

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

FACULTE DES SCIENCES
ET TECHNIQUES

ECOLE INTER-ETATS DES
SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES



Année 2008



N°4

ETUDE DE L'EFFICACITE DU RESSUAGE REFRIGERE DES VIANDES DE BOVINS AUX ABATTOIRS DE DAKAR

MEMOIRE DE DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES DE PRODUCTIONS ANIMALES.

*Présenté et soutenu publiquement
Le 28 Mai 2008 à l'EISMV à 10 heures*

PAR Mamadou BALDE
Né le 04 mars 1979 à Awataba (SENEGAL).

Membres du JURY

Président : M. Joseph Louis PANGUI Professeur à l'EISMV

Membres : M. Bhen Sikina TOGUEBAYE Professeur à l'UCAD

M. Malang SEYDI Professeur à l'EISMV
Directeur et Rapporteur



DEDICACES

A ALLAH le Tout Puissant, le Tout Miséricordieux et à son Prophète Mohammad (PSL).

A ma mère « feu Dièynabou BALDE »

Maman, il y a 14 ans que vous quittez ce bas monde pour un repos éternel. Je garde en mémoire votre générosité et votre franc-parler, caractères que vous m'avez transmis.

Que la terre de Saré Bouty vous soit légère.

A mon père Sambarou BALDE

Votre courage et votre amour du travail, m'ont toujours inspiré. Ce modeste travail vous est spécialement dédié. Que dieu vous laisse encore longtemps à mes côtés.

A mon frère « feu Ousmane BALDE »

Tu suivais mes pas quand le destin t'a arraché de ce monde. Que ton âme repose en paix.

A tous mes frères et sœurs dont je ne peux citer ici. J'espère que ce travail vous servira d'exemple et vous donnera le courage de persévérer dans vos études.

A mon grand frère Djibril BALDE. Vous constituez pour moi un exemple dans le travail et le respect du prochain. Ce travail est aussi le votre.

A toutes les familles qui m'ont accueilli dans leurs maisons respectives durant mes études. Vous avez participé à cette œuvre.

A mon tuteur Boubacar COLY, sa femme Mme COLY né Mariama DIALLO, leurs enfants, Ismaila COLY, Idrissa COLY, Ousmane SOW, Tahirou SANE, Cheikh Fall, Youssouf Kabo, Néné Diallo, Sana DIALLO, Adama DIALLO.

A tous les élèves et étudiants avec qui j'ai partagé un moment pendant les études en particulier Boubacar DIALLO, Mamadou I GANO, Demba BOIRO, Moussa DIALLO, Zamzam KHALFANY, ALPHA B. BALDE, Justin KOUAME.



REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé à réaliser ce travail.

J'adresse mes remerciements les plus chaleureux à M. Malang SEYDI, Professeur à l'EISMV, pour la confiance qu'il m'a accordée et la sympathie qu'il m'a témoigné au cours de ces années. Je le remercie également pour l'honneur qu'il me fait en encadrant ce mémoire.

Je souhaite remercier ici le Docteur SYLLA et le Docteur ABDELSALAM ADOUM DOUTOUM pour leur disponibilité, leur sympathie et surtout pour l'initiation et les corrections qu'ils ont apporté à ce travail. Merci infiniment.

Je remercie tout le personnel du laboratoire de HIDAOA, pour les encouragements et les conseils qu'ils m'ont apportés.

Je souhaite également présenter ici tous mes remerciements à M. CISSE PDG de la SOGAS ainsi qu'aux techniciens frigoristes en particulier M. Aliou BA pour sa disponibilité.

Je remercie tous mes amis d'enfance en particulier, Boubacar BALDE, Ibrahima BALDE, Demba BOIRO, Mohamed DIA, Boubacar Diallo, Hothia Diallo, Yaya DIALLO, Abdourahmane GANO et Mamadou I. GANO pour leur amitié.

Je voudrais enfin remercier tous les enseignements qui ont contribué à ma formation et l'ensemble des étudiants de la 6^{ème} promotion du DEA-PA avec qui j'ai vécu de bons moments sans oublier les étudiants du Département Sciences Naturelles de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

Que chacun veuille bien trouver ici le témoignage de mon amitié.

A NOS MAÎTRES ET JUGES

- *A notre président de jury, Professeur Louis Joseph PANGUI*

Directeur de l'EISMV de Dakar.

Vous nous faites l'insigne honneur de présider notre jury de mémoire.

Président le peu de temps que j'ai passé avec vous, j'ai appris à aller droit au but et à être simple dans mon propos. Soyez assurés de ma profonde reconnaissance.

- *A notre directeur de mémoire, El Hadj Malang SEYDI, Professeur à l'EISMV.*

Vous nous avez séduit par la rigueur de votre raisonnement scientifique, mais surtout vous nous avez impressionné par votre amour du travail bien fait.

Veillez trouver ici l'expression de nos sincères remerciements.

- *A notre maître et juge, Monsieur Bhen Sikina TOGUEBAYE Professeur à la FST de L'UCAD.*

Vous avez accepté de juger ce travail malgré vos multiples occupations.

Par votre rigueur et votre générosité, vous nous avez marqué depuis la FST.

Veillez trouver ici l'expression de notre profonde gratitude.

LISTE DES ABREVIATIONS :

CIV : Centre d'Information des Viandes

C.T.S.C.C.V : Centre Technique de la Salaison et des Conserves de Viande

EISMV : Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires

FST : Faculté des Sciences et Techniques

h : heure

HIDA OA : Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale.

I.I.F : Institut International du Froid

m.s⁻¹ : mètre par seconde

Nm : Nombre moyen

SOGAS : Société de Gestion des Abattoirs du Sénégal

T.C : Température à Cœur

t : temps

UCAD : Université Cheikh Anta Diop

Vm : Vitesse moyenne

°C : Degré Celsius

% : Pour 100

TABLE DES ILLUSTRATIONS

➤ **LISTE DES TABLEAUX** :

Tableau I : 3 catégories de microorganismes en fonction de leur température de croissance	3
Tableau II : Variation de la température ambiante des chambres froides de stockage au cours de la journée.....	15
Tableau III : Variation de la température ambiante dans les chambres froides de stockage au cours des mois.....	15
Tableau IV : Variation de l'humidité relative dans les chambres froides de stockage au cours de la journée.....	16
Tableau V : Evolution de l'humidité relative dans les chambres froides de stockage au cours des mois.....	16
Tableau VII : Le nombre de demi-carcasses stockées par jour et par chambre pendant les quatre mois en moyenne.....	17
Tableau VIII : La température à cœur des carcasses juste après ressuage et avant l'ouverture des portes.....	17
Tableau IX : Evolution de la température à cœur des viandes bovines étudiées aux abattoirs de Dakar (SOGAS).....	i

➤ **LISTE DES FIGURES** :

Figure 1 : Diagramme de la préparation des bovins à l'abattoir.....	7
--	---



SOMMAIRE

INTRODUCTION :.....1

**PREMIERE PARTIE : SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE**

**Chapitre I : Historique et importance de
l'utilisation du froid :.....2**

1. Historique

2. Importance de l'utilisation du froid.....2

2.1. Action du froid :.....2

2.1.1 Sur les microorganismes :..... 2

2.1.2 Sur la viande :.....3

3. Modifications des viandes réfrigérées :.....3

3.1. Activité de l'eau :.....3

3.2. Modifications physiques :.....4

3.2.1. Modification de consistance :.....4

3.2.2. Perte de poids :.....4

3.2.3. Modification de couleur :.....4

3.2.4. Modification de goût et d'odeur :.....4

3.3. Modifications microbiologiques :.....5

3.4. Modifications chimiques5

**Chapitre II : Préparation des viandes
à l'abattoir :.....6**

1. Opérations réalisées :.....6

1.1. Opérations souillées :.....6

1.2. Opérations propres :.....6

2. Sources de contamination des viandes	6
2.1. Vecteurs inanimés	6
2.2. Vecteurs animés	6
Chapitre III : Modalités d'utilisation du froid	8
1. Principes d'application du froid	8
2. Techniques de réfrigération des carcasses	8
2.1. Définition	8
2.2. Techniques de réfrigération des carcasses	8
2.2.1. Ressuage	8
2.2.2. Stockage réfrigéré	8
3. Etude de l'efficacité de la réfrigération	9
3.1. Température	9
3.2. Humidité relative	10
3.3. Vitesse de l'air ou Ventilation	10
3.4. Encombrement	10
3.5. Température à cœur	11
4. Contraintes de la réfrigération dans les	
pays chauds	11

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériel et méthodes	12
1. Matériel	12
1.1. Matériel biologique	12
1.2. Appareils	12
2. Méthodes	12
2.1. Echantillonnage	13
2.2. Mode opératoire	13
2.3. Moment des relevés	13
2.4. Nombre et durée des relevés	14
2.5. Traitement des données	14
Chapitre II : Résultats	15
1–Evolution des paramètres de la réfrigération étudiés	15
1.1. Température ambiante des chambres froides	15
1.2. Humidité relative dans les chambres froides	16
1.3. Vitesse de l'air ou ventilation dans les chambres froides	16
1.4. Encombrement dans les chambres froides	17
1.5. Evolution de la température à cœur des carcasses	17

Chapitre III : Discussion et recommandations :...	19
1. Discussion :.....	19
1.1. Température ambiante des chambres froides :.....	19
1.2. Humidité relative dans les chambres froides :.....	20
1.3. Vitesse de l'air ou ventilation dans les chambres froides :.....	21
1.4. Encombrement dans les chambres froides :.....	22
1.5. Température à cœur des carcasses conservées dans les chambres froides :.....	23
2. Recommandations :.....	26
Conclusion :.....	27

Références bibliographiques

Annexe

INTRODUCTION :

La viande constitue une source très importante de protéines pour l'homme. Sa manutention et, surtout sa conservation ont toujours été des préoccupations au cours de l'histoire.

