	NS
29/07/2015	Entrecôte	$3,4.10^5$	$1,5.10^5$	2.10^3	< 10	Présence	NS
29/07/2015	Cuisse	$2,6.10^6$	$9,4.10^4$	$1,1.10^2$	< 10	Présence	NS
29/07/2015	Epaule	3.10^7	$5,4.10^4$	3.10^2	< 10	Présence	NS
29/07/2015	Côtelette	$3,2.10^3$	$1,5.10^5$	$1,5.10^5$	< 10	Absence	NS
29/07/2015	Cuisse	3.10^7	$1,5.10^5$	$1,5.10^5$	< 10	Absence	NS
29/07/2015	Epaule	$2,3.10^3$	$3,4.10^3$	50	< 10	Absence	NS
29/07/2015	Côtelette	3.10^7	$2,4.10^5$	80	< 10	Absence	NS
29/07/2015	Cuisse	3.10^7	$5,1.10^4$	$1,2.10^2$	< 10	Absence	NS
19/08/2015	Epaule	$2,3.10^7$	$6,9.10^5$	< 100	< 10	Présence	NS
19/08/2015	Entrecôte	3.10^7	$1,4.10^6$	$< 4.10^2$	< 10	Présence	NS
19/08/2015	Cuisse	$2,7.10^7$	$1,5.10^6$	< 100	< 10	Présence	NS
19/08/2015	Entrecôte	$1,9.10^7$	$1,8.10^5$	< 100	< 10	Présence	NS
19/08/2015	Cuisse	3.10^7	$1,3.10^6$	< 100	< 10	Présence	NS
19/08/2015	Côtelette	3.10^7	$1,5.10^6$	< 100	< 10	Présence	NS
19/08/2015	Epaule	3.10^7	9.10^4	$< 4.10^2$	< 10	Absence	NS
19/08/2015	Entrecôte	$3,1.10^6$	$2,2.10^5$	< 100	< 10	Présence	NS
19/08/2015	Côtelette	$8,8.10^6$	$1,1.10^5$	< 100	< 10	Absence	NS
19/08/2015	Entrecôte	$3,4.10^6$	$4,3.10^4$	< 100	< 10	Présence	NS
02/09/2015	Epaule	$6,1.10^4$	$1,2.10^5$	$1,2.10^4$	< 10	Absence	NS
02/09/2015	Côtelette	$1,8.10^5$	$8,5.10^4$	$4,9.10^3$	< 10	Absence	NS
02/09/2015	Cuisse	$1,4.10^5$	$1,5.10^5$	$1,5.10^5$	< 10	Présence	NS
02/09/2015	Entrecôte	3.10^5	$1,5.10^5$	$1,5.10^4$	< 10	Présence	NS
02/09/2015	Cuisse	$1,1.10^5$	$3,9.10^4$	$6,3.10^2$	< 10	Présence	NS

02/09/2015	Epaule	3.10^5	$1,5.10^5$	$3,5.10^3$	< 10	Absence	NS
02/09/2015	Cuisse	3.10^5	$9,3.10^4$	$2,6.10^3$	< 10	Absence	NS
02/09/2015	Epaule	3.10^5	$1,5.10^5$	$1,5.10^4$	< 10	Présence	NS
02/09/2015	Entrecôte	3.10^5	$2,7.10^4$	$1,5.10^2$	< 10	Absence	NS
02/09/2015	Epaule	3.10^5	$9,8.10^3$	10^2	< 10	Absence	NS

LSAHE/IPD

Qb: Qualité bactériologique

S : Satisfaisant

NS: Non satisfaisant



ARTICLE ORIGINAL

Evaluation de la qualité bactériologique de la viande bovine produite à l'abattoir de Dakar (Sénégal)

A. DIAWARA¹✉, K. S. B. SYLLA², R. BADA-ALAMBEDJI² et G. J. SAWADOGO²

¹ Direction des Services vétérinaires, VDN, Cité SICAP Keur Gorgui, Immeuble Y1D, BP 37 340 Grand Yoff - Dakar (Sénégal)

² Ecole Inter – Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV) de Dakar – Sénégal. BP : 5077 Dakar Fann – Sénégal.

