

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

*الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية*

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

*وزارة التعليم العالي و البحث العلمي*

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE VETERINAIRE – ALGER**

*المدرسة الوطنية العليا للبيطرة - الجزائر*

**PROJET DE FIN D'ETUDES**

***EN VUE DE L'OBTENTION***

**DU DIPLOME DE DOCTEUR VETERINAIRE**

**THEME**

**LE CONTROLE PHYSICO- CHIMIQUE DE LA VIANDE FRAICHE**

**Présenté par ..... MADLELA Zolile Kwakhiwe**

**CHIPERE Davies Simbarashe**

**GHERMOUL Ilhem**

**Soutenu le ..... 27/06/2013**

**Le jury :**

**-. Président : HARHOURA K. Maître assistant classe A.**

**-. Promoteur : ZOUAMBI B. Maître assistant classe A.**

**-. Examineur: ZOUAMBI A. Maître assistante classe A.**

**-. Examineur : NOUICHI S. Maître assistante classe B.**

**Année universitaire:2012/2013**

## *Remerciements*

*Nous exprimons notre gratitude à notre encadreur monsieur Zouambi, pour ses conseils et sa patience dans le suivi.*

*Nous adressons également nos remerciements à tous nos enseignants qui nous ont donné les bases de la science et nous ont guidé vers la lumière du savoir.*

*Nous remercions Mr Harhoura d'avoir présidé le jury, ainsi que madame Zouambi et Mlle Nouichi de nous avoir accordé de leur temps pour examiner notre travail.*

*Nous tenons à remercier tout le personnel de l'ENSV, et toute personne ayant contribué à l'accomplissement de ce projet.*

# DEDICATION

First and foremost would love to thank God the Almighty who gave me the gift of life, the strength and the courage during my studies and my project. It wasn't easy but I managed.

Would love to thank my parents Mr. and Mrs. Madlela who have been encouraging me and giving me all the support a daughter can ever desire. Love you so much!

To my siblings, Dominic, Nda, Stho, Langa, Sboe, thank you very much, not forgetting my beloved sister in law and her wonderful children Mbali and Mzie. Love you guys.

To my love Davies, thank you for being by my side always, for encouraging me during moments of difficulty, for loving and caring.

To my friend Awakhiwe, thank you for all the encouragement and the inspiration you gave me, to Noma you are a great friend and to Mahfuda you like an angel sent from above and will miss you a lot.

To Ilhem, it was a pleasure getting to know you and working with you.

To all my friends in Algeria, you have been a blessing and a family, thank you for all the encouragements, the inspirations and the support. Would love to mention you all but would have to fill up a whole book as I have met a lot of people who have been kind to me.



**Z.K.MADLELA**

*I dedicate this work to:*

*My father and my mother for the values they have instilled in me, to my brother Patrick and my sister Lillian for being pillars of strength in my life.*

*To my friends from BouraouiExplo, Prio, Nadir, the late Ethelbert and many others who were there for me and with me from the beginning to the end.*

*To my dearest Zo your love and support cannot be summed up in words, love you so much.*

*Tollou who was so much fun to work with in this project.*

*And to my friends at ENSV: Noma, Nawel, Sofiane, Mahdi and many others.*

**D. S. CHIPERE**

# *Dédicaces*

*Je dédie ce mémoire :*

*A mes chers parents qui ont éclairé mon chemin tout au long de ma scolarité et qui m'ont appris que, lorsqu'il y a le souci de réaliser un dessein, tout devient facile pour arriver à nos fins, en dépit des difficultés qui s'interposent*

*A mon frère Chawki*

*A ma tante Dalila, ma deuxième maman*

*A ma cousine Sarah, la sœur que je n'ai pas eue*

*A Zolile, Davies, Amel, Nadir, Zahra, Khadidja*

*A tous ceux qui ont cru en moi.*

*ILHEM*

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Egorgeement d'un bovin au niveau du cou.....	4
Figure 2: Egorgeement d'un ovin au niveau du cou.....	5
Figure 3 Egorgeement thoracique chez les bovins.....	5
Figure 4 : Evolution post mortem du pH.....	11
Figure 5: Collagène .....	14
Figure 6 Myoglobine, Oxymyoglobine et Metmyoglobine.....	18
Lame8 : viande fraiche parasitée G×4.....	36
Lame 8 : Viande fraiche avec integrité des fibres musculaires, et présence de parasites. ....	36
Figure 9 : Lame histologique de la viande fraiche .....	36
Figure 10: Lame histologiques de la viande décongelée.....	37

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1: Composition du muscle (R.ROSSET et al ..., 1985).....	7
Tableau 2 Réactions enzymatiques et le pH optimal d'action (M.R.ROSSET, 1984).....	16
Tableau 3 Interactions des bacteries de la flore psychrotrope et de la flore psychrophile (A.RIVERA, 2006) .....	20
Tableau 4 : changements de couleur lors de test de malachite.....	30

# LISTE DES ABBREVIATIONS

Mb	Myoglobine
RRE	Pouvoir de rétention d'eau
ER	Volume de l'extrait libéré
SDS	Dodecyl sulfate de Sodium
HADH	$\beta$ -hydroxyacyl-CoA-déshydrogénase
PCR	Polymérase chain réaction
ADN	Acide désoxyribonucléique
H <sub>2</sub> S	Sulfure d'hydrogène
HCl	Acide chlorhydrique
AMP	Adénosine monophosphate
AMPd	Adénosine monophosphate désaminase
BV	Bovin
CV	Cheval
CP	Caprin
OV	Ovin

## Partie 1 : Etude Bibliographique

INTRODUCTION GENERALE .....	1
-----------------------------	---

### CHAPITRE I : ABATTAGE ET LE SAIGNEMENT

INTRODUCTION .....	2
1. CONDITIONS D'HYGIENE .....	2
2. CONDITIONS DE STABULATION .....	2
3. L'ABATTAGE .....	3
4. LE SAIGNEMENT .....	3
4.1 . Méthodes de saignement : .....	4
4.1.1. Saignement au niveau du cou .....	4
4.1.2 Saignement thoracique.....	5
4.2. Facteurs influençant le saignement .....	6

### CHAPITRE II : COMPOSITION CHIMIQUE DU MUSCLE

INTRODUCTION .....	7
1. LES PROTEINES .....	7
1.1 Les protéines Sarcoplasmiques .....	7
1.2 Les protéines myofibrillaires .....	8
2. LES LIPIDES.....	8
3. EAU, CENDRES ET HYDRATE DE CARBONE .....	8

### CHAPITRE III : TRANSFORMATION DU MUSCLE EN VIANDE

INTRODUCTION .....	9
1. PHASE DE PANTELANCE .....	9
2. PHASE DE RIGIDITE CADAVERIQUE /RIGOR-MORTIS .....	9
2.1 Période de Latence .....	10
2.2 Installation proprement dite de la Rigor-Mortis.....	10
2.3 Troisième étape (évolution du pH) .....	11
2.4 Le délai de Pré- rigor .....	11
3. PHASE DE MATURATION.....	12
3.1 Catabolisme des Nucléotides et du Glycogène .....	12
3.1.1 Catabolisme des nucléotides .....	12
3.1.2 Le glycogène .....	12
3.2 EVOLUTION DES PROTEINES .....	13
3.2.1 LA TENDRETE .....	13
3.2.1.1 Le tissu conjonctif .....	13

a.	Le collagène .....	13
b.	Evolution du collagène au cours de la maturation .....	14
c.	Réticuline .....	15
d.	Elastine .....	15
3.2.1.2	Protéines myofibrillaires .....	15
3.2.1.3	Les réactions enzymatiques qui contribuent à la dégradation des protéines myofibrillaires .....	15
a.	Calcium Activated Factor (C.A.F).....	15
b.	Les Cathepsines .....	16
3.2.2	LA COULEUR.....	17
3.2.2.1	Définition.....	17
3.2.2.2	La myoglobine.....	17
3.2.2.3	L'hémoglobine .....	19
3.2.2.4	Les carotènes .....	19
3.2.2.5	Facteurs déterminant la couleur de la viande .....	19

## **CHAPITRE IV : TESTS D'ANALYSE ET DE CONTROLE DE LA VIANDE**

1.	LES TESTS USUELS .....	21
1.1	Le pH.....	21
1.1.1	Définition.....	21
1.1.2	Importance du pH dans l'étude de la viande fraîche .....	21
1.1.3	Variation du pH après la maturation de la viande .....	21
1.1.4	Mesure du pH: pH mètre .....	22
1.2	Méthodes de mesure de la tendreté de la viande.....	22
1.2.1	Principe de la mesure .....	22
1.3	Les méthodes d'évaluation de la couleur .....	23
1.3.1	Méthodes instrumentales .....	23
1.3.1.1	Méthode par extraction de Hornsey 1956 .....	23
1.3.1.2	Méthode de colorimétrie (tristimulus) .....	23
1.4	Le pouvoir de rétention d'eau .....	24
1.4.1	Définition.....	24
1.4.2	Facteur déterminant le PRE .....	25
1.4.3	Méthodes de mesure du PRE .....	25
1.4.3.1	Méthode utilisant la capillarité (Méthode d' Hoffmann).....	25
1.4.3.2	Méthode de pression .....	25

1	LES TEST D'AUNTHENTIFICATION.....	26
2.1	Différenciation entre une viande décongelée et une viande fraiche .....	26
2.1.2	Tests Enzymatiques .....	26
2.1.2.1	Méthodes par GOT et HADH .....	26
2.1.2.2	Différenciation histologique .....	27
2.2	Identification de l'espèce.....	27
2.2.1	Test par électrophorèse .....	28
2.2.2	Test par PCR (Polymerase chain reaction) .....	28
a.	RAP -DNA .....	28
b.	Test de PCR spécifique à l'espèce .....	28
c.	PCR-RFLP .....	29
d.	Technique PCR Multiplex .....	29
3.1	Tests de saignement.....	29
3.1.1	Test d'extraction d'hémoglobine .....	29
3.1.2	Test du vert de malachite .....	29
3.2	Test de pouvoir de rétention d'eau.....	30
3.2.1	Perte à la cuisson .....	30
3.3	Les Tests de fraîcheur.....	30
3.3.1	Le test de peroxydase.....	30
3.3.2	Test d'acétate de plomb .....	30
3.3.3	Le test d'Eber .....	30
3.3.4	Examen histologique .....	31

## **Partie 2 : Etude Expérimental**

3.	Materiel et Méthodes.....	33
3.1	Tests de saignement.....	33
3.1.1	Test d'extraction d'hémoglobine .....	33
a.	Principe : .....	33
b.	Protocole : .....	33
3.1.2	Test du Vert de Malachite.....	34
a.	Principe : .....	34
b.	Protocole : .....	34
3.1.2	Résultats et discussion :.....	34
3.2	Tests de la couleur de graisse .....	35
3.2.1	Test de Martin.....	35

a. Principe : .....	35
b. Protocole : .....	35
3.2.2 Résultats et discussion : .....	35
3.3 Test de différenciation histologique entre une viande fraîche et une viande décongelée .....	35
4.3 Résultats et discussion .....	36
4.3.1 viande fraîche .....	36
4.3.2 Viande décongelée .....	37
5.3.2 Discussion des résultats .....	37
<b>CONCLUSION</b> .....	38
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	39

## INTRODUCTION

En dépit de la présence de réglementation qui régit les infractions en matière de la qualité de la viande, la fraude fait l'objet de nombreux scandales en Algérie, en passant par la viande de boudin, que l'on a présenté aux consommateurs en plein mois sacré de jeûne en 2004, comme étant de la viande bovine, à la viande décongelée, présentée sous le label de viande fraîche et étant vendue au même prix que cette dernière.