Que ce soit au niveau des conditions d'élevage, de transport ou d'abattage, les animaux sont de plus en plus traités dans des conditions leur assurant un maximum de bien-être. L'amélioration de l'image de la viande en général est une nécessité vitale au développement des filières viandes.

Ainsi, au fur et à mesure que le niveau de vie s'améliore, les consommateurs intègrent dans leur demande des critères de plus en plus nombreux et globaux, ce qui contribue à rendre la notion de qualité de plus en plus complexe et multiforme. La recherche sur la qualité des viandes et produits carnés doit prendre en compte l'ensemble des niveaux des filières viandes. Il ressort de tout cela que la notion de qualité de la viande est déterminante. C'est pourquoi l'utilisation du froid dans la conservation des viandes a connu une évolution et une importance sans commune mesure.

Si la réfrigération des carcasses à l'abattoir s'est généralisée de part le monde, son efficacité peut faire défaut, car le suivi des paramètres (température, humidité, brassage de l'air et encombrement) n'est pas toujours effectif.

C'est pour contribuer à une maîtrise de ces paramètres, conditionnant l'efficacité de la réfrigération, que nous avons choisi d'étudier *“ l'efficacité du ressuage réfrigéré des viandes de bovins aux abattoirs de Dakar ”*.

Le but visé dans cette étude est d'arriver, à évaluer l'efficacité de la réfrigération par le suivi de la température, de l'humidité relative, de la vitesse de l'air et de l'encombrement.

Notre travail comporte deux parties :

La première fait une synthèse bibliographique sur l'utilisation du froid, pour la conservation des viandes.

Dans la deuxième partie, nous exposons l'approche méthodologique, présentons les résultats et leur discussion et enfin formulons des recommandations avant de conclure.



PREMIERE PARTIE
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Historique et importance de l'utilisation du froid :

1. Historique

L'utilisation du froid dans la conservation des denrées alimentaires d'origine animale et, plus particulièrement des viandes, a connu une évolution et une importance sans commune mesure. En effet, dès la découverte de la production mécanique du froid qui remonte en **1750** selon **RAYMOND, 1929** cité par **LAWRIE 1974 [19]**, son exploitation ne cesse de progresser, afin d'optimiser son utilisation.

La conservation par le froid, qui comprend la réfrigération et la congélation, joue un rôle primordial dans la préparation et l'entreposage des produits de viande; pour cette raison, on ne saurait trop insister sur son importance.

Les produits réfrigérés constituent, la grande majorité des denrées alimentaires animales consommées dans le monde. Aux USA les produits réfrigérés représentaient, en 1942 une valeur de 162 millions de Dollars, pour atteindre la somme de 56 billions en 1991, soit une progression de 137 fois en 50 ans. En France entre 1986 et 1991, l'augmentation est de 35 %. Le tonnage des produits réfrigérés qui, en 1985 est de 823 791 tonnes a augmenté pour donner 2 551 070 tonnes, en 1992. [14], [15] et [16].

2. Importance de l'utilisation du froid

2.1. Action du froid

2.1.1 Sur les microorganismes :

Le froid limite le développement des germes présents sur les carcasses après l'abattage. Il empêche la putréfaction profonde par inhibition de la multiplication des germes anaérobies d'altération. Il assure aussi toute la sécurité vis-à-vis des germes pathogènes et ralentit la multiplication des germes d'altération de surface [5], [10], [17] et [20].

Les microorganismes sont très sensibles au degré de température. Selon leur température optimum de croissance, on distingue :

- des thermophiles qui se développent bien aux températures élevées ;
- des mésophiles qui se comportent bien à des températures modérées ;

- des psychrophiles ou psychrotrophes qui se développent quand les températures sont basses.

Le tableau suivant donne un exemple de trois catégories de microorganismes en fonction de leur température de croissance.

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

Germes	Températures caractéristiques (°C)			Délai minimum entre deux multiplications
	Minimum	Optimum	Maximum	
Thermophiles (<i>Clostridium</i>)	30 – 35	45 – 55	60	10 minutes
Mésophiles (coliformes)	5 – 10	30 – 40	45	20 minutes
Psychrophiles (<i>Pseudomonas</i>)	- 5 à + 5	20 – 25	30	60 minutes

Source (30)

2.1.2 Sur la viande

Le froid a pour but d'allonger la durée de conservation de la viande avant transformation ou consommation en l'état. La réfrigération est le mode de conservation le plus courant lorsque la viande ne doit pas être gardée plus de 3 ou 4 semaines. Il consiste à refroidir la viande sans atteindre le point cryoscopique qui est situé à

3. Modifications des viandes réfrigérées

La réfrigération entraîne des modifications physiques, microbiologiques et chimiques [4], [8] et [24]. Ces modifications sont surtout liées à l'activité de l'eau qui traduit les variations de la teneur en eau du tissu musculaire.

3.1. Activité de l'eau

Selon WATERMAN (1977) cité par LEGRAND [20], l'activité de l'eau exprime la teneur en eau disponible dans un aliment et qui est capable de participer aux réactions chimiques et contribuer à la croissance microbienne.

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

3.2. Modifications physiques :

3.2.1. Modification de consistance :

Les viandes de bovins sont essentiellement consommées en frais. Compte tenu des différences de prix entre les morceaux nobles destinés à la grillade et ceux destinés à une cuisson longue, la tendreté constitue une préoccupation majeure. Une meilleure maîtrise de la variabilité de la tendreté permettrait de mieux pouvoir répondre à l'attente de l'acheteur qui recherche une garantie de constance de qualité pour un produit considéré [3], [23] et [28].

3.2.2. Perte de poids :

La réfrigération a des effets marqués sur le rendement en viande, car elle ralentit les pertes de poids par évaporation, et sur les qualités de la viande, car elle affecte la cinétique des changements biochimiques dans le muscle [11] et [26].

3.2.3. Modification de couleur :

La couleur de la viande est un aspect très important dans la présentation. Les principales caractéristiques de la viande impliquées dans la couleur sont :

- La qualité du pigment musculaire présent,
- L'état chimique de ce pigment,
- Dans certains cas, la contamination bactérienne de la surface du produit [2] et [3].

Les deux derniers paramètres interviennent essentiellement au cours de la conservation de la viande.

D'autres aspects tels que la teneur en gras intramusculaire, le dessèchement ou la présence d'une pellicule d'eau en surface peuvent également modifier l'impression colorée.

3.2.4. Modification de goût et d'odeur :

Les viandes sont sujettes à la putréfaction qui résulte de la dégradation des protéines musculaires sous l'action des bactéries. Ce phénomène apparaît s'il y a un défaut lors de la réfrigération et

entraîne un changement de goût et d'odeur. On a souvent une odeur dite de relent, qui devient poisseuse avant d'être putride [11].

3.3. Modifications microbiologiques :

Les viandes sont souvent contaminées par différents agents de contamination lors de leur préparation. Parmi ces contaminations, les pollutions chimiques inquiètent particulièrement le public, mais les contaminations microbiologiques restent encore aujourd'hui les plus difficiles à maîtriser [1], [12] et [30].

Le rôle de la réfrigération est d'empêcher l'apparition de ces modifications en inhibant l'action des germes présents sur les viandes réfrigérées.

3.4. Modifications chimiques :

La maturation de la viande est le résultat de l'action de diverses protéases, dont l'intensité est modulée par des inhibiteurs et dépend des conditions de température, de pH et de concentration des ions. Les travaux menés dans ce secteur, qui visent à mieux comprendre les mécanismes impliqués dans la maturation, ont permis de mettre en évidence une extrême variabilité individuelle dans le cas du bovin selon **OUHAYOUN 1990** [26].