✉ Correspondance et tirés à part, e-mail : diawara@refer.sn

Résumé

L'objectif de cette étude est d'apprécier à la fin de la chaîne d'abattage, la qualité bactériologique de la viande bovine produite à l'abattoir de Dakar. Ainsi, les 224 échantillons prélevés à cet effet, sont répartis comme suit : 36 pour dénombrer la flore aérobie mésophile totale, 46 pour les coliformes thermotolérants, 49 pour les anaérobies sulfite-réducteurs, 43 pour les staphylocoques présumés pathogènes et, 50 pour rechercher les salmonelles. Les résultats des analyses ont montré que pour la flore aérobie mésophile totale 28% des échantillons ont un nombre de germes supérieur à 5.10^2 germes/g. La présence des coliformes thermotolérants et de *Staphylococcus aureus* est notée respectivement, dans 4% et 8% des échantillons. Aucun échantillon n'a révélé la présence de salmonelles. 98% des échantillons ont un niveau de contamination inférieur à 2 germes /g pour les anaérobies sulfite-réducteurs. Ces résultats témoignent dans une certaine mesure, une bonne hygiène de la préparation des viandes rouges produites à l'abattoir de Dakar. (RASPA, 12 (1) : 9-13).

Mots-clés : Viandes rouges - Hygiène - Contamination - Germes.

Abstract

Assessment of the bacteriological quality of beef meat produced at Dakar slaughterhouse (Senegal)

The objective of this study is to assess at the end of the slaughter line, the bacteriological quality of beef meat produced at Dakar's slaughterhouse. Thus, 224 samples collected for this purpose, are distributed as follows: 36 to enumerate the Total Aerobic Mesophilic Flora, 46 the Thermotolerant Coliforms, 49 the Sulphite-Reducing Anaerobic, 43 the *Staphylococcus Aureus* suspected pathogenic and, 50 for search *Salmonella*. The results of bacteriological testing of the samples showed that 28% total aerobic Mesophilic Flora have a number of germs higher than 5.10^2 germs / g. Thermotolerant Coliforms and *Staphylococcus Aureus* are present respectively, in 4% and 8% of the samples. No *Salmonella* has been revealed. 98% have a level less than 2 germs / g for Sulphite-Reducing Anaerobic contamination.

These bacterial levels show to a certain extent, a healthy preparation of red meat produced at the slaughterhouse of Dakar.

Keys – Words: Red Meat - Hygiene - Contamination - Germs.

Introduction

Les contaminations bactériennes lors des différentes étapes de production et de consommation des aliments sont responsables d'intoxications alimentaires humaines dans le monde entier [3] et [30]. Bien qu'il soit difficile d'estimer leur incidence, selon l'Organisation Mondiale de la Santé environ 2,2 millions de personnes décèdent chaque année des suites d'une diarrhée liée à la consommation d'aliments contaminés [5]. Ce chiffre, plus élevé dans les pays en voie de développement, varie en fonction de l'état de santé des populations et de l'hygiène des aliments. Les maladies d'origine alimentaire attribuées à des microorganismes peuvent provoquer de graves symptômes débilissants et entraîner la mort dans certains cas [24].

On distingue classiquement deux types de microorganismes de contamination des viandes : la flore d'altération, non pathogène et la flore pathogène [7] et [28]. Les problèmes les plus sérieux liés à la qualité de la viande résultant de problèmes immédiats de santé publique et les rappels du marché de produits potentiellement

contaminés, sont associés à des microbes, et en particulier les agents pathogènes bactériens [15].

La contamination des aliments d'origine animale principalement, des viandes et produits carnés, est responsable de 28% des cas d'intoxications alimentaires collectives [16]. Cette situation est inquiétante car, la majorité de la population mondiale a recours à la viande comme source de nourriture alors que le risque de transmission des infections zoonotiques est souvent associé à la viande contaminée [23]. Ainsi, l'innocuité de la viande est au premier plan des préoccupations ces dernières années [15] étant donné que la mauvaise hygiène dans les abattoirs favorise la contamination, la survie et la croissance des microbes [1]; [2]; [11]; [12]; [21] et [38]. Malheureusement, au Sénégal, le rôle de l'alimentation dans la transmission des maladies est encore mal connu et l'incidence des maladies d'origine alimentaire sous-estimée.

L'objectif de la présente étude menée en 2008, est d'évaluer la qualité bactériologique de la viande bovine produite à l'abattoir

de Dakar. De manière spécifique, il s'est agi de dénombrer et de rechercher des bactéries responsables de toxi-infections alimentaires et d'altération de cette viande.