La fréquence et la propagation de ces événements, en font malheureusement, un sujet d'actualité, et de grande importance sanitaire et économique. Ce qui nous a conduits, à porter notre attention sur le contrôle physico-chimique des viandes fraîches. Notre étude, comportant ainsi quelques tests physiques et chimiques, nous permettant d'apprécier quelque paramètre.

Notre projet a pour but de démontrer qu'il existe des méthodes physiques et chimiques de contrôle, qui peuvent compléter les méthodes d'inspections usuelles effectuées au niveau de l'abattoir (inspections visuelles, palpations ...etc).

Parmi les mesures effectuées, nous avons choisi trois tests et notre choix a été dicté par le temps qui nous était imparti, et par la disponibilité des produits au niveau du laboratoire de biochimie pour :

- S'assurer que le saignement a été correctement effectué.
- Distinguer entre, la coloration pathologique et physiologique d'une graisse.
- Différencier entre une viande fraîche et une viande décongelée présentée comme étant fraîche.

## INTRODUCTION

L'abattage se fait en général en deux temps, après un repos et une diète (cette dernière est effectuée afin de minimiser la contamination bactérienne lors de la saignée): la contention de l'animal, puis l'égorgeage : la gorge est tranchée, afin d'évacuer un maximum de sang -qui est un excellent milieu de cultures pour divers germes- en dehors de l'organisme ; l'animal meurt de se fait en étant vidé de son sang. Dans la majorité des pays occidentaux, l'animal est étourdi avant d'être abattu, avec un pistolet à tige perforante, du gaz, ou par choc électrique. Cette pratique a pour but de rendre l'animal inconscient, de telle sorte à ce qu'il ne ressente pas la douleur, et bien qu'elle soit efficace, (SHERIDAN et al ,1994) elle n'est pas réalisée chez nous.

### 1. CONDITIONS D'HYGIENE

Les animaux destinés à l'abattage devraient présenter un état de propreté suffisant afin de ne pas compromettre l'hygiène de l'abattage et de l'habillage, et donc de la viande destinée au consommateur. Les conditions de regroupement des animaux présentés à l'abattoir devraient permettre de minimiser la contamination croisée par des agents pathogènes et faciliter un abattage et un habillage efficaces. Ces animaux doivent également subir une inspection ante-mortem avant d'être abattus. (FAO/OMS ,2008)

### 2. CONDITIONS DE STABULATION

Le responsable de l'établissement devrait garantir des conditions de stabulation comprenant:(CFPPA et al ,2001)

- des installations gérées de manière à réduire au minimum le contact des animaux avec la saleté et la contamination croisée par des agents pathogènes.
- 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.
- la séparation des différents animaux selon l'âge, et l'espèce, afin de faciliter l'efficacité des procédures d'habillage, mais aussi, l'isolement des animaux «suspects» identifiés comme pouvant transmettre certains agents pathogènes aux autres animaux.

- des systèmes visant à garantir que, seuls sont abattus les animaux suffisamment propres, et que la nourriture a été supprimée de façon appropriée avant l'abattage.
- le maintien de l'identification des animaux (soit individuellement, soit 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 l'inspection ante-mortem et post-mortem. (FAO/OMS, 2004)

Le temps que les animaux passent en stabulation en attendant l'abattage varie selon le rythme et l'efficacité du travail, ainsi que de la fréquence de l'abattage, mais ne devrait pas dépasser 24 heures, haut de là, l'inspection ante-mortem devrait être renouvelée. En pratique, la durée d'attente moyenne sera seulement de quelques heures.

### **3. L'ABATTAGE**

Une fois les animaux immobilisés, l'abattage est pratiqué en sectionnant les deux carotides et les jugulaires à l'aide d'un couteau tranchant. L'incision utilisée habituellement est la section des vaisseaux de façon rétrograde à la suite d'une première incision dans le cou. Après l'égorgeage, l'animal doit être saigné à mort avant la réalisation de toute autre procédure d'habillage. Un intervalle d'environ trois minutes au moins, doit s'écouler entre le début de la saignée des animaux de boucherie, et les autres activités d'abattage sur ces derniers.

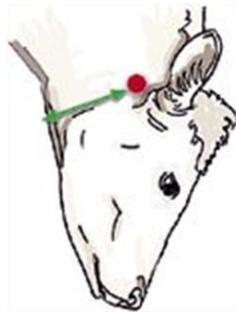
### **4. LE SAIGNEMENT**

La saignée a pour objectif de retirer le plus de sang possible de la carcasse, car ce dernier constitue un milieu très favorable à la croissance des microorganismes. Préférentiellement, il faut toujours retirer un maximum de sang possible, à la fois par souci de présentation de la carcasse et aussi à des fins hygiéniques. Toutefois en pratique et dans des conditions optimales, seuls 50 % environ du sang sont ôtés au cours de la saignée. Le principal effet de la saignée et de l'arrêt de la circulation sanguine, est de priver la cellule musculaire de nutriments et d'oxygène (anoxie), et de ce fait, seuls les mécanismes anaérobies continuent de fonctionner. (M.R.EL RAMMOUZ, 2008)

## 4.1. Méthodes de saignement :

### 4.1.1. Saignement au niveau du cou

Il s'agit d'insérer un couteau, près de la tête, de transpercer le cou (avec le dos du couteau dirigé contre la colonne vertébrale), et de continuer à couper en tranchant tous les tissus mous situés entre la colonne vertébrale et l'avant du cou. Puis, retourner la lame et redécouper jusqu'à la colonne vertébrale. Cette opération tranchera les deux carotides et les deux jugulaires (CFPPA et al, 2001). (Figures 1 et 2). Cependant pour une bonne saignée, la méthode recommandée reste l'égorgeage thoracique.



Lieu d'insertion du couteau et découpe du cou chez un bovin



Tous les vaisseaux sont sectionnés

Figure 1 : Egorgeage d'un bovin au niveau du cou

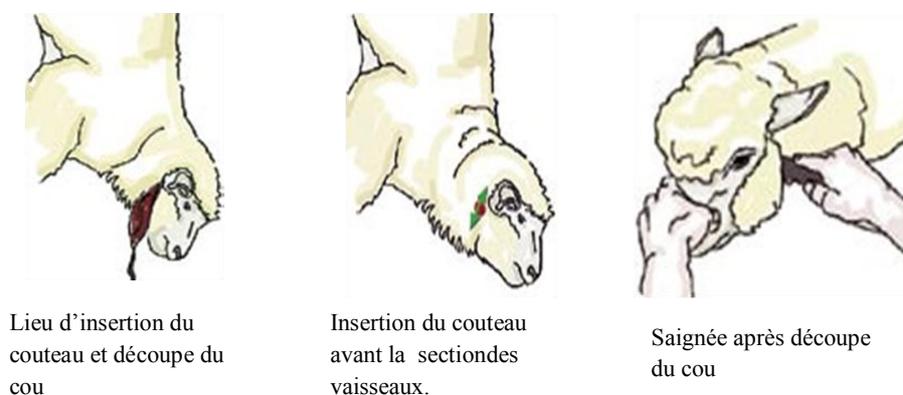


Figure 2: Egorgeement d'un ovin au niveau du cou

#### 4.1.2 Saignement thoracique

Cette méthode consiste à découper la peau du cou vers la poitrine, en suivant la ligne médiane longitudinalement, et de couper alors dans la poitrine, près du cœur. A l'aide de la pointe du couteau placée à la base du sternum et dirigée vers la poitrine, entailler la gouttière jugulaire à la base du cou de l'animal, puis trancher les principaux vaisseaux sanguins provenant du cœur (figure 3). (FAO/OMS, 2004)

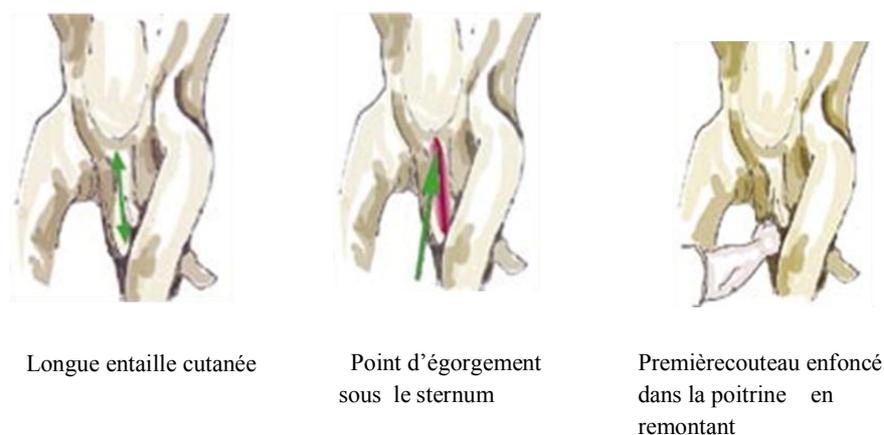


Figure 3 Egorgeement thoracique chez les bovins

#### 4.2. Facteurs influençant le saignement

- **L'espèce, l'âge, et le sexe :**

*L'espèce* : le sang total varie en fonction de l'espèce, et de ce fait, le sang évacué lors de la saignée. Ceci étant en rapport avec le poids de l'animal.

*Le sexe* : En la saignant, une vache donne plus de sang que, des taureaux ou, des bœufs du même poids.

*L'âge* : avec l'âge, le sang obtenu lors du saignement diminue.

- **Le poids vif** : il existe une relation directe entre le poids vif (généralement des muscles et non pas de graisse), le sang total et le sang évacué lors de la saignée.
- **Santé et condition physique** : un animal en bonne santé et bien reposé, donnera une plus grande quantité de sang qu'un animal malade ou fatigué.