Une bonne réfrigération implique cependant le respect de trois règles fondamentales, encore appelés "Trépied frigorifique de **MONVOISIN**": application à un aliment sain, à un stade précoce et de manière continue [4] et [7]. D'où l'importance de travailler dans de bonnes conditions hygiéniques à l'abattoir.

Chapitre II : Préparation des viandes à l'abattoir :

1. Opérations réalisées :

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

1.1. Opérations souillées :

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

1.2. Opérations propres :

Ces opérations comportent l'éviscération, la fente, le douchage, le marquage – finition et la réfrigération. On doit éviter de contaminer à nouveau les carcasses par le croisement des courants. Il est important de séparer les opérations souillées et les opérations saines, de mécaniser au maximum la chaîne d'abattage.

2. Sources de contamination des viandes :

Comme les autres aliments, les viandes et produits carnés peuvent héberger des contaminants qui peuvent en affecter la qualité marchande et sanitaire. La contamination peut apparaître durant l'abattage directement par le contact avec les fèces ou les intestins. Ainsi il faut identifier les contaminants, prévenir ou maîtriser les contaminations aux stades de la production et de la transformation [8], [10] et [16].

2.1. Vecteurs inanimés :

Les différents vecteurs inanimés peuvent être le matériel, la méthode, la main d'œuvre, les surfaces de travail, etc. De ce fait ces surfaces doivent être nettoyées et désinfectées correctement avant et après chaque opération d'abattage.

2.2. Vecteurs animés :

Les viandes et produits carnés sont susceptibles de conserver, accumuler, voire multiplier divers micro-organismes. Certains, tels les *Pseudomonas* (LABADIE 1987) et les moisissures (LE BARS, 1993), accélèrent la détérioration naturelle des produits alors que d'autres sont pathogènes pour l'homme. Les viandes et produits carnés peuvent jouer le rôle de simples véhicules (parasites, virus) ou encore permettre la multiplication de bactéries pathogènes ou la production de toxines bactériennes ou fongiques [5] et [7].

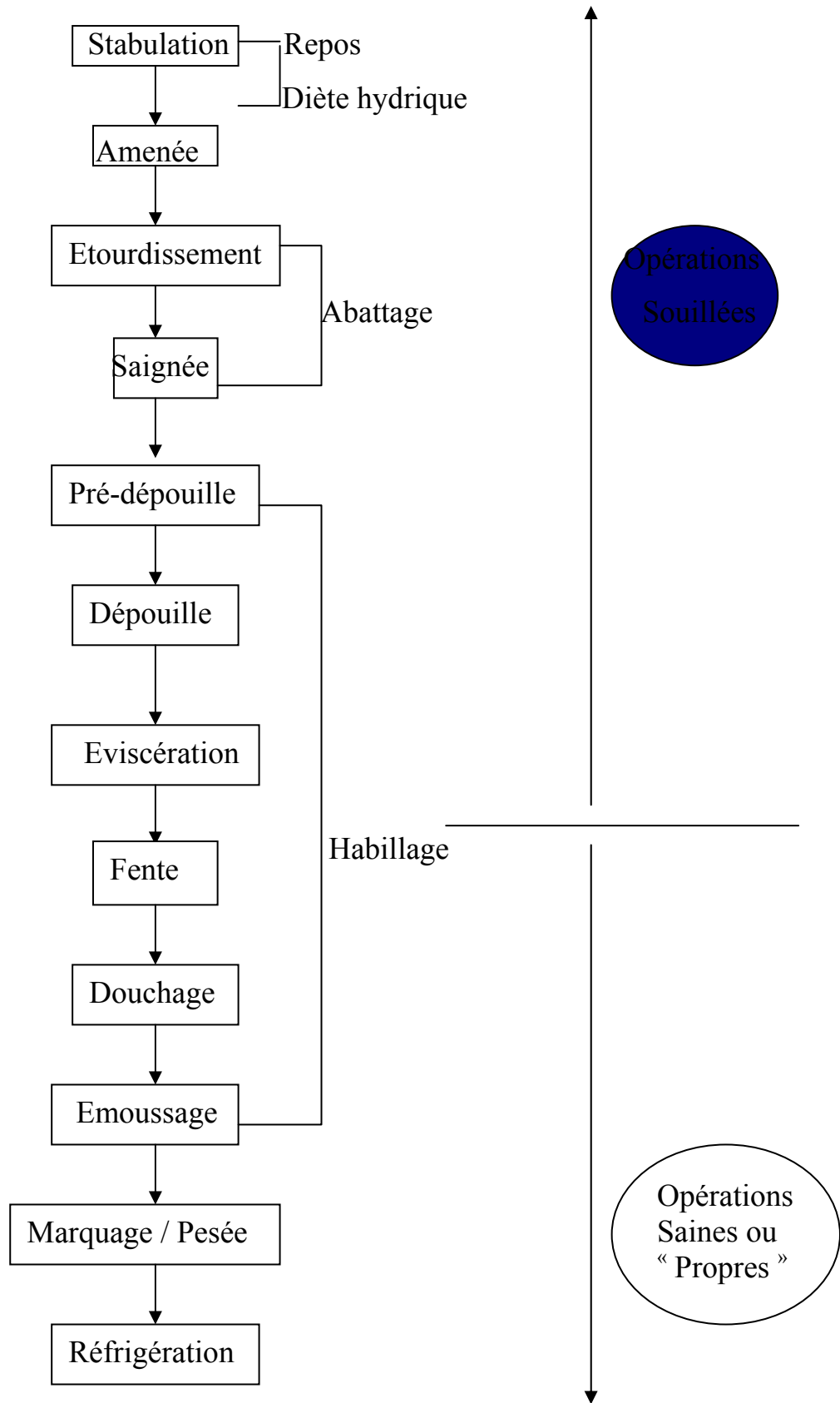


Figure 1: Diagramme de la préparation des bovins à l'abattoir

Chapitre III : Modalités d'utilisation du froid

1. Principes d'application du froid

L'utilisation du froid doit répondre à trois principes fondamentaux, appelés encore "Trépied frigorifique de MONVOISIN" [9] :

- Denrée saine :
- Froid précoce :
- Froid continu et constant :

2. Techniques de réfrigération des carcasses

2.1. Définition

Selon **ROSSET (1995)** la réfrigération consiste à abaisser la température de la viande à une valeur légèrement supérieure à son point de congélation (- 0,4 °C pour les carcasses). Le domaine de conservation par réfrigération est celui des températures comprises entre l'ambiance et la température de congélation commençante, en principe jusqu'à 0 °C exclusivement (**GOUTEFONGEA, 1975**).

2.2. Techniques de réfrigération des carcasses :

Plusieurs systèmes de réfrigération sont utilisés dans les entrepôts frigorifiques pour conserver les denrées alimentaires.

Selon **FRENCIA [11]**, toutes les évolutions actuelles des systèmes de réfrigération reposent sur le principe du tunnel de ressuage rapide suivi par une salle d'équilibrage. Pratiquement toutes les techniques dissocient le ressuage en plusieurs phases où l'on applique des régimes de froid plus précis et plus adaptés à l'état de la carcasse [27].

2.2.1. Ressuage :

Cette phase est caractérisée par une évacuation massive de calories accompagnée d'une légère évaporation. Elle vise à abaisser rapidement la température superficielle des carcasses, empêchant ainsi la prolifération des germes et réduisant la perte d'eau par évaporation. La température ambiante est de l'ordre de 0°C et les carcasses y sont maintenues entre 4 heures et 6 heures [10].

2.2.2. Stockage réfrigéré :

Le stockage est réalisé dans les chambres froides de conservation. Dans ces chambres, la température est comprise entre 0°C et +2°C avec une humidité relative de l'ordre de 85 %. La température à cœur des carcasses doit être inférieure ou égale à +7°C

en 24 heures. La durée de conservation dans les chambres froides est de 3 à 4 semaines pour les carcasses de bovins [1], [27] et [32].

3. Etude de l'efficacité de la réfrigération :

La réfrigération de la viande est déterminante pour la conservation des qualités organoleptiques et nutritionnelles des viandes.

PIETTRE dans son introduction aux « diverses techniques de conservation des denrées », a décrit le fonctionnement des abattoirs industriels et les avantages que leur exploitation comporte en vue d'un rendement optimum. Selon l'auteur le nom « frigorifique » sous lequel on désigne ces établissements signifie bien que l'emploi du froid est le pivot de l'économie de la viande [6].