Matériel et Méthodes

1. CADRE DE L'ÉTUDE

L'abattoir de Dakar construit dans le Département de Pikine est géré par la Société de Gestion des Abattoirs du Sénégal sur la base d'un contrat de concession la liant à l'Etat. Cet abattoir est équipé d'une chaîne moderne d'abattage d'une capacité approximative de 60 bovins par heure.

2. MATÉRIEL

2.1. Echantillons

Les échantillons sont constitués de viandes bovines de différentes races locales notamment, Ndama et Zébu.

2.2. Matériel de prélèvement

Le matériel de prélèvement comprend :

- une trousse en acier inoxydable contenant : scalpels, et pinces à dents de souris conditionnés dans du papier aluminium et stérilisés au four Pasteur à 180°C pendant 45 mn ;
- un gabarit de 10 cm de côté conditionné dans du papier aluminium et stérilisé au four Pasteur à 180°C pendant 45 mn ;
- des boîtes de Pétri de 90 mm de diamètre ;
- un flacon d'alcool pour flamber le matériel à stériliser sur le lieu du prélèvement ;
- un chalumeau et allume-gaz pour créer un environnement stérile autour de la zone de prélèvement ;
- une glacière contenant des outres de carboglace congelées pour assurer le froid pendant le transport.

2.3. Matériel de laboratoire

Le matériel classique de laboratoire pour analyse microbiologique des produits alimentaires a été utilisé.

3. MÉTHODES

3.1. Prélèvement

3.1.1. Technique de prélèvement

Le gabarit préalablement flambé à l'alcool est appliqué sur la surface à prélever de manière à délimiter une surface de 10 cm de côté. À l'aide d'un scalpel, la surface circonscrite par le cadre métallique est découpée sur une épaisseur de 2 cm ; le morceau est déposé dans une boîte de Pétri stérile. Cette opération est effectuée à proximité de la flamme du chalumeau. La boîte numérotée est placée dans la glacière.

Une fiche accompagne chaque échantillon prélevé selon le cas, sur différents sites des faces interne (péritoine) et externe (Rumsteck, bavette, macreuse et collier) des demi carcasses de bovins.

Les échantillons sont acheminés dans une glacière contenant des outres de carboglace au laboratoire d'Hygiène et Industrie des denrées alimentaires d'origine animale de l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar.

3.1.2. Préparation des prélèvements

Le prélèvement est découpé avec des ciseaux en petits morceaux. De manière aseptique, 25 g de viande sont pesés dans un sachet Stomacher® stérile et taré au préalable.

Les 25 g de viande et 225 ml d'eau peptonée tamponnée préalablement stérilisée dans un flacon, sont introduits dans un sachet Stomacher® stérile où ils sont broyés pendant 2 à 3 mn. Le surnageant récupéré dans le flacon, constitue la solution mère ou 10^{-1} ayant une densité de 1 c'est-à-dire, qu'elle contient 1 g d'aliment dans 1 ml de solution.

3.2. Analyse bactériologique

À partir des dilutions, nous avons procédé aux ensemencements dans des milieux sélectifs appropriés qui, après incubation ont permis l'identification, le dénombrement des microorganismes suivant les méthodes présentées dans le tableau I.

Les résultats des analyses bactériologiques ont été interprétés selon les critères microbiologiques suivants [28] :

- Flore anaérobie mésophile totale	: 5.10^2 /g ;
- Coliformes thermotolérants	: 3.10^2 /g ;
- Staphylocoques	: 10^2 /g ;
- Anaérobies sulfito-réducteurs	: 2/g ;
- Salmonelles	: absence dans 25 g.

Résultats

Concernant la flore aérobie mésophile totale, les résultats montrent que seuls 28% des échantillons ont un nombre de germes supérieur à 5.10^2 (Tableau II).

La présence de coliformes thermotolérants a été notée dans 8% de nos échantillons (Tableau III).

La présence de Staphylocoques aureus est notée seulement, dans 14% des échantillons (Tableau IV).

Les résultats montrent que 98% des échantillons présentent un niveau de contamination inférieur à 2/g. Ces résultats sont négatifs pour la recherche des salmonelles (entérobactéries pathogènes pour l'homme et l'animal) pour tous les échantillons (Tableau V).