## INTRODUCTION

La composition des muscles est variable d'un animal à un autre, et chez un même animal d'un muscle à un autre mais. Ainsi, la teneur en collagène et la quantité de graisse intramusculaire sont différentes. (COIBION, 2008)

<b>CONSTITUANTS</b>	<b>MUSCLE %</b>
<b>Eau</b>	75
<b>Protéines</b>	18,5
<b>Lipides</b>	3
<b>Substances azotées non protéiques</b>	1.5
<b>Glucides et catabolites</b>	1
<b>Composés minéraux</b>	1

Tableau 1: Composition du muscle (R.ROSSET et al .., 1985)

### 1. LES PROTEINES

Les protéines du muscle se répartissent de la manière suivante (R. ROSSET et al, 1985) :

**Protéines extracellulaires** (protéines du stroma) : collagène, réticuline, élastine.

**Protéines intracellulaires** : protéines sarcoplasmique et myofibrillaires

- **Protéines sarcoplasmiques** : albumine, globuline, myoglobine, hémoglobine.
- **Protéines myofibrillaires** :
  - Protéines de régulation : tropomyosine, troponine, actinines, protéine de la ligne M, protéine C.
  - Protéines insolubles de la strie Z.
  - Protéines filamenteuses : actine, myosine.

#### 1.1 Les protéines Sarcoplasmiques

Les protéines sarcoplasmiques sont des protéines solubles à pH voisin de la neutralité et à force ionique faible. Elle contient principalement les enzymes du métabolisme intermédiaire sarcoplasmique et permettent de classer les muscles selon leur couleur et leur métabolisme. Cependant, on trouve principalement la myoglobine, qui est responsable de la coloration rouge des viandes. (A.HARKATI, 2007)

### 1.2 Les protéines myofibrillaires

Ce sont des protéines solubles uniquement dans un milieu à haute force ionique, constituées essentiellement, de filaments fins et épais. Au microscope électronique, elles s'organisent en cylindres disposés parallèlement, et présentant une striation périodique, caractérisée par l'alternance de bandes sombres **A** (anisotrope), et de bandes claires **I** (isotropes). La partie centrale des disques **I**, est marquée par la strie **Z**. La zone la plus claire, qui apparaît au milieu du disque **A** est la strie **H**, elle-même centrée par la ligne **M**. L'élément répétitif et fonctionnel de base est le sarcomère, délimité par deux stries **Z**. Ce sont les protéines myofibrillaires, qui sont modifiées pendant la phase de maturation de la viande, à l'opposé du collagène qui n'est pas modifié. (K0.R. UNDERWOOD, 2008)

## 2. LES LIPIDES

On distingue la graisse de couverture, qui tapisse l'extérieur de la carcasse, la graisse intermusculaire qui entoure les muscles, et la graisse intramusculaire appelée «**persillé** », qui se trouve entre les faisceaux de fibres musculaires. Les lipides intramusculaires, sont composés de lipides de réserve (**les triglycérides**), et de lipides membranaires (**les phospholipides**). C'est la graisse intramusculaire, qui a une influence sur la qualité gustative de la viande. La texture et la couleur de la graisse, varient selon l'âge, l'espèce, et l'alimentation de l'animal. (M.R. EL RAMMOUZ, 2005)

## 3. EAU, CENDRES ET HYDRATE DE CARBONE

Bien que la majeure partie de l'eau soit intracellulaire, une bonne quantité d'eau et de sels minéraux (12 à 15 %) occupe les espaces extracellulaires. La composition de ce milieu, est proche de celle du plasma, dépourvu de ses protéines. Le glycogène représente une faible part des composants du muscle. Ce polymère de glucose forme un complexe de stockage dans le foie de l'animal, et intervient dans les phénomènes de transformation du muscle en viande. Le potassium et le sodium sont les sels minéraux les plus abondants, qui se trouvent presque exclusivement ionisés à l'état libre. Le calcium et le magnésium, sont sous forme de complexes organiques, liés aux protéines et aux composés phosphorylés. Ces cations, sont activateurs ou inhibiteurs de réactions enzymatiques importantes dans la contraction musculaire. Le phosphore, sous forme de combinaisons organiques, joue un rôle déterminant dans le métabolisme énergétique musculaire. (M.R. EL RAMMOUZ, 2005)

## INTRODUCTION

Après l'abattage et la saignée, il y a des modifications du métabolisme musculaire, qui conduisent à une évolution des propriétés physiques et chimiques du muscle. La transformation du muscle en viande se fait en trois phases (R.ROSSET et al., 1984)

- Phase de Pantelance.
- Phase de rigidité cadavérique ou Rigor-Mortis.
- Phase de maturation

La viande est une matière alimentaire composée de tissus musculaires squelettiques (muscle strié), obtenue après la mise à mort des mammifères domestiques (bovin, ovin, caprins,...etc.) et même du gibier. (C.CRAPLET, 1966) Après la mort de l'animal, il y a interruption de la circulation sanguine et de ce fait, l'apport en oxygène est arrêté, donc le métabolisme du muscle est changé, ce dernier épuise alors toutes ses réserves. Ces modifications, ont des répercussions sur le tissu lui-même.

### 1. PHASE DE PANTELANCE

Immédiatement après l'abattage, la carcasse constitue ce qu'on appelle la viande chaude ; les masses musculaires sont molles, relâchées, élastiques et dépressibles. Les fibres musculaires sont gonflées, car l'eau est fortement liée aux protéines, et lorsque l'on presse un morceau de viande, on n'obtient pas d'exsudat. La viande n'est pas utilisée à ce stade sauf, pour les produits de charcuteries (saucisses) et les morceaux utilisés au pot-au-feu.(C.CRAPLET, 1966).

L'interruption de l'apport d'oxygène favorise l'épuisement des réserves énergétiques, il en résulte alors, une mise en place de la glycolyse anaérobie. Ce catabolisme anaérobie aboutit à la formation de l'acide lactique qui va s'accumuler, et abaisser le pH, ce dernier passe de 7 à 5,5. Ces modifications vont contribuer à faire passer le muscle par la phase Rigor-Mortis.

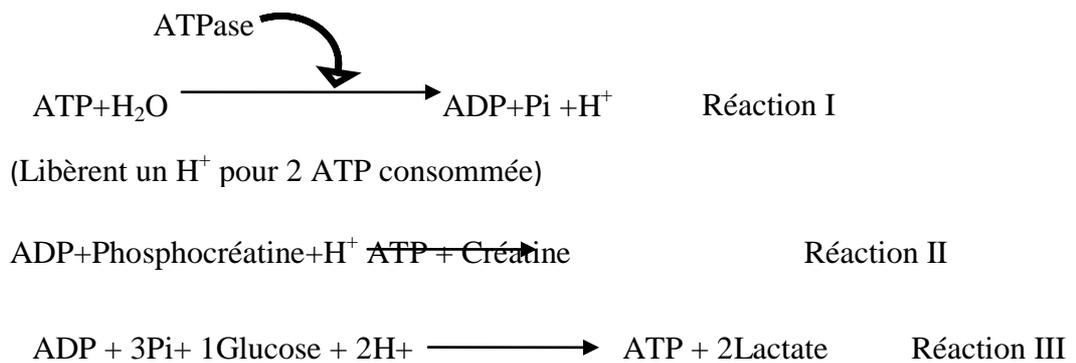
### 2. PHASE DE RIGIDITE CADAVERIQUE /RIGOR-MORTIS

C'est la première phase qui a des conséquences physiques après la saignée. Cette phase s'installe après une durée, qui varie entre 10-48 heures selon les espèces. Il y a diminution de la concentration d'ATP, qui aboutit à l'inélasticité du muscle. L'actine et la myosine vont se lier de manière irréversible, ce qui fait que le muscle devient progressivement raide et inextensible. On peut distinguer trois périodes successives dans la phase de Rigor-Mortis. (L.COIBION, 2008)

## 2.1 Période de Latence

L'extensibilité du muscle, reste constante et égale à la valeur qu'elle présentait au moment de l'abattage. La durée de cette phase, varie en grande partie, selon les réserves énergétiques du muscle. Elle peut être absente chez les animaux maigres ou cachectiques. Elle est expliquée biochimiquement de la façon suivante :

L'ATP musculaire est hydrolysée par la myosine, et lentement par une ATPase sarcoplasmique, ce qui produit de l'ADP, du Phosphate, et un proton d'hydrogène (H<sup>+</sup>) (Réaction I). Le taux d'ATP reste sensiblement constant, car l'ADP formée est rephosphorylée soit, par la réaction de la phosphocreatinine (Réaction II), soit par la voie glycolytique (Réaction III). (A.HARKATI, 2007)



## 2.2 Installation proprement dite de la Rigor-Mortis

Pendant cette phase, l'extensibilité décroît rapidement jusqu'à s'annuler. Ceci, correspond biochimiquement au fait que, la créatine phosphate est épuisée. Le taux d'ATP musculaire diminue rapidement, car la voie glycolytique ne permet pas de produire de l'ATP en quantité suffisante, pour compenser la perte résultant des activités ATPasiques. L'hydrolyse de l'ATP provoque un abaissement de pH, ce qui a pour effet, d'inhiber certaines enzymes, en particulier la phosphorylase (enzyme qui dégrade le glycogène lorsqu'elle est sous forme active), c'est pourquoi, la glycolyse s'arrête alors que le glycogène n'est pas totalement épuisé. Les membranes intracellulaires perdent leur capacité de rétention du calcium, dont la concentration myofibrillaire augmente, permettant le démasquage de l'actine, des sites de fixation de la myosine. Dans ces conditions, l'actine et la myosine se relient, pour former

l'actomysine. Cette liaison reste stable, car la concentration en ATP a beaucoup diminué et n'est pas suffisante, pour rompre la liaison. Dans le muscle du bœuf, cette phase dure 10 heures environ. (R.A.LAWRIE, 1998)

### 2.3 Troisième étape (évolution du pH)

L'acidification causée par la déplétion de l'A.T.P fait que, le pH du muscle devient de l'ordre de 5 à 5,5, ce qui est très proche du point iso électrique des protéines, et par conséquent, il y aura une baisse de la capacité de rétention d'eau.