L'efficacité de la réfrigération des viandes est déterminée par la maîtrise des paramètres que sont :

3.1. Température

La température est un des facteurs les plus importants de la réfrigération. En effet, elle conditionne le développement des microorganismes responsables des altérations des viandes pendant la conservation. La température doit être très basse, la plus constante que possible mais aussi très homogène [6] et [12]. A l'état réfrigéré, il existe pour chaque denrée une température de conservation optimale. En ce qui concerne les températures auxquelles, doivent être conservées les viandes lors du stockage réfrigéré, les valeurs proposées par les normes françaises vont de +4°C à +2°C [3] et [4].

3.2. Humidité relative :

L'humidité relative de l'air est indiquée par la valeur du rapport de la masse de vapeur d'eau contenue dans un certain volume d'air à la masse maximum que ce volume pourrait contenir s'il était saturé à la même température [27].

Ce facteur important de la conservation a malheureusement des effets opposés suivant l'objectif recherché. Une humidité relative élevée limite les pertes de poids mais favorise la croissance des germes superficiels qui demandent une surface humide (putréfaction accélérée) [29].

Donc un compromis doit être trouvé entre les pertes de poids liées à un environnement sec et le développement des microorganismes agents d'altération des viandes. Pour le stockage des carcasses dans les chambres froides, l'humidité relative est

généralement fixée entre 85% à 90 %. L'humidité relative a une influence notable sur l'aspect fraîcheur et la couleur de la denrée.

3.3. Ventilation (coefficient de brassage)

La maîtrise de la circulation de l'air conditionne l'efficacité de la réfrigération des carcasses de gros bovins [11].

L'air a une double fonction ; assure le brassage et véhicule le froid. De ce fait, il faut concilier un brassage suffisant pour permettre le refroidissement et l'homogénéisation avec une agitation de l'air assez faible pour éviter une perte d'eau trop importante.

Pendant toute la durée du stockage, la circulation de l'air devra maintenir une uniformité raisonnable de l'hygrométrie et de la température [18]. Donc elle doit être adaptée à la production frigorifique à fournir.

3.4. Encombrement

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

L'introduction dans une chambre froide contenant déjà de la viande réfrigérée, des quartiers chauds ou insuffisamment refroidis, provoque une condensation sur la viande froide, ce qui entraîne son poissage [22]. Il est donc préférable de n'introduire, dans une chambre froide de conservation et de maturation, que de la viande préalablement ressuée et refroidie à une température aussi voisine que possible de la température de cette chambre froide. Dans le cas où nous sommes amenés à mélanger les carcasses chaudes et les carcasses froides, il est conseil de disperser les carcasses chaudes entre celles froides.

Selon **BONNEAU et al** [2] la densité du stockage de carcasses accrochées dépend de l'écartement des rails, de la hauteur d'accrochage et de l'espèce. Les dimensions des chambres froides doivent être adaptées aux abattages, pour éviter tout excès par souci de rentabilité. **DANIEL (1972)**, propose 40cm de rail pour un quartier de 160 Kg et 25 cm pour un quartier de 100 Kg. La bonne disposition des carcasses dans la chambre froide permet une bonne aération et facilite la pénétration du froid.

3.5. Température à cœur

Une bonne réfrigération doit permettre l'obtention d'une température basse à cœur des denrées réfrigérées. Elle dépend de la

température initiale de la denrée, de sa masse, de la température au ressuage, de la température de stockage. Cette température à cœur conditionne la durée de conservation et la sécurité de la denrée [24].

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

- $\leq + 7^{\circ}\text{C}$ pour les carcasses ou les grosses pièces de viande ;
- $\leq + 4^{\circ}\text{C}$ pour les découpes de viande réfrigérées ;
- $\leq + 2^{\circ}\text{C}$ pour les viandes hachées réfrigérées ;
- $\leq - 18^{\circ}\text{C}$ pour les viandes surgelées [4].

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

4. Contraintes de la réfrigération dans les pays chauds

L'utilisation du froid dans les pays chauds pose des problèmes qui ne sont pas faciles à résoudre. Si le froid présente un intérêt tout spécial pour les pays en question, par contre les conditions locales en rendent l'application plus difficile que dans les pays tempérés.

Tout d'abord, il est bien clair que la température élevée, jointe souvent à une humidité excessive, régnant dans ces pays, provoquent une altération plus rapide des denrées alimentaires (phénomène accentué si les conditions d'hygiène lors de la préparation laissent à désirer) [14] et [16].

La conservation des viandes commence par la réfrigération mais doit se poursuivre par la mesure de l'efficacité de ces opérations. La maîtrise des températures en ateliers et chambres froides, qui garantissent le respect des températures de conservation des produits finis, repose sur l'existence et l'application d'une procédure de contrôle des installations frigorifiques, précisant les modalités de vérification et d'enregistrement des températures.



**DEUXIEME PARTIE
ETUDE
EXPERIMENTALE**

Chapitre I : Matériel et méthodes

1. Matériel

Les différents relevés sont effectués dans deux chambres froides de conservation. En plus de ces deux chambres froides, des appareils de mesure des paramètres physiques de la réfrigération étudiés et du matériel biologique ont été utilisés.

1.1. Matériel biologique :

Les carcasses utilisées lors des relevés sont un mélange de carcasses de bovins issues d'animaux de races ndama, zébu maure et taurin. Ces carcasses au nombre de 101 par chambre et par jour sont soit nouvellement préparées ou anciennement stockées. Elles sont choisies en fonction de leur position dans les chambres.

1.2. Appareils de mesure :

Deux types d'appareils de mesure ont été utilisés lors de notre étude :

- Un appareil polyvalent de marque (**M-4000**) pour la mesure des caractéristiques de l'atmosphère d'une chambre. Cet appareil à écran numérique facilement maniable, a servi pour la mesure de la température ambiante, du degré hygrométrique et de la vitesse de l'air dans les chambres. Il a permis en plus de réduire le temps de relever.
- Un thermomètre à sonde (**testo^R110**) à écran numérique aussi, est utilisé pour relever la température à cœur des carcasses. Il a rendu possible les relevés sur 20 % des carcasses stockées, en peu de temps.

2. Méthodes :

Pour le contrôle des paramètres de la réfrigération, différentes méthodes sont utilisées. Soit les relevés se font continuellement par des thermomètres enregistreurs, soit de façon discontinue par plusieurs visites quotidiennes [11].

Dans notre cas c'est la méthode de relevés discontinus qui a été utilisée. Cette dernière a l'avantage de pouvoir donner la température réelle à cœur des denrées conservées. Elle permet aussi de mesurer la température à cœur sur un nombre important de carcasses placées à différents points de la chambre de stockage.

Elle a consisté à faire des relevés des paramètres physiques de la réfrigération. Ainsi la température ambiante, le degré hygrométrique et la vitesse de l'air sont mesurés en différents endroits

de la chambre froide, toutes les trois heures. Ce qui a permis d'obtenir cinq (5) relevés par jour.

Pour la température à cœur, les carcasses constituant l'échantillon, sont choisies au hasard. En tenant compte de leur position spatiale dans la chambre, elles sont ensuite identifiées. C'est ainsi qu'il a été possible de suivre l'évolution de la température à cœur dans les mêmes carcasses.

Tandis que le nombre total de carcasses stockées est comptabilisé dès le premier relevé. Ce qui rend plus rapide les relevés suivants et, donc réduit la perturbation des paramètres de la température.

2.1. Echantillonnage

La taille de l'échantillon est fixée à 20 % des carcasses stockées. Ces carcasses sont situées dans différents endroits dans la chambre froide. La température à cœur est mesurée dans ces mêmes carcasses à l'aide du thermomètre à sonde.

2.2. Mode opératoire

Dans les deux chambres, la température ambiante, le degré hygrométrique et la vitesse de l'air sont mesurés en différents points toutes les trois heures. Tandis que le nombre de carcasses contenues dans chaque chambre est comptabilisé lors du premier relevé.

Dans les chambres les carcasses sont suspendues par le tendon sur des rails. De ce fait la température à cœur des carcasses a été prise au niveau de l'épaule. Cependant cette position n'affecte en rien le degré de refroidissement total de la carcasse, même si cela s'avère vrai que la cuisse qui a plus de muscles demande plus de froid. Ce souci est réglé par le fait que les évaporateurs sont situés en position haute et, par conséquent la cuisse reçoit un peu plus d'air froid.

2.3. Moment des relevés

Les différents relevés de température, d'humidité relative, de vitesse d'air, sont effectués quand toutes les carcasses sont introduites dans les chambres froides. Avec une fréquence de trois heures entre deux relevés successifs, nous sommes parvenus à faire 5 relevés entre la fermeture des portes des chambres froides (15H30, 16H00 ou 17H00 même quelquefois) et leur réouverture le matin (4H30).