Tableau I : Référence des méthodes utilisées pour les analyses bactériologiques

Germes recherchés	Référence des méthodes utilisées
Flore aérobie mésophile totale	NF EN ISO 4833
Coliformes thermotolérants	NF V 08-060
Staphylocoque aureus	ISO 6888-1
Anaérobies sulfito-réducteurs	NF ISO 15213
Salmonelles	NF EN ISO 6579

Tableau II : Niveau de contamination par la flore aérobie mésophile totale

Critère microbiologique	Niveau de contamination	Nombre d'échantillons	Pourcentage	Pourcentage cumulé
5.10^2 /g	$F \leq 5.10^2$	36	72	72
	$5.10^2 < F \leq 5.10^3$	0	0	72
	$F > 5.10^3$	14	28	100

Tableau III : Niveau de contamination par les coliformes thermotolérants

Critère microbiologique	Niveau de contamination	Nombre d'échantillons	Pourcentage	Pourcentage cumulé
3.10 ² /g	F ≤ 3.10 ²	46	92	92
	3.10 ² < F ≤ 3.10 ³	2	4	96
	F > 3.10 ³	2	4	100

Tableau IV : Niveau de contamination par *Staphylocoques aureus*

Critère microbiologique	Niveau de contamination	Nombre d'échantillons	Pourcentage	Pourcentage cumulé
10 ² /g	F ≤ 10 ²	43	86	86
	10 ² < F ≤ 10 ³	4	8	94
	F > 10 ³	3	6	100

Tableau V : Niveau de contamination par les germes anaérobies sulfito-réducteurs

Critère microbiologique	Niveau de contamination	Nombre d'échantillons	Pourcentage	Pourcentage cumulé
2/g	F ≤ 2	49	98	98
	2 < F ≤ 20	1	1	100
	F > 20	0	0	100

Discussion

1. FLORE AÉROBIE MÉSOPHILE TOTALE

Malgré l'abondance de la flore totale dans nos échantillons, seuls 28% ont un nombre de germes supérieur à 5.10² /g de viande contrairement à WADE [34] qui a dénombré une moyenne de 4,03.10⁷ germes /g de viande. Cette moyenne supérieure aux normes, est également, plus élevée que celle de KEBEDE [17] qui a trouvé 3.10⁵ germes/g.

Le niveau de contamination de surface des carcasses varie en fonction des conditions d'hygiène et de la procédure d'abattage [19] et [35]. Les parties proches de la fente d'éviscération et du collier sont les plus souillées [29]. En outre, les mains sales, les vêtements des travailleurs, les équipements de l'abattoir peuvent être des sources intermédiaires de contamination de la viande [2] et [13].

Globalement, les résultats de cette étude sont satisfaisants comparativement à ceux de Wade [34].

2. COLIFORMES THERMOTOLÉRANTS

Ce sont des germes indicateurs d'hygiène déficiente et naturellement présents en grand nombre dans les intestins des hommes et des animaux. Ils ne sont pas toujours pathogènes mais, leur présence est un signe d'une contamination fécale récente [11] et [3]. Les résultats de la présente étude qui montrent leur absence dans 92% des échantillons, concordent dans une certaine mesure, avec ceux de KEBEDE [17] qui a trouvé que 20 échantillons seulement sur 110 prélevés aux abattoirs de Dakar ne sont pas conformes, soit 18,18%. Ces deux résultats sont opposés à ceux de SEEISO et Mc CRINDLE [30] qui en ont trouvé en quantité importante.

Selon CATSARAS et al. [9] des coliformes thermotolérants ont été détectés dans 40% des frottis effectués sur les carcasses manipulées à la boucherie expérimentale de la section

technologique des viandes de Zeist et dans 70% des échantillons provenant des carcasses du commerce de détail.

La présence de coliformes thermotolérants témoigne une contamination d'origine fécale de la viande et les conditions d'abattage [8] et [10]. Cette observation est confirmée par l'étude de SEEISO et Mc CRINDLE [30], selon laquelle, le nombre élevé de coliformes thermotolérants montre que la viande commercialisée au Lesotho n'est pas apte à la consommation humaine et témoigne sa mauvaise qualité hygiénique.