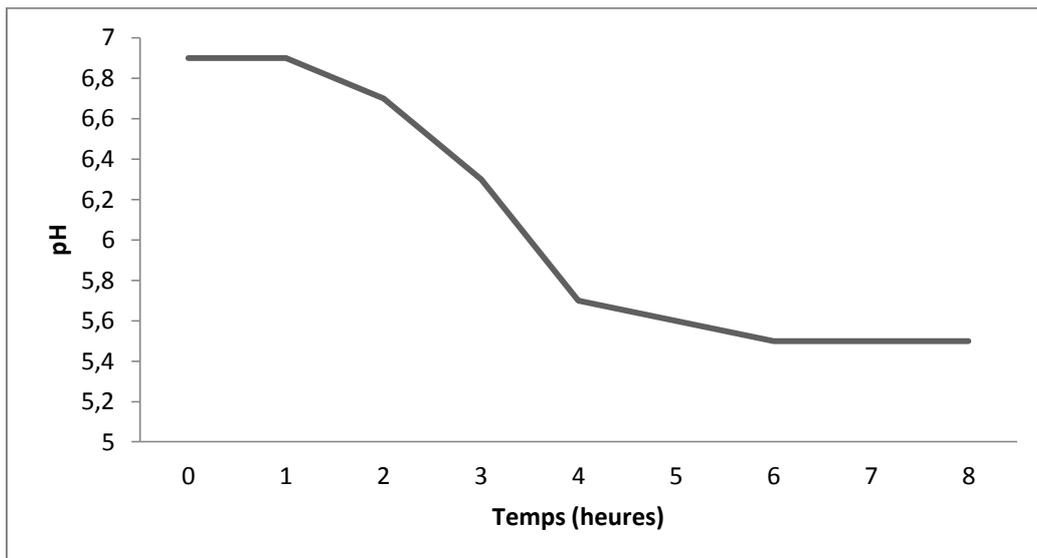


Figure 4 : Evolution post mortem du pH

### 2.4 Le délai de Pré- rigor

La transformation de la viande pantelante en viande rigide, se fait après un délai appelé «pré-rigor» (C.CREPLET, 1966), qui varie avec :

- *L'espèce* : Le délai est court chez les oiseaux, long chez le bœuf et le cheval, mais il est cependant, plus bref chez le cheval que chez le bœuf.
- *L'âge* : La transformation est plus rapide chez les animaux âgés.
- *La région de la carcasse* : La rigidité commence par les muscles masticateurs, puis s'étend dans l'ordre, aux muscles du cou, du tronc, du membre antérieur, de l'abdomen, et du membre postérieur, sans que l'on possède une explication à ce phénomène.
- *L'état de l'animal* : la rigidité survient presque immédiatement, chez les animaux fatigués, surmenés, ou tués en pleine activité musculaire.

*Température ambiante* : plus elle est élevée, plus vite apparait la rigidité cadavérique

### 3. PHASE DE MATURATION

La maturation constitue la phase d'évolution post mortem, survenant après l'installation de la rigidité cadavérique (L.COIBION ,2008).C'est l'étape où, le muscle devient tendre et acquiert les caractéristiques finales, qui sont celles de la viande, ainsi que les propriétés organoleptiques comme, la jutosité, la couleur, et la saveur. La plupart des phénomènes hydrolytiques, débutent au cours des premiers instants suivant l'abattage. Au niveau morphologique, la maturation se traduit par :

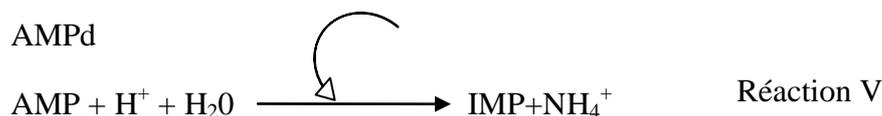
- La fragilisation de la fibre.
- La granulation du sarcoplasme, et la disparition éventuelle des striations.
- La contraction des sarcomères, la rupture des stries Z, et l'allongement des sarcomères.

Ces transformations physiques sont le résultat des réactions biochimiques subies par les composants structurels (**protéines**), et les réserves du muscle (**nucléotides, glycogène**).

### 3.1 Catabolisme des Nucléotides et du Glycogène

#### 3.1.1 Catabolisme des nucléotides

L'hydrolyse de l'ATP (formée au cours de la réaction catalysée par la *myokinase*) au cours de la phase de rigor-mortis, engendre l'apparition de l'IMP, par désamination de l'AMP (enzyme de la glycogénolyse), ce qui favorise la stabilisation de la chute du pH. (M.R. EL RAMMOUZ, 2005)



#### 3.1.2 Le glycogène

La glycolyse s'arrête au cours de la deuxième phase de la rigor-mortis, le catabolisme du glycogène lui, se produit selon une autre voie :

**Glycogène**  $\rightleftharpoons$  **Dextrine**  $\rightleftharpoons$  **Maltose**  $\rightleftharpoons$  **Glucose**

qui se déroule sous l'action :

- Du 1-6 glucosidase
- De la Maltase

Ce processus s'installe dès les premiers instants suivent la mort, mais son rendement, serait environ dix fois plus faible que celui de la glycolyse.

### 3.2 EVOLUTION DES PROTEINES

Est en grande partie responsable de la maturation. Cette évolution est causée, par l'action des systèmes protéolytiques intramusculaires, sur la structure myofibrillaire, et sur les protéines sarcoplasmiques. (Y.H.Hui et al, 2001)

#### 3.2.1 LA TENDRETE

La tendreté est la facilité avec laquelle la viande est coupée et broyée au cours de la mastication. Cette qualité est en rapport avec les protéines insolubles du tissu musculaire : les protéines myofibrillaires, l'élastine et surtout le collagène. (E. VIERLING, 2008)

##### 3.2.1.1 Le tissu conjonctif

###### a. Le collagène

Il constitue à peu près 25 à 35% de la totalité des protéines de l'organisme. Chaque fibre musculaire est enveloppée d'une fine couche de collagène appelée «*Endomysium*», les fibres musculaires sont regroupées par centaines pour former des faisceaux «*Perimysium*». Ces faisceaux sont regroupés entre eux pour former le muscle, qui est à son tour enveloppé d'une gaine de collagène dite «*Epimysium*». L'endomysium, le perimysium et l'epimysium assurent l'attachement des muscles aux os, et aux articulations, ainsi que leurs mouvements. Cette trame de tissu conjonctif, détermine en grande partie la tendreté, alors que la disposition et la taille des faisceaux musculaires, détermine la graine de la viande. (R.A.LAWRIE, 1998)

Le collagène est le composé le plus important, car il représente presque 80% du tissu conjonctif. Il est constitué de longues chaînes protéiques, enroulées sur elles-mêmes comme des cordes, appelées «fibres» ou «fibrilles», qui sont ensuite enchevêtrées, à la manière d'un feutre plus ou moins épais, et résistant. Ces fibrilles sont constituées de trois longues hélices  $\alpha$ , reliées entre elles par des ponts disulfures, pour former une triple hélice appelée tropocollagène. Ce tropocollagène est stabilisé par des liaisons hydrogène, qui se trouvent

entre les chaînes de l'hélice. L'ensemble forme, de grosses fibres solidement reliées entre elles. Le collagène est composé d'une unité tri-peptide qui se répète, cette séquence est du type GLY-X-Y, où GLY symbolise la glycine et où X et Y peuvent être n'importe quel acide aminé. Il y a trois acides aminés qui prennent une part assez importante dans la structure du collagène (Glycine ≈ 35%, Proline ≈ 7-9%, hydroxyproline ≈ 12-14%). (L.COIBION, 2008)

C'est le nombre et la nature de la liaison, qui permettent de définir le degré de réticulation du collagène, et donc, de déterminer la dureté de la viande. Plus le degré de réticulation sera important, plus les fibres et les fibrilles seront solidement encrées les une aux autres, et plus la viande sera dure. Cela explique pourquoi la viande des animaux âgés est toujours plus coriace que celle des jeunes animaux.

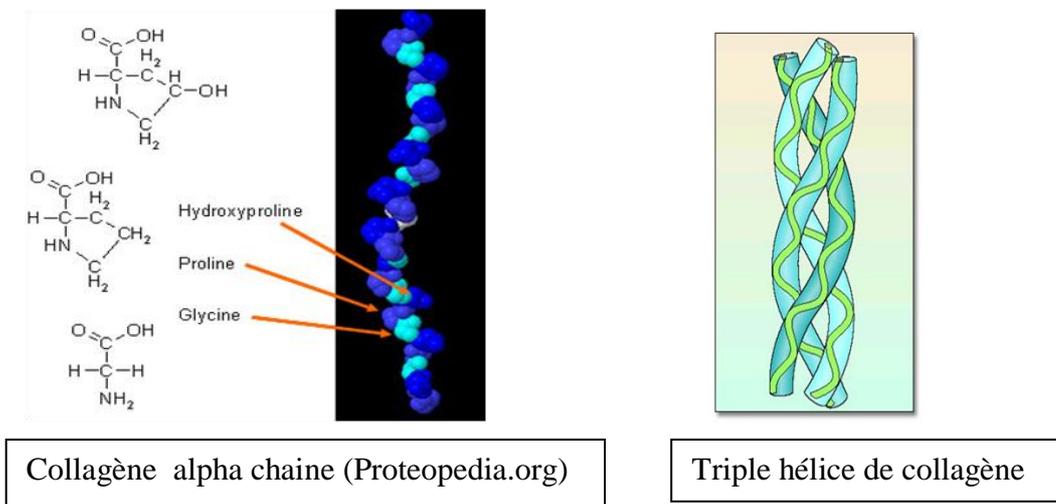


Figure 5: Collagène

### b. Evolution du collagène au cours de la maturation

Il semblerait que le collagène subisse peu de modifications au cours de la maturation. Pendant la variation du pH post mortem, il y a rupture de certaines liaisons intra et intermoléculaires, sans qu'il y ait altération profonde de la structure. Cette légère dépolymérisation, se traduit par une augmentation du collagène soluble à chaud. Il a été démontré que la β-glucuronidase, une enzyme lysosomale, dégrade partiellement le collagène, avec pour conséquence une augmentation de la solubilité. L'activité de cette enzyme est observée au cours de la maturation. (ROSSET M.R et al, 1984)

### **c. Réticuline**

C'est une substance très proche du collagène par son ultrastructure, et ses propriétés physiques.

### **d. Elastine**

C'est la protéine de structure des fibres élastiques, elle est peu abondante dans le muscle et on la retrouve surtout dans les ligaments. Dans la composition de l'élastine en acide aminés, il n'y a pas de structures répétées du type GLY-X-Y, elle comprend de nombreux résidus de lysine et peu d'hydroxyproline, ce qui donne à l'hélice, une conformation particulière, et différente de celle du collagène. Sa structure est faite de chaînes enroulées au hasard, et manifeste des propriétés élastiques, à l'opposé du collagène. (L.COIBION, 2008)

### **3.2.1.2 Protéines myofibrillaires**

Lors de la maturation, la dégradation des protéines myofibrillaires sur le système enzymatique musculaire conduit à:

- La destruction progressive des stries Z, par exclusion de l'actinine, de la structure myofibrillaire.
- Un affaiblissement des interactions entre les protéines, accompagné d'une augmentation des propriétés de solubilité du système protéique.