2.4. Nombre et durée des relevés

L'étude s'est déroulée du 20 Août au 20 Décembre 2007. Elle a eu lieu aux abattoirs de Dakar gérés par la SOGAS, situés sur le boulevard 9 de l'avenue du centenaire de Dakar, Route de Rufisque.

- Pour les différents paramètres physiques de la réfrigération étudiés, 513 données de relevé ont été effectuées.
- La température à cœur a été mesurée sur **3 878** carcasses.

2.5. Traitement des données

Les données brutes sont traitées par le logiciel Excel. Ce qui a permis d'obtenir les valeurs moyennes et les écarts types présentés dans le chapitre des résultats. Tandis que la saisie est faite à l'aide du logiciel Word.

Chapitre II : Résultats :

Les résultats des différents relevés de la température à cœur sont consignés dans le tableau IX placé en annexe.

Cependant les valeurs moyennes et extrêmes indiquant les variations des paramètres de la réfrigération sont présentées dans ce paragraphe.

1. Evolution des paramètres de la réfrigération étudiés:

1.1. Température ambiante des chambres froides :

Tableau II : Variation de la température ambiante des chambres froides de stockage au cours de la journée.

Temps (h)	15	22	4
Température	Maximale	Moyenne	Minimale
Valeur (°C)	+19,5 ± 1,23	+12,3 ± 1,39	+8,0 ± 2,41

Le tableau permet de constater que la température ambiante dans les chambres froides n'est pas constante. Elle varie en fonction du temps. Une température moyenne très élevée est observée. La valeur minimale reste encore élevée.

Tableau III : Variation de la température ambiante dans les chambres froides de stockage au cours des mois.

Mois	20 août -20 septembre	20 septembre – 20 octobre	20 octobre – 20 novembre	20 novembre –20 décembre
Température moyenne (°C)	+13,0 °C ± 1,52	+13,6 °C ± 1,40	+12,2 °C ± 1,37	+10,4 °C ± 1,12

La température ambiante dans les chambres froides varie en fonction de la température régnant à l'extérieur qui varie également au cours des mois.

Ce tableau montre que la période la plus chaude couvre les trois premiers mois. Cette période va du mois d'Août au mois de Novembre. Il y a donc une influence de la température externe sur celle des chambres froides.

1.2. Humidité relative dans les chambres froides :

Tableau IV : Variation de l'humidité relative dans les chambres au cours de la journée.

Temps (h)	15	22	4
Humidité relative	Maximale	Moyenne	Minimale
Valeurs (%)	93,7 ± 3,56	77,9 ± 4,43	68,4 ± 4,12

Tableau V : Evolution de l'humidité relative dans les chambres froides de stockage au cours des mois.

Mois	20 août -20 septembre	20 septembre – 20 octobre	20 octobre – 20 novembre	20 novembre –20 décembre
Humidité relative Moyenne (%)	80,7 ± 2,79	82,2 ± 2,59	76,7 ± 3,20	72,3 ± 2,26

L'analyse des tableaux IV et V montre que l'humidité relative varie. Elle varie en fonction de l'heure de la journée mais aussi en fonction du mois. La valeur moyenne (77,9 ± 4,43) étant toutefois inférieur à la norme qui est de 85 à 90 %.

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

La vitesse moyenne de l'air dans les chambres froides à la sortie des évaporateurs :

$$V_m = 1,65 \text{ m.s}^{-1} \pm 0,53$$

Cette valeur est relativement constante. Elle ne varie ni au cours de la journée ni en fonction des mois. Cependant elle varie en fonction de la température. Elle est maximale ou nulle, c'est-à-dire qu'à partir d'une certaine température et un certain temps, les compresseurs s'arrêtent : c'est le givrage.

1.4. Encombrement dans les chambres froides :

Tableau VII : Le nombre de carcasses stockées par jour et par chambre pendant les quatre mois en moyenne :

Mois	20 août -20 septembre	20 septembre – 20 octobre	20 octobre – 20 novembre	20 novembre – 20 décembre
Nombre de carcasses / jour	100	102	86	119

Le tableau VII permet de constater que le nombre de carcasses stockées par chambres a varié au cours des mois. Il dépend de la production journalière mais aussi mensuelle. Cette dernière n'est pas fonction des dimensions des chambres froides de stockage. La moyenne durant la période de l'étude est de :

Nm = 101 carcasses par chambre et par jour.

1.5. Evolution de la température à cœur des carcasses :

Ces différents paramètres précédemment vus conditionnent le degré de refroidissement des produits réfrigérés. Ainsi les températures à cœur des carcasses obtenues, sont contenues dans le tableau suivant :

Tableau VIII : Evolution de la température à cœur des carcasses au cours de la conservation :

Temps (h)	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
T.C (°C)	+30,9 ± 1,71	+24,9 ± 2,20	+20,3 ± 1,81	+17,6 ± 2,17	+15,0 ± 1,39

t₀ = début des relevés ; t₁ = 3h après ; t₂ = 6h après ; t₃ = 9h après ; t₄ = 12h après.

L'analyse du tableau VIII (p.19) montre que la température à cœur des carcasses est élevée après la première phase de ressuage (soit +30,9 °C). Cette analyse permet également de voir qu'il y a une baisse progressive de cette température au cours du temps. Une baisse plus importante aux premières heures et sur les carcasses chaudes. Elle est de 3°C toutes les trois heures.

Chapitre III : Discussion et recommandations :

1. Discussion

Le froid n'améliore que rarement la qualité originelle, les produits à traiter doivent correspondre à une qualité satisfaisante pour le consommateur au moment de la mise au froid. La qualité finale dépend aussi des conditions d'élevage, des traitements subis par les animaux avant la mort, mais surtout des caractéristiques de l'atmosphère des chambres de conservation.

L'analyse globale permet de constater que les différents paramètres de la réfrigération varient. Cette variation des paramètres ambiants affecte le refroidissement des carcasses.

1.1. Température ambiante des chambres froides

La température ambiante qui est l'un des facteurs les plus importants de la réfrigération n'est pas constante. Avec une moyenne de **+12,3 °C**, elle est fréquemment perturbée. Ainsi nous notons des remontées avec un maximum pouvant atteindre quelquefois **+19°C**. Par ailleurs, nous avons une baisse notable de la température ambiante avec un minimum de **+6 °C** à la réouverture des chambres de stockage. Cette baisse est de **2,3 °C** à **3 °C** toutes les trois heures.

Or on sait que pour le contrôle de la température, il s'agit principalement, de renforcer les dispositifs garantissant le respect de la chaîne du froid. Ainsi une réelle maîtrise de la température des produits passe par la mise en place de procédures de contrôle efficaces [10] et [11].

Il faut noter que la température ambiante varie entre **+19°C** à la fermeture des portes (15 H 30mn, 16 H 00mn, 17 H 00mn) pour s'abaisser à **+9°C** le matin (4 H 30mn). Alors que selon **LETANG (1983)** [21], pour une température ambiante de **+8°C**, la température à cœur de **+15°C** est obtenue qu'au bout de 15h. Ce qui permet de dire que les conditions sont loin d'être optimales. Nos résultats sont confirmés par ceux de **SEYDI et FAYE (1990)** [31], selon lesquels la température ambiante dans les chambres froides des abattoirs de la SOGAS est rarement inférieure à **+8°**.

En effet, la température dans les chambres froides est constamment perturbée lors de la réintroduction des carcasses invendues en mi-journée. Cette opération, qui peut durer, quelquefois

jusqu'à vingt cinq minutes, est l'occasion choisie par les chevillards pour pénétrer en masse dans les chambres de conservation. Par conséquent le sol est souvent très sale. Ainsi la chaleur dégagée par ce monde, par les lampes et par les carcasses insuffisamment refroidies contribue à élever la température ambiante dans les chambres froides.

De plus, on sait que la température ambiante régnant à l'extérieur peut atteindre +30°C, il n'est pas surprenant d'obtenir une valeur avoisinant les +20°C car les portes restent ouvertes en ce moment. Ce phénomène de la remontée de la température, s'explique par les échanges thermiques qui se font entre l'extérieur plus chaud et l'intérieur moins chaud. En cela s'ajoute des pertes de froid par fuite à travers les parois des portes et le fait que les viandes d'ovins non refroidies sont aussi conservées dans ces mêmes chambres.

En moyenne la température ambiante, obtenue dans les chambres froides de conservation est de +12,3 °C ± 1,39. Cette valeur varie énormément en fonction du temps. Ainsi pour la durée de quatre mois qui englobe la période chaude à Dakar, les valeurs moyennes mensuelles sont de +13,0 °C ± 1,52 (20 Août – 19 Septembre), de +13,6 °C ± 1,40 (20 Septembre – 20 Octobre), de +12,2 °C ± 1,37 (21 Octobre – 21 Novembre) et de +10,4 °C ± 1,12 (22 Novembre – 22 Décembre). Cette variation en fonction des mois confirme les difficultés de l'utilisation du froid dans les pays chauds comparées aux pays tempérés [14] et [16]. On constate que plus on s'achemine vers l'hiver plus les températures obtenues dans les chambres sont basses. Cette dispersion des températures est aussi corrélée au degré d'entreposage des viandes dans les chambres.