3. STAPHYLOCOCCUS AUREUS

L'incidence élevée de *Staphylococcus aureus* sur les carcasses de bœuf est une préoccupation, car elles peuvent être une source de contamination pour d'autres aliments.

La recherche de *Staphylocoques aureus* de cette étude montre qu'il est absent dans 86% des échantillons. Ces résultats sont similaires à ceux de KEBEDE [17] qui en a trouvé dans 13% des échantillons prélevés à l'abattoir de Dakar. Ce sont des germes ubiquistes que l'on trouve aussi bien sur la peau des animaux que chez l'homme au niveau des muqueuses, du rhinopharynx, des plaies et des abcès [10].

4. ANAÉROBES SULFITORÉDUCTEURS

Ces germes telluriques hôtes de l'intestin de l'homme et des animaux ont été isolés dans 2% des échantillons alors que KEBEDE [17] a rapporté que 68% des échantillons prélevés à l'abattoir de Dakar ont moins de 10 germes/cm².

5. SALMONELLES

Les résultats de cette étude ont montré une absence de salmonelles dans les échantillons dont la prévalence élevée représente un réel danger pour le consommateur. CATSARAS et al. [9] n'ont également pas isolé de salmonelles sur 40 carcasses de bovins.

KEBEDE [17] les a mis en évidence une seule fois sur 100 échantillons. Il en est de même pour SIHAM et TAHA [31] qui ont trouvé des salmonelles sur sept carcasses bovines correspondant à 10 % de leurs échantillons. Ces résultats reflètent les mauvaises conditions d'abattage et de manipulation des carcasses, de même que le manque d'hygiène à l'abattoir d'El-Harrach (Algérie).

UBACH et al. [33] et STOLLE [32] ont montré une hétérogénéité dans la répartition des salmonelles sur la surface des carcasses.

La détection des carcasses porteuses de salmonelles par échantillonnage, semble souvent vouée à l'échec, compte tenu de la faible fréquence de contamination dans un même lot pour les carcasses de bovins [7].

Sans contrôle hygiénique adéquat, l'environnement de l'abattoir et les boucheries peuvent agir comme une source importante de contamination microbiologique [6] ; [16] et [26]. Selon RIEMANN et BRYAN [27] cités par YASSIEN et al. [36], la présence ou l'absence de salmonelles dans la viande est plus tributaire des sources de contamination de la salle d'abattage de l'animal contaminée antérieurement par des salmonelles pouvant survivre sur les outils de travail, dans l'environnement pour contaminer d'autres carcasses. La production de viande de qualité dépend du contrôle à toutes les étapes [3] ; [4] ; [18] et [22].

Par contre, certains auteurs [20]; [32] et [35] pensent qu'il n'est pas souhaitable de considérer les salmonelles comme indicateur de la qualité hygiénique des abattoirs.

Dans une très large mesure, l'abattoir conditionne le devenir de la viande. Ainsi, le contrôle de l'hygiène dans les abattoirs, premier maillon dans la chaîne pour le développement des viandes, est essentiel pour assurer la sécurité des consommateurs [14]. Selon LOUBAMBA [20], à l'abattoir de Dakar, les principales sources de contamination sont liées au contact permanent des mains des opérateurs sur les surfaces exposées des carcasses, les surfaces dépouillées entre les carcasses, les manipulations inutiles des carcasses par les chevillards.

Conclusion

Les résultats de nos travaux qui ont porté sur l'évaluation de la charge microbienne des carcasses de bovins produits à l'abattoir de Dakar, sont satisfaisants à 72%, avec une absence totale de salmonelles.

Les bonnes pratiques pour l'industrie de la viande de l'Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture et la Fondation internationale Carrefour (2006) recommandent de recourir à la méthode Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) en tant que moyen d'améliorer la sécurité sanitaire des aliments. L'application du Système HACCP dans les systèmes de production de viande aide à identifier et évaluer les risques pour la sécurité de la viande. Le système HACCP et les bonnes pratiques de fabrication, peuvent remplacer ou compléter la traditionnelle inspection des viandes.

Remerciements

Pour sa constante assistance et sa totale disponibilité tout au long de cette étude, les auteurs remercient vivement M. Malang SEYDI, Professeur titulaire de l'Enseignement supérieur en Hygiène, Technologie et Qualité des aliments de l'homme.