### **3.2.1.3 Les réactions enzymatiques qui contribuent à la dégradation des protéines myofibrillaires**

#### **a. Calcium Activated Factor (C.A.F)**

Le C.A.S.F. (Calcium Activated Sarcoplasmic Factor) qui est une protéase libre, dont l'activité dépend étroitement du taux de calcium libre, est une enzyme hydrolysant l'actinine, présente dans la strie Z. Elle hydrolyse également la strie M et la troponine T. D'autres protéases endogènes, participent à l'évolution des protéines (les cathepsines) d'origine lysosomale (surtout les cathepsines B et D), qui sont libérées dans le milieu, par la fragilisation des membranes des lysosomes, du fait de l'abaissement du pH. Ces protéases dégradent au moins partiellement la troponine T, et l'actomyosine. Les enzymes lysosomales, peuvent altérer la structure du filament fin, au niveau des troponines. Dans un milieu musculaire où la C.A.S.F. est inhibée, on peut observer la disparition de la troponine T.

On en conclut, l'hypothèse d'une complémentarité d'action au niveau des filaments fins des enzymes lysosomales, de la C.A.S.F, et une attaque protéolytique d'un composé du filament fin: la troponine T. La fragilisation progressive du muscle, conduit à l'augmentation de la tendreté. Le collagène n'est pas dégradé pendant la phase de maturation.(M.R.ROSSET,1984)

**b. Les Cathepsines**

Les cathepsines sont des enzymes protéolytiques du groupe des endopeptidases, qui dans les tissus animaux, catalysent les protéines en acides aminés et en peptides. (LE GRAND DICTIONNAIRE TERMINOLOGIQUE, 2001) Il a été démontré que les cathepsine B (cystéine protéase) et D (aspartique protéase), étaient capables de dégrader la myosine, l'actine et la troponine T. Les cathepsine H (cystéine protéase) et L (cystéine protéase), sont également capables d'hydrolyser les protéines myofibrillaires. L'activité optimale de ces enzymes, se situe en zone acide (MARINUS.F.W et al, 2004), dont la valeur du pH ultime permet une action réelle de ces enzymes.

Cathepsine	Ph optimal d'action	Réaction enzymatique
B	5.2	A pour substrat la myosine
	5.6	Conservation de l'activité par environ 50%
	6	Conservation de l'activité par 20%
D	4	Conservation de l'activité par 30%

Tableau 2 Réactions enzymatiques et le pH optimal d'action (M.R.ROSSET, 1984)

Au cours de maturation normale à basse température, on n'observe pas de dégradation de la myosine. L'augmentation de la température à 25-35°, fait apparaitre des composés de dégradation de la myosine, ce qui met en évidence l'intervention des cathepsine B et D. Il paraît qu'une élévation de température et un abaissement de pH, accélèrent l'ensemble de ces réactions, et augmentent l'activité des enzymes. Cela pourrait expliquer pourquoi, on n'observe la dégradation de la myosine qu'à haute température d'environ 25-35 ou à pH bas. (M.R.ROSSET, 1984)

## 3.2.2 LA COULEUR

### 3.2.2.1 Définition

C'est la sensation visuelle résultante de la réflexion d'une lumière incidente, sur un objet perçue par l'œil de l'observateur. Elle est dépendante de l'objet observé, de la lumière incidente (longueur d'onde), et de l'observateur. (ROSSET et al, 1979)

La couleur de la viande fraîche et du tissu gras associé, joue un rôle fondamental dans l'acceptabilité commerciale de la viande. Pour les consommateurs, la couleur est synonyme de fraîcheur, et elle est le premier critère pris en compte, avant tout autre paramètre de qualité. Elle renseigne sur les aliments utilisés lors de l'élevage, les conditions de stockage et les défauts (ictère) (J.A. PEREZ-ALVAREZ et al, 2009). La couleur de la viande est déterminée par deux pigments hémiques qui sont :

- *la myoglobine musculaire* : qui constitue 80% des pigments musculaires.
  - *l'hémoglobine sanguine* : dont la teneur dans la viande, dépend du degré de saignement.
- (ROSSET et al, 1979)

-

### 3.2.2.2 La myoglobine

C'est une chromoprotéine sarcoplasmique, comprenant la globine (protéine globulaire), et un groupement prosthétique (hème), contenant un atome de fer, responsable de la couleur de la viande. Elle est localisée au niveau des lignes Z (limites des sarcomères), et dans le cytoplasme de la fibre musculaire, où elle joue le rôle de stockage de l'oxygène. L'état chimique de l'atome de fer dans le groupement prosthétique, détermine la coloration observée. C'est le degré d'oxydation et l'état d'ionisation du fer dans la myoglobine, qui détermine la coloration des viandes rouges. On la retrouve sous 3 formes, qui donnent des colorations différentes :

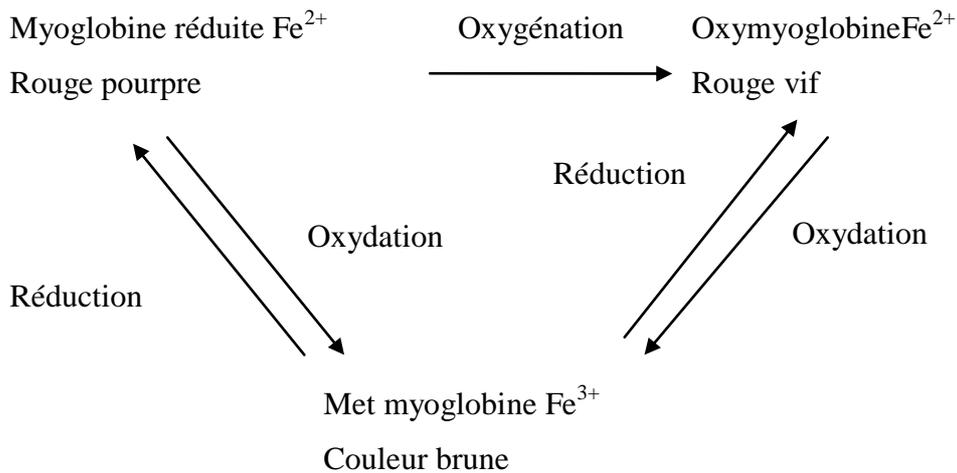


Figure 6 Myoglobine, Oxymyoglobine et Metmyoglobine

(M.JACQUOT et al, 2012)

Quand la sixième orbite de l'atome de fer est libre dans la profondeur du muscle, la myoglobine est sous forme myoglobine réduite (Mb) qui est rouge-pourpre. L'oxygénation se produit à la surface, dès qu'il y a contacte avec l'oxygène de l'air ambiant, la sixième orbite sera occupée par une molécule d'oxygène donnant une coloration rouge vif de l'oxymyoglobine (myoglobine oxygénée ( $MbO_2$ )).

Lors de l'oxydation à la forme ferrique ( $Fe^{3+}$ ), il y a formation de la metmyoglobine (MetMb) se traduisant par une coloration brune à quelques millimètres près de la surface, puis une coloration rouge pourpre en profondeur. C'est un gradient de couleur, en suivant la diffusion de l'oxygène, de la surface vers intérieure. Cette oxydation se déroule dans des conditions acides et de faible pression en oxygène (J.A.PEREZ-ALVEREZ et al, 2009), (M.R.ROSSET, 1989)

À pH proche de la neutralité, le fer est sous forme  $Fe^{2+}$ , par contre à pH bas, il est rapidement converti en  $Fe^{3+}$ , qui ne forme pas de liaison avec l'oxygène, mais peut se lier avec d'autres ligands, donnant ainsi des couleurs variables. La couleur est donc fonction de la molécule donneuse d'électrons, l'état chimique de l'atome de fer, l'état de la protéine (naturel ou dénaturé), et l'état de l'hème. La réduction enzymatique et l'oxydation, sont des réactions opposées, responsables de la quantité de la metmyoglobine présente dans la viande.

### 3.2.2.3 L'hémoglobine

L'hémoglobine est un transporteur d'oxygène dans l'organisme, et elle donne la pigmentation rouge au sang. Comme la myoglobine, il s'agit aussi d'une chromoprotéine, avec un atome de fer qui peut être oxygéné de la même façon. La concentration d'hémoglobine retenue après le saignement, influence la coloration de muscle et du gras. Cependant, la contribution de l'hémoglobine à la couleur de la viande ne dépasse pas 5% (s'il y a une bonne saignée) puisque elle est éliminée lors du saignement. (J.A PEREZ-ALVAREZ, 2009)

### 3.2.2.4 Les carotènes

Les carotènes sont des pigments d'origine alimentaire responsables de la coloration de la graisse, notamment chez les veaux nourris avec des aliments riches en  $\beta$ -carotène et chez les animaux âgés. (J.A PEREZ-ALVAREZ, 2009)

### 3.2.2.5 Facteurs déterminant la couleur de la viande

Il y a 4 composants considérés comme étant les déterminants majeurs, dont deux à l'état frais et deux durant la conservation.

#### a. A l'état frais

- **La structure physique du muscle** : sa teneur en eau, et en gras intramusculaire liée à son degré d'acidification (pH), qui modifie la luminosité du produit.
  - La quantité du gras intramusculaire, influence la teinte de la viande.
  - La teneur en eau : une déshydratation superficielle, est associée à une augmentation de formation de metmyoglobine, entraînant un dépôt des pigments en surface, une diminution de la luminosité, et donc une coloration foncée.
  - pH : plus le pH est bas, plus la viande est ou sombre. (ROSSET et al ,1979)
- **La quantité de pigment** : L'intensité de la couleur est fonction des pigments présents .Elle varie avec :
  - **L'espèce** : pour un même muscle, on peut trouver des teneurs différentes en myoglobine, et donc des couleurs différentes (Bv, Cv, Cp, Ov).
  - **L'individu** : la quantité de pigments varie selon l'âge, le sexe, la race, le poids de l'animal, et le fait qu'il soit castré ou non.
  - **Les muscles** : la teneur en Mb est en fonction de l'activité du muscle.
  - **Les pigments d'origine alimentaire** : tels que les caroténoïdes. (ROSSET et al ,1989)

**b. Durant la conservation**

- *L'état chimique du fer hémique* qui évolue à l'air libre (voir figure 5).
- *le développement des bactéries* en surface de la viande et leurs possibles interactions avec la forme chimique du pigment.(E.VIERING, 2008)On peut avoir les interactions suivantes, lors de prolifération des différentes bactéries de la flore psychrotrope, et de la flore psychrophile :

Pigment	Réaction bactérienne	Pigment résultant	Couleur
Oxy myoglobine	Oxydation + bactéries ( <i>Pseudomonas fragi</i> )	Met myoglobine (- OH)	Marron
Met myoglobine	Bactéries produisant H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	chole myoglobine (- H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	Vert
met myoglobine	Bactéries ( <i>Pseudomonas mephtica</i> ) produisant H <sub>2</sub> S	Sulfmyoglobine (- SH)	Vert

Tableau 3 Interactions des bactéries de la flore psychrotropes et de la flore psychrophile (A.RIVERA, 2006)

Le rôle des bactéries dans l'évolution de la couleur des viandes fraîches, est influencé par les conditions d'éclairage. Pour la viande conservée dans l'obscurité, la prolifération bactérienne est diminuée, ainsi que leur numération, tandis qu'elle est stimulée en présence de lumière. (ROSSET et al, 1979)

## **1. LES TESTS USUELS**

### **1.1 Le pH**

#### **1.1.1 Définition**

Le pH est une mesure du degré d'acidité ou d'alcalinité, qui est caractérisé par la concentration des ions hydrogène.  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ . (R.NEIRINCK, 1970)

La chair des animaux avant l'abattage présente un pH de 7,1. Suite à l'abattage, une partie du glycogène de la viande se transforme en acide lactique, par conséquent le pH baisse. La vitesse de croissance de l'acidité de la carcasse vieillissante varie en fonction de certains paramètres, notamment l'espèce de l'animal, la race, les caractéristiques d'élevage, et son traitement avant l'abattage. Le bœuf atteint normalement son pH le plus bas, soit entre  $\text{pH}=5,4$  et  $\text{pH}=5,7$ , 18 à 24 heures après l'abattage. (C. DUDOUET, 2010)

#### **1.1.2 Importance du pH dans l'étude de la viande fraîche**

Dans le secteur de la viande, le pH est une notion bien connue. L'importance de la valeur du pH de la viande, tient du fait qu'elle donne une idée très nette, sur les caractéristiques de cette dernière (les facteurs dont dépend la qualité). La valeur du pH a un effet direct ou indirect sur :

- La couleur.
- La tendreté de la viande.
- La saveur.
- Le pouvoir de rétention d'eau (PRE).
- La conservation.