Il reste à noter que ces valeurs sont loin d'être satisfaisantes comparées aux normes en vigueur, qui édictent une température ambiante comprise entre 0 °C et +4 °C avec une durée de conservation de trois à Quatre semaines [5], [12] et [32].

La durée maximale de conservation des carcasses dans les chambres froides aux abattoirs de Dakar, est de quarante huit heures et atteint exceptionnellement cinq jours. Cependant cela ne peut justifier les valeurs élevées de la température ambiante dans les chambres.

1.2. Humidité relative dans les chambres froides

Le même constat se fait en ce qui concerne le degré hygrométrique. Cet élément qui conditionne d'une part, le développement des microorganismes sur les carcasses et, d'autre part

la perte de poids reste très variable. Il varie entre 94 % et 68 % avec une moyenne de 78 %. Toutefois cette variation est fonction de l'encombrement et de la période de l'année.

Pour se conserver au mieux, les produits doivent être soumis à un climat favorable défini non seulement par la température mais aussi par l'humidité relative de l'atmosphère, par sa composition, par une présence bactérienne et fongique minimale.

Il semble à priori que le froid devrait permettre au moins de diminuer les pertes en produits, mais les installations et leurs fonctionnements nécessitent des ressources financières, du matériel, des spécialistes, moyens qui manquent le plus souvent dans les pays en voie de développement [9].

La valeur moyenne de l'humidité relative obtenue pendant la période d'étude est **77,9 ± 4,43**. Cette valeur s'écarte aussi de la norme qui est de 85 %. De la sorte que pour la température on voit que l'humidité relative varie. Elle varie en fonction du temps. Les valeurs moyennes mensuelles sont pour le premier mois **80,7 % ± 2,79** pour le deuxième mois **82,2% ± 2,59** ; pour le troisième mois **76,7 % ± 3,20** et enfin au quatrième mois **72,3 % ± 2,26**.

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

Pour ce qui est de la vitesse de l'air, la moyenne est de **1,65 m.s⁻¹**. Cette ventilation qui conditionne l'efficacité de la réfrigération n'est pas homogène. En effet, la vitesse de l'air décroît des évaporateurs vers le côté opposé. Elle est surtout influencée par la disposition des carcasses dans les chambres, mais aussi du volume de la chambre par rapport à la puissance des compresseurs.

Le brassage de l'air conditionne l'efficacité de la réfrigération des carcasses de gros bovins. Elle permet d'uniformiser la température ambiante dans la chambre froide.

Ici la vitesse de l'air dans la chambre n'est pas constante. Elle décroît des évaporateurs vers le côté opposé. A la sortie des évaporateurs elle est de 1,5 à 2,5 m.s⁻¹ mais elle devient faible au fur et à mesure qu'on s'éloigne des évaporateurs. La valeur moyenne obtenue est de **1,65 m.s⁻¹ ± 0,53** qui est sensiblement égale à la valeur de 1,5 m.s⁻¹ donnée dans les normes françaises [4].

La circulation d'air dans les chambres, est fonction de l'encombrement mais dépend également de la disposition des carcasses dans les chambres. La bonne disposition indiquée par **DANIEL (1972) [8]** est 1 mètre linéaire de rail pour trois quartiers. Les quartiers ne doivent pas se toucher ou toucher le sol. Aux abattoirs de Dakar cette disposition est loin d'être respectée. En fait les carcasses sont disposées en groupe sur certains rails et selon leur appartenance au moment où il y a d'autres rails qui ne contiennent que quelques quartiers. Tout cela justifie les difficultés de pénétration du froid sur certaines carcasses et enfin le degré de refroidissement de la totalité des carcasses conservées.

1.4. Encombrement dans les chambres froides

Le nombre de carcasses stockées est très variable avec une moyenne de **101** carcasses par chambre et par jour. Il est fonction de la production journalière. Les carcasses ne sont pas bien disposées sur rails. Il y a une concentration des carcasses sur certains rails au moment où sur d'autres rails ne sont accrochées que quelques carcasses. Nous pouvons aussi noter des carcasses qui se touchent et qui touchent le sol. Donc les écarts entre carcasses ne sont pas respectés.

En ce qui concerne l'encombrement, il varie en fonction de la quantité de la production journalière. Cependant les dimensions des chambres froides doivent être adaptées aux abattages. Ainsi on doit éviter tout excès par souci de rentabilité.

Les installations doivent contenir :

- 1 chambre de ressuage à atmosphère réfrigérée (10°C – 6°C) à cœur des carcasses à la sortie).
- 1 chambre de conservation des viandes
- 1 salle de travail des viandes [**11**]

Dans le cas des chambres froides aux abattoirs de Dakar, il existe une chambre de ressuage rapide pour deux chambres de conservation. Par conséquent la durée de la première phase de ressuage qui, est de quatre heures ne peut être respectée. Et donc la température visée n'est pas atteinte. Si à cela s'ajoute que la température des chambres de stockage n'est pas respectée, il en va de soit que le résultat escompté ne serait pas obtenu.

La disposition et le nombre de carcasses influent également sur le degré de refroidissement. L'écartement entre les carcasses doit être respecté selon **DANIEL (1972) [8]**. Il faut éviter à ce que les

carcasses ne se touchent et ne touchent le sol. Ce que nous avons pu constater dans notre travail est que les bénéficiaires de ce service ne s'en rendent pas compte.

1.5. Température à cœur des carcasses conservées dans les chambres froides :

La température à cœur des carcasses conservées dans les chambres froides de conservation varie au cours du temps. Elle baisse plus rapidement dans les premières heures de stockage. Ainsi avec une baisse de 3 °C toutes les trois heures, elle devient 2,6 °C après 12 heures.

En outre la baisse de la température à cœur est conditionnée par les paramètres ambiants. Or la température ambiante est élevée et, en plus fréquemment perturbée. De ce fait la température à cœur obtenue reste élevée.

Quant au constat, que l'on peut faire à partir de l'analyse du tableau IX situé à l'annexe, est que les températures à cœur des carcasses étudiées sont très variables. Elles diffèrent d'une carcasse à l'autre avec des écarts parfois importants (de 34 °C à 16 °C). Ces écarts de températures expriment qu'il y a mélange entre les carcasses froides et les carcasses chaudes. Ils peuvent se justifier aussi par le non respect de la première phase du de ressuage pour toutes les carcasses.

Le temps de demi-refroidissement qui est de 7 à 8 heures donne dans l'ensemble une température à cœur des carcasses supérieure à +20,3 °C.

Cependant le temps de conservation de 24 heures requis pour l'obtention d'une température à cœur des carcasses inférieur ou égale à +7°C, n'est pas respecté.

Le degré de refroidissement des viandes est strictement lié aux conditions de température, d'humidité relative, de brassage de l'air et d'entreposage. Il est aussi influencé par la taille et la nature de la carcasse. Selon **OUHAYOUN et al (1990) [26]**, la variabilité de la température initiale est expliquée, notamment, par la durée de préparation de la carcasse et le poids de celle-ci.

La température à cœur des carcasses obtenue dans les conditions de réfrigération des chambres froides est très variable. Elle

varie selon les carcasses et s'écarte de la valeur de +7°C, recommandée dans la réglementation française et canadienne [5]. La comparaison de l'évolution de cette température à cœur sur les **3878** carcasses étudiées et les résultats obtenus en Allemagne sur des carcasses de porc [8] et par **OUHAYOUN et al (1990) [26]** montre que la vitesse de refroidissement est très lente. Ces résultats ont montré une baisse de 4 °C par heure à cœur des carcasses refroidies dans des cellules à -1 °C. Ainsi le temps de demi-refroidissement est de quatre heures.

L'écart constaté est cependant lié à deux problèmes : les conditions de l'application de la réfrigération mais surtout au manque d'organisation des usagers des chambres froides.

Les conditions d'applications du froid dans les chambres froides sont loin d'être optimales :

Tout d'abord la durée de 4 à 6 heures de la première phase du ressuage, n'est pas respectée. Elle est très courte (inférieur à deux heures) parce qu'il y a une seule salle de ressuage pour deux chambres froides de stockage. Ce qui a pour conséquence un refroidissement insuffisant de la surface et de l'intérieur des carcasses.