Bibliographie

- 1- ABDALLA M.A.; SULIMAN S.E.; AHMED D.E. et BAKHIET A.O., 2009. Estimation of bacterial contamination of indigenous bovine carcasses in Khartoum (Sudan). *African Journal of Microbiology Research* 3(12): 882-886
- 2- ABDALLA M. N.; SIHAM E.; SLUMAN et ALIAN Y.Y.H.A., 2009. Microbial Contamination of Sheep Carcasses at Modern Slaughterhouse in Khartoum State. *Sud. J. Vet. Sci. Anim. Husb.* 48 (1&2): 51-56
- 3- ALIYAR F., 2011. Meat Safety: Past, Present, and Future Outlook. *International Livestock Congress, Denver, CO. The Beef Marketplace: Strategies for Today and Tomorrow. Proactive Strategies to Deal with Changes.* - 11 p.
- 4- BELL R.G., 1997. Distribution and sources of microbial contamination of beef carcasses. *Journal of Applied Microbiology*, 82: 292-300
- 5- BONFOH B., 2010. Valeur ajoutée de la participation dans l'analyse de risques des aliments à l'intersection des secteurs formel et informel. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*, 8 n° S.- 2 p.
- 6- BOUCHRA O.; HAKIM K.; NOURREDINE B. et ABDELLAH A., 1998. Appréciation de la qualité bactériologique de la viande et des abats de taurillons fraîchement abattus dans les abattoirs de Rabat. *Actes Jnst. Agron. Veto (Maroc)*, 18 (3): 169-176
- 7- CARTIER P., 1993. Importance, origine et mode d'appréciation de la contamination salmonellique de la carcasse des Bovins. *Examen de 222 vaches de réforme. Viandes et Prod. Carnés*, 14: 35-38
- 8- CARTIER P., 1990. Méthodologie de contrôle de la qualité hygiénique d'un avant de bovins. *Viandes et Prod. Carnés*, 11: 215-216
- 9- CATSARAS M. ; GULISTANI A.N. et MOSSEL D.A.A., 1974. Contamination superficielle des carcasses réfrigérées de bovins et de chevaux. *Recueil de Médecine Vétérinaire*, tome 150, 4: 287-294
- 10- DENNAÏ N., KHARRATI B., EL YACHIOUI M., 2001. Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Ann. Méd. Vét.*, 145: 270-274
- 11- DIEYE A., 2011. Contribution à l'étude de l'hygiène de la préparation des bovins aux abattoirs de Dakar (Sénégal). *Th. Méd. Vét. Dakar* 13. - 92 p.
- 12- FAO et FONDATION INTERNATIONALE CARREFOUR, ROME, 2006. Les bonnes pratiques pour l'industrie de la viande. - 326 p.
- 13- GALLAND J.C., 1997. Risks and prevention of contamination of beef carcasses during the slaughter process in the United States of America. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 16 (2): 395-404
- 14- HARHOURA KH.; BOUKHORS K.T.; DAHMANI A.; ZENIA S. et AISSI M., 2012. Survey of hygiene in ovine slaughterhouses of Algiers region by bacteriological analysis of carcasses. *African Journal of Microbiology Research* 6(22): 4722-4726
- 15- JOHN N. S., 2007. Challenges to meat safety in the 21st century. *Meat Science* 78 : 3-13
- 16- KARIB H.; BAZRI L.; YANGUELA J.; BLANCO D. et HERRERA A., 1994. Appréciation de l'hygiène des abattoirs, par l'analyse bactériologique des carcasses bovines. *Viandes Prod. Carnés*, 15: 79-82
- 17- KEBEDE G., 1986. Contribution à l'étude de la contamination superficielle des carcasses de bovins aux abattoirs de Dakar (Sénégal). *Th. Méd. Vét. - Dakar* ; 17. - 115p.
- 18- KORSAK N.; CLINQUART A. et DAUBE G., 2004. *Salmonella* spp. dans les denrées alimentaires d'origine animale : un réel problème de santé publique. *Ann. Méd. Vét.*, 148: 174-193
- 19- LASTA J.A.; RODRIGUEZ R.; ZANELLI MC., 1992. Bacterial count from bovine as an indicator of hygiene at slaughtering places. A proposal for sampling. *J. Food Prot.*, 54: 271-278
- 20- LOUBAMBA L., 2012. Contribution à l'étude du ressuyage des carcasses bovines aux abattoirs de Dakar (Sénégal) : aspects technologiques et hygiéniques. *Th. Méd. Vét. - Dakar* ; 02. - 125 p.
- 21- MARCIA DE A.F.B.; LUIS A.N.; ALEXANDRE A.M. et VANERLI B., 2007. Identification of main contamination points by hygiene indicator microorganisms in beef processing plants. *Clênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 27(4): 856-862