La forme structurelle de la myoglobine dépend du **degré d'acidification du muscle (pH)**, qui modifie la luminosité du produit (variation du rouge clair au rouge sombre) (J.KERRY et al, 2005) Après l'abattage, le pH des muscles baisse de  $\text{pH}=7$  à  $\text{pH}=5,5-5,7$ . Cette acidification, bénéfique à la conservation de la viande, s'accompagne de modifications structurelles du muscle, donc de sa couleur : (C.DUDOUET, 2010)

**Viande à pH élevé** : La structure du muscle est dite "ouverte" : les protéines sont chargées électriquement, se repoussent, et retiennent des molécules d'eau (**PRE augmente**).

#### **1.1.3 Variation du pH après la maturation de la viande**

Lumière pénètre en profondeur dans le muscle, et la part de lumière réfléchi est relativement faible. La viande présente alors une **couleur sombre**.

**Viande à pH bas** : Le réseau protéique musculaire est "fermé" (**PRE réduit**). La lumière pénètre peu dans le muscle, et le pourcentage de lumière réfléchi est important, d'où une **viande plus claire** (par rapport à une viande à pH élevé, et à teneur en pigment identique). (C.O CHICHESTER, 1984)

24h après maturation, la valeur du pH ne doit pas avoir changé, sinon très légèrement. Dans ce cas, la couleur de la viande est rouge vif, et elle est d'une consistance solide et sèche ; caractéristiques typiques d'une viande normale. Après avoir atteint la valeur finale du pH, celle-ci n'évolue plus pendant un certain temps, après quoi, on note une légère hausse de quelques dixièmes. Uniquement dans le cas d'une conservation prolongée, il arrive que des substances basiques (amines, ammoniac), provoquent une élévation du pH jusqu'à une valeur de pH=6.5. Dans ce cas, la viande est pourrie et ne convient plus à la consommation. (NEIRINCK, 1970)

La réfrigération ne bloque pas la multiplication bactérienne, mais elle ralentit la croissance. Une durée de réfrigération très longue d'une viande fraîche, provoque le début de croissance des bactéries, favorisant la formation d'enzymes qui dégradent le muscle et libèrent des substances qui augmentent le pH (amines, ammoniac). C'est le début de la putréfaction. Le pouvoir de rétention d'eau de la viande est augmenté, en raison de la valeur élevée du pH, ce qui favorise en plus l'altération de la viande.

#### **1.1.4 Mesure du pH: pH mètre**

C'est un outil électro métrique, comprenant une électrode de verre pour pH-mètre, qui mesure le pH, en plaçant l'électrode directement dans l'eau distillée mélangée à la viande.

### **1.2 Méthodes de mesure de la tendreté de la viande**

#### **1.2.1 Principe de la mesure**

Les sensations du consommateur, sont le résultat d'une résistance du produit à une force appliquée, que ce soit par le sens de toucher, ou lors de la mastication. Les tests mécaniques, impliquent la mesure de la résistance du produit aux forces appliquées, c'est-à-dire l'amplitude de la déformation, et l'évolution de cette dernière au cours du temps.

Les forces susceptibles d'intervenir, sont celle de la compression, du cisaillement, du tranchage, de la tension, et de la compression-cisaillement. (ROSSET M.R et al, 1984)

Un instrument de mesure de la tendreté de la viande (ou de la texture de tout autre aliment), comprend quatre éléments fondamentaux : une sonde, un mécanisme conducteur, un élément et un système de lecture. Il existe différents instruments pour les tests mécaniques de mesure de la tendreté et parmi eux on retrouve :

- Appareil de Warner-Bratzler
- Tenderomètre Amour.

### **1.3 Les méthodes d'évaluation de la couleur**

La notion de couleur peut être évaluée par des moyennes sensorielles et par des méthodes instrumentales. Dans tout les cas l'évaluation de la couleur d'une viande nécessite certaines précautions à prendre en compte, notamment :

- le moment de réalisation des mesures.
- le choix du site où effectuer la mesure (type de muscle).
- la préparation de la surface à mesurer.
- le réglage et l'étalonnage de l'outil de mesure.

Toute déficience à cet égard risque d'invalider les résultats obtenus. (M. PETTACCI, 2009)

#### **1.3.1 Méthodes instrumentales**

##### **1.3.1.1 Méthode par extraction de Hornsey 1956**

C'est une méthode physicochimique impliquant l'extraction et le dosage des pigments qui sont les caractéristiques déterminant de la couleur. On effectue un prélèvement de viande, jugé représentatif de la carcasse que l'on broie et que l'on mélange à de l'acétate, permettant l'extraction du pigment contenu. La solution ainsi formée (pigment + solution d'extraction), est utilisée au spectrophotomètre, pour mesurer *l'absorbance* de la lumière à 406nm. Cette dernière associée aux coefficients d'extinction de MbO<sub>2</sub> et MetMb, permet de quantifier la teneur en pigment. Le résultat est exprimé en µg de ferhémique par g de tissu frais. (ROSSET.R, 1979).

##### **1.3.1.2 Méthode de colorimétrie (tristimulus)**

C'est une méthode physique basée sur le principe que l'ensemble des couleurs peut être représenté sous forme d'espace colorimétrique à 3 dimensions, où chaque couleur est définie par 3 paramètres indépendants. Ces dimensions correspondent aux 3 couleurs primaires qui peuvent être mélangées pour reproduire n'importe quelle couleur (trivariance visuelle). Ceci vient du fait que les cônes, tapissant la rétine de l'œil soient sensibles aux 3 couleurs qui

sont : le bleu, le rouge et le vert. Donc la colorimétrie simule optiquement et électroniquement, la sensation physiologique de l'œil humain. (ROSSET et al, 1989).

Il existe différents espaces de repérage des couleurs et ainsi différents modèles colorimétriques ayant des propriétés spécifiques. L'évaluation peut être faite par le système **CIE(XYZ)** ou à l'aide d'un système de **Hunter** où la couleur est définie par :

- la clarté ou luminance  $L^*$  (qui va de 0 à 100),
- les coordonnées de chromaticité :
  - l'indice de rouge  $a^*$  (de +60 à -60) et
  - l'indice de jaune  $b^*$  (de +60 à -60). (G.OFFER et al, 2009).

## **1.4 Le pouvoir de rétention d'eau**

### **1.4.1 Définition**

C'est la capacité d'une viande à garder toute son eau ou une partie, lors de stockage, cuisson, et traitement. Ceci a une influence sur la couleur, la texture, et les propriétés organoleptiques de la viande, telles que le goût, et la jutosité. L'eau constitue approximativement, 75% du poids des tissus musculaires, et elle est répartie de la manière suivante : 5 à 10% (eau liée) et 90 à 95% (eau libre).

**L'eau liée** : est fixée au groupement hydrophile des protéines du muscle par des liaisons hydrogène, et elle peut être affectée par des changements structuraux, et ioniques, lors de la dénaturation et de la congélation. La quantité de cette eau est très faible, car elle se trouve entre les protéines.

**L'eau libre** : inclut l'eau associée aux substances dissoutes, localisée dans les espaces extracellulaires (20%), entre les myofibrilles (70%), ainsi que dans le réticulum sarcoplasmique (10%). C'est elle qui intervient dans le PRE.

Après la mort de l'animal, il y a une chute de pH dans les tissus musculaires et on aura une ionisation des terminaisons protéiques. Les charges opposées résultent d'une attraction des chaînes adjacentes, et d'un rétrécissement des espaces occupés par l'eau, ainsi la quantité d'eau extracellulaire est plus élevée dans la viande, que dans les muscles. (R.ROSSET et al, 1985)

## **1.4.2 Facteur déterminant le PRE**

La charge des groupements fonctionnels, la stabilité des ponts entre les chaînes polypeptidiques, et la configuration des protéines, déterminent la structure spatiale des protéines des fibres musculaires, qui seront liées aux molécules d'eau. Ces protéines forment un réseau contenant l'eau libre, et si le réseau des fibres est serré lorsque le pH est bas (5.3-5.8), l'eau libre est éliminée et devient facilement extractible (R ROSSET et al, 1985).

## **1.4.3 Méthodes de mesure du PRE**

### **1.4.3.1 Méthode utilisant la capillarité (Méthode d' Hoffmann)**

Cette méthode utilise le pouvoir d'absorption du gypse. C'est un appareil basé sur l'attraction capillaire de l'eau de la viande, par un bloc de gypse poreux. La détermination du PRE se fait en 30 secondes. Le niveau de liquide dans le tube ascendant, est lu et noté au début, et à la fin de l'expérience. La différence entre les deux valeurs, indique l'augmentation du volume d'eau (la quantité de jus de viande absorbée, par le bloc gypse poreux). Il faut veiller à ce que la surface du morceau soit plane, et dépourvue de graisse, et de conjonctif. (M.R.ROSSET et al, 1984).

### **1.4.3.2 Méthode de pression**

L'échantillon est pressé entre deux plaques de verre parallèles, avec une presse hydraulique, ou un analyseur de texture, et l'eau qui sort est collecté sur un film (filtre) de papier préalablement pesé (M. PETRACCI et al, 2009). On mesure soit le poids du papier, soit la surface de diffusion du suc musculaire, ou le poids du muscle pressé (ROSSET.R. et al. 1985)..