Ensuite la température ambiante est très élevée dans les chambres de conservation (+12,3 °C ± 1,39 en moyenne). De plus le temps de séjour des carcasses dans les chambres froides de stockage est très court. Or même ce n'est pas parce que la température de la sonde installée dans une chambre froide indique une valeur satisfaisante que tous les produits sont à cette température.

De même l'humidité relative n'est pas conforme aux conditions recommandées [4]. Elle ne permet pas de réduire considérablement la perte de poids par évaporation ni le développement des microbes sur la surface des viandes.

Enfin concernant le brassage de l'air et l'entreposage des produits ne répondent pas aux règles de conservation par le froid. Suite à une disposition non adéquate des quartiers sur les rails, la circulation de l'air ne permet pas d'homogénéiser la température ambiante qui, il faut le rappeler reste élevée. Ce qui permet de constater des écarts de températures très importants pour des carcasses conservées dans la même chambre (tableaux IX situé à l'annexe).

S'agissant maintenant de l'organisation des usagers, nous pouvons dire que leur manière de tenir les chambres froides est contraire aux principes d'application du froid de **MONVOISIN**. Selon ces principes, le froid doit être appliqué à une denrée saine, précocement et de manière continue et constante. Nous constatons que le troisième principe est surtout bafoué. Il y a une rupture assez longue de la chaîne du froid par l'ouverture des portes. Aussi la chaleur dégagée par les chevillards lors de leur pénétration massive dans les chambres et celle des lampes allumées occasionnent des perturbations de la chaîne du froid. Autant de facteurs qui influent sur la qualité de la réfrigération des viandes.

2. Recommandations

Les recommandations que nous formulons ont pour but de contribuer à améliorer l'utilisation des installations frigorifiques.

C'est ainsi que, partant des résultats obtenus et des constats faits sur le terrain, nous préconisons qu'un certain nombre de mesures correctives soient prises. Celles-ci sont en rapport avec le respect des principes d'une bonne réfrigération mais aussi, elles touchent l'organisation interne des usagers pour une meilleure utilisation des chambres froides.

Ainsi nous proposons que :

- le temps de séjour des carcasses dans les chambres froides que nous jugeons très court (15 heures au maximum), soit augmenté au moins jusqu'à 20 heures ;
- l'étanchéité des chambres froides qui fait défaut au niveau des portes, soit réparée ;
- les carcasses invendues ne soient pas réintroduites dans les chambres. Ou bien qu'il y ait une chambre réservée à ces carcasses ;
- la température des chambres froides soit maintenue toujours basse (environ +4°C). Et éviter la remontée brusque de température. Ce qui éviterait d'épuiser les compresseurs ;
- le nombre de personnes ayant accès dans les chambres froides soit limité, car on constate que le sol est souvent très sale ;
- éviter de stocker les abats dans les chambres à carcasses, ce qui contribuerait à faciliter le refroidissement ;
- bien disposer les carcasses sur les rails, afin qu'elles ne se touchent pas et ne touchent pas le sol. Cela permet une meilleure aération et évite la contamination croisée ou par le sol ;
- éviter de stocker les carcasses d'ovins non ressuées dans les chambres de conservation des viandes de bovin ;
- installer des rideaux d'air pour réduire les échanges de chaleur entre l'extérieur et l'intérieur.

A ces dispositions, une étude plus poussée permettra d'évaluer la puissance des compresseurs, et d'établir le rapport (quantité de froid produit et volumes des chambres). Elle aidera à mieux situer les problèmes et d'arriver à améliorer réellement la qualité de la réfrigération.

Conclusion :

La prise en compte de la qualité des carcasses et des viandes dans la recherche est très ancienne dans les pays développés. La recherche a concerné, aussi bien la sélection et l'élevage des animaux que les procédés industriels de transformation de la matière première animale en viande et produits carnés.

Dans les pays chauds en voie de développement, en particulier le Sénégal (Abattoirs de la SOGAS), au niveau des procédés industriels, il reste beaucoup à faire en matière d'utilisation efficace du froid pour une meilleure conservation des carcasses.

Les résultats obtenus donnent une température à cœur de $+15^{\circ}\text{C} \pm 2,5$ pour les 3878 carcasses étudiées. Cette valeur est voisine à celle trouvée par **SEYDI et FAYE (1990) [31]**, mais supérieure à $+7^{\circ}\text{C}$, température recommandée par les normes françaises. Cette température élevée s'explique par les paramètres ambiants dans les chambres froides. Ceux-ci s'écartent des normes françaises et canadiennes [4]:

- La température ambiante est en moyenne de $+12,3^{\circ}\text{C} \pm 1,39$ avec un maximum de $+19,5 \pm 1,23$ et un minimum de $+8,2 \pm 2,41$.
- L'humidité relative variant entre 68 % et 94 % avec une valeur moyenne de $77,9 \pm 4,43$.
- La vitesse de l'air est de $1,65 \text{ m.s}^{-1} \pm 0,53$.
- 202 carcasses en moyenne stockées par chambre et par jour.
- La température à cœur obtenue est de $+15,0^{\circ}\text{C} \pm 1,39$.

Une bonne prise en compte de l'efficacité de la conservation de la viande passera obligatoirement par une meilleure compréhension de l'utilisation des installations frigorifiques par les usagers, mais aussi par la mise en place d'un processus de contrôle de la réfrigération.

En outre, la maîtrise de ce que nous convenons d'appeler « art de la conservation » qui s'inscrit dans une durée, implique un souci, une démarche prédictive aujourd'hui, et notamment, de se donner les moyens de prévoir l'évolution du produit après sa mise en rayons.

Par ailleurs, au fur et à mesure que le niveau de vie s'améliore, les consommateurs vont exiger de plus en plus de produits de qualité. Ainsi la recherche sur la qualité des viandes et produits carnés doit prendre en compte l'ensemble des niveaux des filières viandes, depuis la sélection et l'élevage des animaux jusqu'à la transformation et la distribution des produits.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1. AGENCE CANADIENNE DE L'INSPECTION DES ALIMENTS., 2007.** Manuel des méthodes de l'hygiène des viandes. [en ligne], accès Internet :
<http://www.inspection.gc.ca/francais/util/notavif.shtml>.
- 2. BONNEAU M., TOURAILLE C., PARDON P., LEBAS F., FAUCONNEAU B., REMIGNON H. 1999.** Amélioration de la qualité des carcasses et des viandes. *Prod. Animal.* **1** (1) : 95 – 110.
- 3. CARTIER P., 1997.** Le point sur... la qualité microbiologique de la viande bovine. *INTERBEV.* **6** (1) : 16 – 106.
- 4. CENTRE D'INFORMATION DES VIANDES, 1996.**
Viandes et Chaîne du froid, 8p. < en ligne > Accès Internet
<http://www.civ-viande.org>.
- 5. C.N.E.R.N.A : COMMISSION « VIANDES ET PRODUITS CARNES » 1982 :** Hygiène et technologie de la viande fraîche. Viandes et Prod.carnés. Ed. CNRS.- Paris – 353P.
- 6. COME D. et ULRICH R., 1995.** La chaîne du froid. Paris : Hermann Ed. – 587p.
- 7. CENTRE TECHNIQUE DE LA SALAISON ET DES CONSERVES DE VIANDE (C.T.S.C.C.V.), 1961.**
Froid en charcuterie.- C.T.S.C.C.V. 48p.
- 8. DANIEL C. 1972.** La Viande et le Froid. Production – Transformation – Commercialisation. Dunod : Paris porte de Versailles.– 181p.
- 9. DAUDIN J. D. et KONDJAYAN A. 1990.** Evaluation des pertes de poids pendant le stockage des viandes par un calcul simple. *Viandes et Prod. Carnés* **11** (6, 6 bis, 6 ter) : 321 – 322.
- 10. ECHEVERRY A., LONERAGAN G. H. AND BRASHEARS M. M., 2006.** Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in Bovine feces over time under various temperature conditions. *J. Food. Prot.* **12** (69) : 2851 – 2855.
- 11. FRENCIA J.P., 1999.** Réfrigération : Réduire les pertes de poids. *Viandes et prod. carnés.* **20** (5) : 187-190

12. GNANDJI A. D. P. 2001 : Contribution à l'étude de l'évolution du marché de la viande à Dakar de 1994 à 2000. Dakar: Th. Méd. Vét. - 67p.

13. GOUTEFONGEA R., 1975.- Le froid et la viande. Euroviande, 16, (88) : 25-31

14. INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID (I.I.F.), 1964 : Les techniques frigorifiques dans les pays chauds en voie de développement. I.I.F. - 116p

15. INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID (I.I.F.), 1976 : Guide to refrigerated storage : Guide pour l'entreposage frigorifique. I.I.F.188p.

16. INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID (I.I.F.), 1976 : Les techniques du froid dans les pays chauds en développement. - IIF. – 170p.