- 12- MARTINELLI T.M.; ROSSI J.O.D.; CERESER N.D.; CARDOZO M.V.; PINTO F.R. et PERRI S.H.V., 2011. Microbiological evaluation of the muscle surface of lamb carcasses during slaughter processes in the slaughterhouse. *ARS VETERINARIA*, Jaboticabal, SP, 27, 3: 145-151
- 13- NAFISA H.A.; AMBER F.; ADNAN K.; AMEERA Y.K. et SHAHANA U.K., 2010. Microbial contamination of raw meat and its environment in retail shops in Karachi, Pakistan. *J Infect Dev Ctries* 2010; 4(6): 382-388
- 14- NORASAK K.; TERRANCE M.A.; JOSEPH M.B.; DAYNA M.B.H.; MICHAEL N.G.; STEVEN D.S.; TOMMY L.W. et MOHAMMAD K.; 2007. Microbiological Characterization of Lamb Carcasses at Commercial Processing Plants in the United States. *Journal of Food Protection*, 70, n° 8: 1811-1819
- 15- NOZHA C. et HAKIM K., 2006. Risque hygiénique lié à la présence des *Escherichia coli* dans les viandes et les produits carnés : Un réel problème de santé publique? *Les technologies de laboratoire* - n°1. - 6 p.
- 16- PHILIPPE C. et ISABELLE M., 2007. Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. *Institut de l'Elevage*. -72 p.
- 17- RIEMANN H. et BRYAN F., 1979. Food-borne infections and intoxication. 2nd Ed., Academic Press Inc., Chap 2. - 75 p.
- 18- ROSSET R. et LAMELOISE P., 1982. Microbiologie de la viande les viandes : Hygiène et technologie Paris Ed. du CNRS. - 352 p.
- 19- ROZIER J.; CARLIER V. et BOLNOT F., 1985. Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments. Paris; SEPIAC. -230 p.
- 10- SEEISO T.M. et MCCRINDLE C.M.E., 2009. An investigation of the quality of meat sold in Lesotho. 0038-2809 *Jl S.Afr.vet.Ass.* 80(4): 237-242
- 31- SIHAN N. et TAHA M.H., 2009. Superficial Bacterial Contamination of Ovine and Bovine Carcasses at El-Harrach Slaughterhouse (Algeria). *European Journal of Scientific Research* 38 3: 474-485
- 32- STOLLE F.A., 1988. Establishing microbiological surveillance programme at slaughterlines - A new Concept of meat hygiene. *Meat Sci.*, 22: 203-211
- 33- UBACH M.; MIGUEL A. et PING P., 1988. Investigación de *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli* y *Salmonella enterica* en carnes frescas. *Alimentarias*, 12: 16-18
- 34- WADE I., 1992. Contribution à l'Etude de la qualité bactériologique de la Viande bovine locale au niveau des points de vente de détail et de consommation de Dakar. Thèse Méd. Vét. - Dakar; 17. - 97 p.
- 35- WIDDERS P.R.; COATES K.J.; WARNER S.; BEATTIE J.C.; MORGAN I.R. et HICKEY M.W., 1995. Controlling microbial contamination on beef and lamb meat during processing. *Aust. Vet. J.*, 72: 208-211
- 36- YASSIEN M.A.; AHMED A.M.; ELIAS S.S. et AHMED A.M., 2007. Enterobacteriaceae Contamination of Lamb Carcasses at Ismailia Governorate. *J. Saudi Soc. for Food and Nutrition.*, 2, n° 2. - 10 p.
- 37- ZELENKOVA L.; ZIAROVSKA J.; KRACMAR S.; MURA L.; KOZELOVA D.; LOPASOVSKY L.; KUNOVA S. et TINAKOVA K., 2012. Application of epidemiological information system (EPIS) in The Slovak Republic within the surveillance of Salmonellosis and Campylobacteriosis outbreaks in The European Union (2001-2010). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. LX 23 (1), - 12 p.
- 38- ZWEIFEL C.; FISCHER R. et STEPHAN R., 2008. Microbiological contamination of pig and cattle carcasses in different small-scale Swiss abattoirs. *Meat Science*, 78(3): 225-231