*Remarque:* afin d'avoir des valeurs comparables, cette méthode nécessite des conditions standards et relatives comme :

- Les forces employées lors de la compression.
- La taille de l'échantillon.
- La température.
- Les papiers de filtration utilisés.
- Le temps de compression. (M. PETRACCI et al, 2009)

## 1 LES TEST D'AUNTHENTIFICATION

### 2.1 Différenciation entre une viande décongelée et une viande fraiche

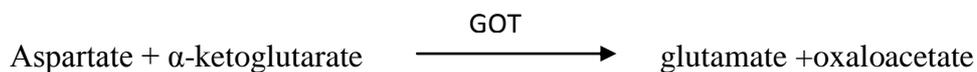
La congélation est un processus de conservation qui se fait lors du stockage pour diminuer la détérioration microbienne ou chimique. Le processus est caractérisé par la formation de cristaux à partir des noyaux glaçogènes. Par conséquent, la congélation lente va produire de grands cristaux extracellulaires, alors que la congélation rapide va produire de petits cristaux de glace intracellulaire qui sont purs ( $H_2O$ ), laissant ainsi les solutés concentrés en phase liquide. Cette hypertonie engendre une dénaturation des protéines et un dommage des organites dû aux phénomènes d'osmose. Suite à la décongélation le contenu des organites ne sera pas localisé : ex. les lysosomes et les mitochondries libèrent les enzymes protéase, phosphatases etc.....

#### 2.1.2 Tests Enzymatiques

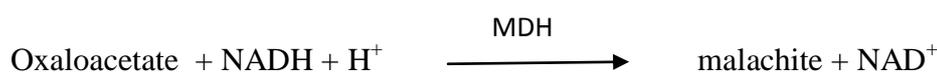
##### 2.1.2.1 Méthodes par GOT et HADH

Le glutamate oxaloacetate transaminase (GOT) et le  $\beta$ -hydroxyacyl-CoA-déshydrogénase (HADH) sont des protéines localisées dans la membrane des mitochondries. Lors de la décongélation, les membranes mitochondriales sont endommagées et ces enzymes vont être libérées dans le suc de la viande. Ainsi le suc de la viande décongelée contient à la fois les protéines sarcoplasmiques et mitochondriales, alors que le suc de la viande fraiche contient les protéines sarcoplasmiques.

Le GOT est un catalyseur de la formation du glutamate et de l'oxaloacetate à partir de l'aspartate et de l' $\alpha$ -ketoglutarate.



Oxaloacetate ainsi formé est converti en malachite par la malachite déshydrogénase pour former la malachite et le  $NAD^+$



La vitesse de décroissance de la concentration de NADH mesurée par spectrophotométrie, est proportionnelle à la concentration catalytique du GOT (H.D. BELITZ, 2004). On peut détecter la présence de HADH, dans le jus obtenu après avoir comprimé la viande, par analyse spectrale, ou par utilisation d'un test. La méthode par spectrophotométrie, exploite la conversion du NADH, en  $\text{NAD}^+$ , et ce, en mesurant la chute de l'absorbance à une longueur d'onde de 340nm.



### Équation 1. Conversion de NADH en $\text{NAD}^+$

#### 2.1.2.2 Différenciation histologique

Basée sur l'observation des structures cellulaires endommagées à l'aide d'un microscope.

#### 2.2 Identification de l'espèce

Pour identifier l'espèce, il y a plusieurs méthodes employées qui sont :

- L'analyse moléculaire : comprenant l'analyse de l'ADN, et qui est basée sur la PCR (polymerase chain reaction), ainsi que d'autres tests.
- Les techniques biologiques ou sérologiques : comme ELISA (enzyme linked immunosorbent assay), fixation du complément, test de précipitation.
- L'électrophorèse : qui est basée sur la séparation et la coloration des protéines spécifiques des espèces. (O.I. ILHAK et al, 2006)

### 2.2.1 Test par électrophorèse

Le principe de l'électrophorèse repose sur la séparation de mélanges de substances par l'action d'un champ électrique continu. En fonction de la somme des charges, ainsi que de la taille des différentes protéines présentes dans le milieu, il y a migration en direction de l'électrode opposée et on note des divers profils électrophorétiques. Pour des espèces connus, il existe des profils plus ou moins spécifiques (M.MOTOWSKA et al ,2007) Des techniques spécialisées telles que la focalisation isoélectrique permettent de différencier à quelques rares exceptions près, des espèces animales appartenant à des familles très proches du point de vue génétique. L'électrophorèse permet également l'identification de certaines espèces exotiques à partir d'échantillons de viande, à condition que l'on ait les profils de référence correspondants.(H.GAZALLI et al, 2013)

### 2.2.2 Test par PCR (Polymerasechainreaction)

C'est une méthode d'analyse qui implique l'amplification enzymatique des séquences spécifiques de l'ADN in vitro. Cette technique permet de synthétiser beaucoup de copies d'un segment d'ADN à température approprié. La dénaturation (à 95°C pour séparer les brins d'ADN), l'hybridation des amorces et l'extension de l'ADN par l'ADN polymérase représentent un cycle de PCR. Le processus est répété plusieurs fois pour avoir des milliers de copies de brins d'ADN qui vont être soumises à l'électrophorèse dans un gel d'agarose et les résultats sont présentés sous forme de profil d'ADN sur un électrophorégramme. (N.HAIDER et al, 2011). Il existe différents techniques de PCR :

#### a. RAP -DNA

Ici il y a amplification des séquences d'ADN non spécifiques, avec les séquences primaires aléatoires. Les résultats sont utilisés pour, l'identification simultanée des différentes espèces. C'est une technique rapide, simple, et reproductible.

#### b. Test de PCR spécifique à l'espèce

C'est un test simple, sensible et rapide, par rapport aux autres techniques, mais il ne peut être utilisé que pour identifier un nombre d'espèces limité. Il implique l'analyse de l'ADN génomique, et mitochondrial. Les régions de l'ADN mitochondrial les plus couramment utilisées pour cette manœuvre sont : 12S rRNA, 16S rRNA, D-loop, et la région Cytochrome -b, pour identifier la viande de bœuf, de poulet, de dinde, de porc, et de mouton. Il existe

aussi des régions spécifiques de l'ADN génomique, utilisées pour identifier la viande d'autres espèces comme, les lapins, les équidés, les canidés, les félins, les cochons d'inde... etc.

#### **c. PCR-RFLP**

C'est une technique rapide, et sensitive (détection des espèces qui se ressemblent ex. buffles et bœuf) mais complexe, qui nécessite un équipement spécifique, onéreux, et utilisée pour la viande cuite. Elle implique l'amplification d'un gène, suivi par une digestion, et un clivage avec les enzymes restrictives.

#### **d. Technique PCR Multiplex**

Technique employée pour l'analyse rapide, simultanée et précise pour l'identification des espèces, à partir d'un mélange de viandes, qui cible l'ADN mitochondrial, et génomique, pour subir la réaction de PCR, à l'aide de multiples séquences primaires.

### **3 TESTS RAPIDES**

(COURS D'H.I.D.A.O.A DEPARTEMENT VETERINAIRE, SZENT ISTVAN UNIVERSITY HONGRIE)

#### **3.1 Tests de saignement**

##### **3.1.1 Test d'extraction d'hémoglobine**

C'est un test qui exprime le degré de saignement caractérisé par la présence ou l'absence de coloration de l'eau. La viande hachée est mélangée à de l'eau et/ou quelques gouttes d'éther. Une viande bien saignée ne colore pas l'eau tandis qu'une viande moyennement saignée donne une coloration rouge claire et une viande mal saignée donne une coloration rouge foncée.

##### **3.1.2 Test du vert de malachite**

C'est un test basé sur l'utilisation du vert de malachite (colorant) que l'on incorpore à l'extrait de viande avec une goutte de peroxyde d'hydrogène. Les résultats que l'on pourrait obtenir sont décrits dans le tableau ci-dessous :

**Résultat :**

Niveau	Aspect	Couleur	Jugement
I	liquide clair	Bleu	bien saignée
II	Trouble	Vert	moyennement saignée
III	Trouble	vert olive	mal saignée

Tableau 4 : changements de couleur lors de test de malachite

**3.2 Test de pouvoir de rétention d'eau****3.2.1 Perte à la cuisson**

La cuisson se fait à 75°C, et la perte en eau est mesurée en comparant le poids après cuisson avec le poids initial, et elle est exprimée en pourcentage. A l'augmentation de la chaleur, les protéines sont dénaturées et leurs structures chimiques sont perturbées, ainsi l'eau est libérée.

**3.3 Les Tests de fraîcheur****3.3.1 Le test de peroxydase**

La peroxydase est une enzyme contenue dans la viande fraîche qui agit sur le peroxyde d'hydrogène et induira la libération d'oxygène. Ce dernier va changer la couleur de l'indicateur (soit la solution alcoolique d'alpha-naphtol ou l'indicateur de benzidine), qui sont incolores.

Une viande fraîche donne une coloration bleu-verdâtre en 0.5-1.5 minutes, tandis qu'une viande acceptable donne une coloration bleu-verdâtre en 2-3 minutes, alors qu'une viande putréfiée ne colorera pas l'indicateur.

**3.3.2 Test d'acétate de plomb**

C'est un test basé sur la détection de sulfure d'hydrogène dans une viande putréfiée, en utilisant un papier-filtre mouillé par une solution d'acétate de plomb. H<sub>2</sub>S est produit par des bactéries comme les lactobacilles, pseudomonas...etc. Si les résultats sont positifs, le papier-filtre sera coloré en marron ou en noir, suite à la formation de disulfure de plomb.

**3.3.3 Le test d'Eber**

C'est un test basé sur la détection de l'ammoniaque dans une viande en voie de putréfaction, en utilisant l'HCl, l'éther et l'alcool à 96% comme réactif. Une viande putréfiée

va donner une couleur bleu grisâtre, qui se forme rapidement si l'ammoniaque est présent. La couleur est observée sur fond noir.

### **3.3.4 Examen histologique**

C'est un test basé sur la préparation de lames histologique préparées à partir d'une viande fraîche et d'une viande décongelée. Une viande fraîche présente des zones foncées et des zones claires, et il y également intégrité des fibres musculaires, tandis qu'une viande décongelée présente une perte de striation et de l'intégrité des fibres musculaire.

## 1. Objectif

Notre partie expérimentale consiste à :

Vérifier la bonne pratique du saignement de la viande.

Faire la différence entre une viande fraîche et une viande décongelée.

Différencier entre la couleur jaune physiologique et pathologique de la graisse.

Démontrer qu'il y a des tests physiques et chimiques simples, pouvant être réalisés pour le contrôle de la viande.

## 2. Matériel et méthodes

Viande hachée fraîche (bovine).

Morceaux de viande fraîche (bovine).