17. OFIVAL, 2004. Guide pour le choix et l'utilisation des baques et vitrines réfrigérées et des installations de réfrigération chez les artisans. Rapport d'étude. OFIVAL - 25p.

18. JEAN L., ROUX, 1994 : Conservation des aliments par le froid. Conserver les aliments. Comparaison des Méthodes et des Technologies. - Wageningen : CTA. - 705p.

19. LAWRIE R. A. 1974: Meat science. Second Edition. Pergamon Press. Oxford. New York. Toronto. Sydney. Braunschweig.- 417p.

20. LEGRAND I., RENERRE M., 1998 : Améliorer la conservation des viandes. Supplémenter les animaux en vitamine E. Viandes et Prod. Carnés **19** (2) : 99-104.

21. LETANG G. 1983. Etude de la cinétique de refroidissement de carcasses de gros bovins pendant la réfrigération : intérêt technique et économique. Viandes et Prod. Carnés, numéro spécial - 111p.

22. MARTINEAU C., BERTRAND G. LEQUENNE D., 2005 : Evolution post mortem de la couleur des carcasses de veaux. Compte rendu final n°170532020. Institut de l'Elevage, Le Rheu ; INTERBEV, OFIVAL, Paris.

- 23. MICHAEL L. HUTCHISON, LISA D. WALTERS, SHERLY M. AVERY, CAROL-ANN REID, DOUGLAS WILSON, MARY HOWELL, ALEXANDER M. JOHNSON, AND SAVA BUNCIC 2005.** A comparison of wet-dry swabbing and excision sampling methods for microbiological testing of Bovine, Porcine, and Ovine carcasses at red meat slaughterhouse. *J. Food. Prot.* **10** (68) : 2155 – 2162.
- 24. MONING G., 2003 :** Abattage des porcs et qualité des carcasses et des viandes. INRA, Station de Recherches sur la viande, theix, 63122 Saint- Genès-Champanelle. 109p. [en ligne], accès Internet : <http://www.inra.fr/france/util/.shtml>.
- 25. NEZZI E. N., 2005 :** Etude des modifications histologiques du muscle squelettique de bovin aux abattoirs d'Abidjan. Dakar : Th. Méd. Vét, (11).
- 26. OUHAYOUN J., DAUDIN J. D. et RAYNAL H. 1990 :** Technologie de l'abattage du lapin. Influence de la température de l'air de réfrigération sur les pertes d'eau et sur l'acidification musculaire. *V.P.C.* Vol **11** (2) : 69 – 73.
- 27. PIRGIRARD L., MIRADE P. S., 1999 :** Installation de ressuage de gros bovins : Vers la maîtrise de l'aéraulique en abattoir. *Viandes et prod. Carnés.* **4** (20) : 123 – 130
- 28. PRIOLO A., MICOL D., AGABRIEL J., 2001:** Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Anim.Res.* **50** (3): 185 – 200.
- 29. RENERRE M., LABADIE J., 1993:** Fresh red meat packaging and meat quality. *Proc. Calgary,* **7** (12) : 361-387.
- 30. ROSSET R., 1995 :** Denrées périssables, froid et qualité des aliments. Cas particulier des viandes. -Paris : APRIA. **22** (1):1-101.
- 31. SEYDI Mg., FAYE J. E. 1990 :** pH et rigidité cadavérique des carcasses de Bovins soudano – sahéliens : Etude préliminaire. *V.P.C* **11** (6, 6 bis, 6 ter): 275 – 276.
- 32. WADE I. 1992:** Contribution à l'étude de la qualité bactériologique de la viande bovine locale au niveau des points de vente de détail et de consommation de Dakar.Dakar : Th. Méd. Vét. 24.



ANNEXE

Tableau IX : Evolution de la température à cœur des carcasses
bovines étudiées aux abattoirs de Dakar (SOGAS).

Temps (h)	t ₀		t ₁		t ₂		t ₃		t ₄	
	T.C (°C)	24,9	26,1	21,7	22,0	18,8	19,0	16,8	16,9	15,3
27,2		25,6	22,8	21,9	18,9	17,6	16,7	16,0	15,1	14,6
27,9		26,9	23,3	22,8	20,0	19,7	17,4	17,1	15,4	14,3
25,8		23,7	21,6	21,1	18,7	18,1	16,7	15,7	14,2	13,5
28,6		29,0	24,4	25,2	21,1	20,8	18,7	18,3	16,5	15,7
29,2		26,7	26,1	22,8	22,8	19,7	20,0	17,2	18,0	15,8
28,6		28,9	24,2	24,4	20,5	20,6	17,6	17,6	15,4	15,4
25,1		25,2	22,0	22,0	19,5	19,0	17,0	16,3	14,8	14,2
29,4		26,8	24,0	23,1	21,2	20,0	18,1	17,3	15,7	15,3
24,4		25,5	21,1	22,2	18,3	19,4	16,5	17,7	13,8	14,7
27,1		26,0	22,6	22,1	19,7	19,7	17,6	17,1	15,5	14,7
27,9		25,5	23,8	22,2	21,2	19,5	18,8	16,6	16,1	15,0
32,2		29,3	26,6	25,4	22,4	22,3	19,5	20,1	16,6	17,1
30,6		29,0	25,6	24,9	22,4	21,4	19,6	19,0	16,3	16,2
31,9		30,4	28,3	27,5	24,8	23,5	22,1	19,7	19,0	18,3
28,9		24,7	24,8	22,3	21,0	19,2	18,6	16,6	15,3	14,0
28,6		26,2	24,4	21,7	20,7	18,7	18,6	16,8	14,8	13,8
26,8		26,4	23,2	22,0	19,1	19,2	15,6	16,1	13,3	13,1
28,8		24,7	24,2	21,5	19,7	17,9	15,6	14,7	12,9	12,3
25,0		24,2	20,9	20,3	17,2	17,6	13,8	15,0	11,7	12,7
30,9	30,3	24,9	25,5	20,3	21,0	17,6	18,5	15,0	14,8	

T.C = Température à cœur

t₀ = Début des relevés ; t₁ = 3 h après ; t₂ = 6 h après ;

t₃ = 9 h après ; t₄ = 12 h après.

D'Août à Décembre 2007, une étude de l'efficacité du ressuage réfrigéré des viandes de bovins a été menée, dans les entrepôts frigorifiques des abattoirs de Dakar gérés par la SOGAS.

L'objectif étant d'évaluer l'efficacité de l'utilisation du froid par un suivi régulier des paramètres de la réfrigération. Ainsi sur 513 données de relevés les résultats obtenus sont :

- La température ambiante moyenne dans les chambres froides de conservation est $+12,3^{\circ}\text{C} \pm 1,39$.
- L'humidité relative varie entre 70% et 94 % avec une moyenne de $77,9 \% \pm 4,43$.
- La ventilation est $1,65 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \pm 0,53$
- Le nombre de carcasses stockées par jour est en moyenne 101 carcasses par chambre.

Et la température à cœur relevée sur 3 878 demi-carcasses est de $+15,0 \pm 1,39$

Cette température à cœur des viandes est supérieure à $+7^{\circ}\text{C}$ éditée par les normes.

Au vu de ces résultats, nous recommandons un entretien des entrepôts frigorifiques et un respect des principes de l'utilisation du froid.

Mots-clés : Ressuage réfrigéré, viandes bovines, abattoirs de Dakar

E-mail : baldemamadou4@yahoo.fr

Tel : +221 77 427 81 60

B.P : 14

SERAS-SOGAS-ABATTOIRS/ Yarakh

Ou KOLDA

August to December 2007, a study of the efficacy of bovine meat refrigerated was carried out, in the cold storage rooms of Dakar's abattoirs (SOGAS).

The objective of this study is to assess the efficacy of using cold by a regular follow up of refrigeration's parameters. From 513 data collected, the results obtained are :

- Ambient temperature in cold storage rooms is $+12.3^{\circ}\text{C} \pm 1.39$
- Relative Humidity is not stable (70 % - 94 %) and the mean value is $77.9 \% \pm 4.43$
- Air conditioner movement is $1.65 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \pm 0.53$;
- The dayly number of stored carcasses is 101 per compartment.

The temperature of bovine cold meat stored is $+15.0^{\circ}\text{C} \pm 1.39$ for the 3 878 carcasses.

This temperature is higher than $+7^{\circ}\text{C}$ suggested by standards.

considering these results, we recommended the maintenance of cold stored plants and the respect of cold use principles.

Key-words: Refrigeration, bovine meat, Dakar abattoirs.

E-mail: baldemamadou4@yahoo.fr

Tel : +221 77 427 81 60

B.P : 14

SERAS-SOGAS-ABATTOIRS/ Yarakh

Ou KOLDA