Résumé

La viande, source importante de protéines, joue un rôle essentiel dans l'alimentation à travers le monde. Au Sénégal, le décret n° 89 – 543 du 5 mai 1989 stipule que « les animaux de boucherie et de charcuterie, ne peuvent être abattus que dans les abattoirs ou tueries agréés ». Ainsi, l'essentiel des viandes consommées dans la région est produit aux abattoirs de Dakar.

Cette prestation de service est assurée par la Société de Gestion des Abattoirs du Sénégal assistée du Service de l'Inspection sanitaire et de salubrité du Ministère de l'Elevage et des Productions animales. L'objectif de cette étude était d'apprécier la qualité bactériologique des viandes bovine et ovine produites aux abattoirs de Dakar. Pour cela, des échantillons ont été prélevés aux abattoirs de Dakar, pour dénombrer la flore totale, les coliformes thermotolérants, les anaérobies sulfitoréducteurs, les staphylocoques présumés pathogènes et rechercher les salmonelles.

Les résultats des analyses bactériologiques ont montré que les échantillons de viandes bovine et ovine présentant un nombre de germes supérieur à 5.10^2 germes/g de flore aérobie mésophile totale étaient de 56,6 % et 93,4, respectivement. Les coliformes thermotolérants étaient présents dans tous les échantillons de viandes bovine et ovine. Staphylocoques pathogènes était absent dans la viande bovine mais présent à 3,4% dans la viande ovine. Les salmonelles étaient présentes dans les viandes bovine et ovine à 57,8 % et 52,2 %, respectivement.

En ce qui concerne les anaérobies sulfitoréducteurs, 33,4 % des échantillons de viande bovine avaient un niveau de contamination inférieur ou égal à 2 germes /g contre 60% pour la viande ovine. Ces charges bactériennes démontreraient la nécessité de l'amélioration significative des bonnes pratiques d'hygiène de la préparation des viandes bovine et ovine aux abattoirs de Dakar afin de préserver la santé publique à un niveau acceptable.

Evaluation de la qualité bactériologique des viandes bovine et ovine produites aux abattoirs de Dakar (Sénégal)

Abstract

Meat, major source of protein, plays an important role in food supply chain. In Senegal, it is stipulated in an official order issued by the legal authority (Decree No. 89-543 of 5 May 1989), that animals producing meat can only be slaughtered in approved abattoirs." Thus, Dakar slaughterhouse produced the major quantity of meat consumed in the region.

This mission is assumed by the Senegal Slaughterhouses Management Company which is assisted by the sanitary inspection and safety services of the Ministry of Livestock and Animal production.

The objective of this study was to evaluate the bacteriological quality of beef and sheep meat produced in the slaughterhouse of Dakar. For this, samples were taken at the slaughterhouse of Dakar, for counting the total flora, thermotolerant coliforms, anaerobic sulphite, pathogenic staphylococci and search suspected salmonella.

The results of bacteriological analyzes showed that the samples of beef and sheep with a greater number of germs to 5.10^2 germs / g of total mesophilic aerobic flora were 56.6% and 93.4, respectively. Thermotolerant coliforms were present in all samples of beef and sheep meat. Pathogenic staphylococci was absent in beef but present to 3.4% in sheep meat. Salmonella were present in beef and sheep to 57.8% and 52.5%, respectively.

Regarding the anaerobic sulphite, 33.4% of beef samples had a lower level of contamination or equal to 2 germs / g against 60% for sheepmeat.

These bacterial loads would demonstrate the need for significant improvement of good hygiene practices in the preparation of beef and sheep slaughterhouse in Dakar in order to preserve public health to an acceptable level.

Discipline : Productions et Biotechnologies animales

Mots clés: Viande, bovin, ovine, flore totale, coliformes thermotolérants, anaérobies sulfitoréducteurs, staphylocoques, salmonelles, abattoirs, Dakar, Sénégal.

Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV) de Dakar, BP : 5077 Dakar-Fann - DAKAR
Contacts : diawara@refer.sn / awdiawara@gmail.com