Morceaux de viande décongelée (bovine).

Graisse de bovin.

Verrerie de laboratoire.

Centrifugeuse.

Balance électrique.

Bain Marie.

Vortex.

Alcool à 50% ,70° ,90° ,100°

Acide Sulfurique ( $H_2SO_4$ ) à 98%.

Peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) à 3%.

Ether ( $C_2H_5OC_2H_5$ ).

Acide acétique ( $CH_3COOH$ ) à 30%.

Vert de Malachite (colorant).

Eau distillée.

Formol.

Bloc de paraffine.

Liquide de paraffine.

Toluène.

Barres de Leuckhart.

Colorant → Hématéine → Eosine.

Microtome.

Lamelle.

Thermomètre.

Microscope: Leica DM 1000.

Camera: Optika 4083 B5.

Logiciel de lecture : Optika vision lite.

### **3. Méthodes**

#### **3.1 Tests de saignement**

##### **3.1.1 Test d'extraction d'hémoglobine**

###### **a. Principe :**

Extraire le jus de la viande et observer sa coloration.

###### **b. Protocole :**

Dans un tube à essai propre, mettre 5 g de viande hachée et 10 ml d'eau (on peut ajouter quelques gouttes d'éther), bien agiter et centrifuger à 3000 tours /minute, pendant 5 minutes.

### 3.1.2 Test du Vert de Malachite

#### a. Principe :

Observer la coloration du surnageant de la viande, après incorporation du vert de malachite.

#### b. Protocole :

- Préparation de l'extrait de viande

Dans une fiole Erlenmeyer, mettre 6 g de viande hachée avec 14 ml d'eau distillée, agiter à plusieurs reprises et centrifuger à 3000 tours /minute pendant 5 minute. Puis, transférer dans un tube à essai, et utiliser le surnageant de l'extrait de viande.

#### Réactifs

- Solution acide de Vert de malachite

Dans un bécher, mettre 0,1 g de vert de malachite, ainsi que 25 ml d'acide acétique à 30%. Dissoudre le colorant, en chauffant le mélange au bain marie à 60 ° C pendant 10 minutes, jusqu'à ce que la dissolution soit terminée. Puis, compléter avec 100 ml d'eau distillée.

- Peroxyde d'hydrogène à 3 %

Procédure :

Dans un petit tube à essai, mettre 0,7 ml d'extrait de viande, une goutte de vert de malachite, mélanger, puis ajouter une goutte de peroxyde d'hydrogène à 3%. Agiter le tube jusqu'à la formation de mousse, et centrifuger à 3000 tours /minute pendant 5 minutes.

### 3.1.2 Résultats et discussion :

Lors du test d'extraction d'hémoglobine, la coloration rouge clair du surnageant démontre que la viande a été moyennement saignée. Ce qui, concorde avec les résultats obtenus, pour le test du vert de malachite, où le surnageant était vert et trouble, confirmant ainsi, un saignement moyen.

Par pure coïncidence, sur un seul échantillon acheté, nous avons observé un saignement moyen. Qu'en serait-il si nous avions poursuivi les tests sur davantage d'échantillons?

Nous nous posons également des questions quant à la cause de ce saignement mal pratiqué. Est-ce pour gagner du temps ? Ou serait-il un moyen frauduleux permettant d'augmenter le poids de la carcasse ?

### **3.2 Tests de la couleur de graisse**

#### **3.2.1 Test de Martin**

##### **a. Principe :**

Chercher la présence éventuelle de pigments biliaires dans la graisse.

##### **b. Protocole :**

Couper 2g de gras en morceau. Y ajouter 20cc de 50% alcool, puis mélanger et séparer par filtration. Enfin, à 8ml de filtrat incorporer 10-20 gouttes d'acide sulfurique à 98%.

#### **3.2.2 Résultats et discussion :**

La non coloration du surnageant, prouve l'absence de pigments biliaires, et de ce fait, la couleur jaune de la graisse est physiologique et due aux carotènes.

### **3.3 Test de différenciation histologique entre une viande fraîche et une viande décongelée**

#### **a. Principe :**

Vérifier l'intégrité de la structure des fibres musculaires en préparant des lames histologiques.

#### **b. Protocole :**

- Prélèvements de 1cm sur 0.5 d'épaisseur de viande fraîche et de viande décongelée.
- Fixation dans le formol à 10% pendant 48 heures.
- Rinçage à l'eau distillée pendant 2 minutes.
- Déshydratation par l'alcool éthylique à une concentration croissante de 70%,90% et 100%. 2 bains d'une heure chacun sont effectués pour chaque concentration.
- Deux bains d'éclaircissement au toluène (d'une heure chacun).
- Préparer des blocs de paraffine avec l'échantillon.
- Microtomie : une épaisseur de 5micro mètres est coupée à partir du bloc de paraffine contenant l'échantillon.  
Mettre le ruban de paraffine avec l'échantillon obtenu après microtomie dans un bain marie à 37-42°C, puis sur un plaque chauffante pendant 5 à10 minutes et laisser sécher pendant 24 heures.
- Déparaffinage : 2 bains de toluène de 5 minutes chacun.

- Réhydratation dans l'alcool éthylique à une concentration décroissante de 100%, 90% et 70%. Un seul bain d'une minute pour chaque concentration.
- Coloration : Eosine, pendant 3 minutes et 30 secondes (coloration du cytoplasme)

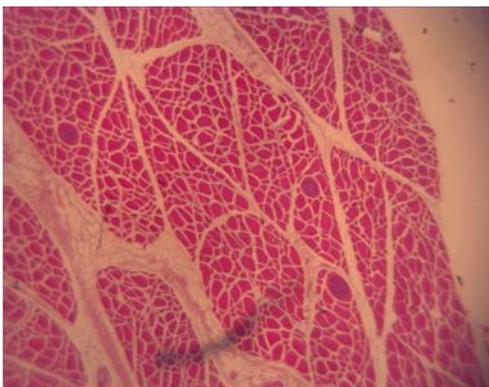
Hématéine, pendant 45 minutes (coloration du noyau).

- Rinçage à l'eau distillée puis déshydratation à concentration croissante de 70%, 90% et 100% pour conserver la lame.
- Eclaircissement au Toluène pendant 5 minutes.
- Mettre une goutte de résine au niveau de la lamelle puis, le montage est fait à un angle de 30° pour chasser les éventuelles bulles d'air.
- Observation au microscope à un grossissement de 4, puis 10. (Pour un grossissement de 100, il faut mettre de l'huile d'émission)

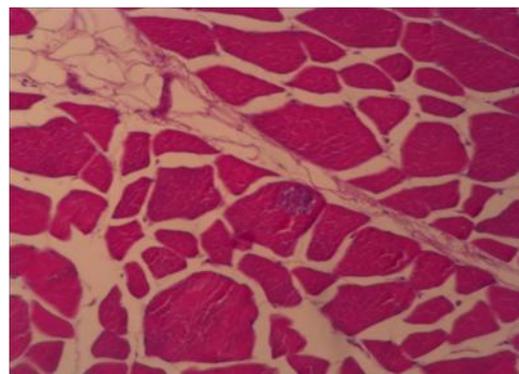
### 4.3 Résultats et discussion

#### 4.3.1 viande fraîche

Fibres musculaires intactes. La striation est conservée.



Lame 8 : viande fraîche parasitée G×4

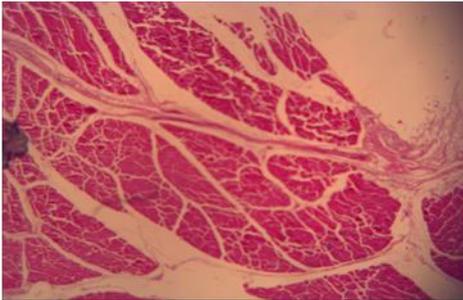


Lame 8 : Viande fraîche avec intégrité des fibres musculaires, et présence de parasites. GX20.

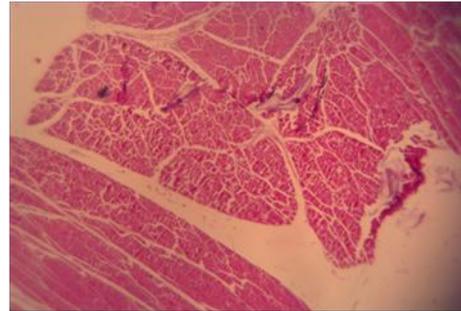
Figure 9 : Lames histologiques de la viande fraîche

### 4.3.2 Viande décongelée

Perte de striation des fibres musculaires.



Lame3 : viande décongelée Gx4



Lame 4 : viande décongelée Gx4

Figure 10: Lames histologiques de la viande décongelée

### 5.3.2 Discussion des résultats

Grace aux coupes histologiques effectuées, nous constatons qu'il y a une différence structurelle entre la viande fraîche et la viande décongelée. Ceci étant marqué par une perte de striation, et une dégradation des fibres musculaires.

Sur un petit échantillon, nous avons observé sur les coupes que nous avons traitées et ce, totalement par hasard plusieurs larves de cysticerque !!! La question est : et si nous avions pris plus d'échantillon ?! Et si nous avions effectué des tests sur des morceaux de la même carcasse ou sur la carcasse entière ? Cela pourrait laisser penser que la carcasse était massivement infestée !!

A travers ces photos, nous pouvons dire qu'un test aussi simple que l'examen histologique, pourrait facilement nous permettre de distinguer entre une viande fraîche et une viande décongelée présentée comme fraîche, et faire barrage à ce genre de fraude si les contrôleurs disposaient d'un minimum de réactifs avec un microscope photonique.

## CONCLUSION

A l'issue de notre projet, nous avons eu la possibilité de mettre en pratique quelques tests chimiques dont le but n'était pas de contrôler, mais de mettre en évidence quelques tests grâce auxquels nous avons pu constater des résultats pas très probants, confirmés par les deux tests de saignement, et ce, malgré le peu de temps et de matériel dont nous disposions. Le test de différenciation entre une viande congelée et décongelée qui permet de d'observer les modifications des structures fibrillaires, nous a également permis de constater la présence de parasites. Ceci témoigne d'un manque de contrôle des carcasses par les inspecteurs au niveau des abattoirs. Ce qui renforce d'autant plus l'idée que des examens complémentaires tels que ceux cités dans notre étude, sont nécessaires à effectuer sur les prélèvements opérés sur les étalages des boucheries.

## **BIBLIOGRAPHIE**

**BALLIN N.Z., LAMETSCH R., 2007:** Analytical methods of fresh vs. thawed meat-A review, page 2

**BELITZ H.D., W. GROSCH, P. SCHIBERLE, 2004:** Food chemistry 3<sup>rd</sup> edition, pages 142,143, 612 et 613

**CCPPA COLLECTIF,** Abattage et découpe du bœuf, 2001 page 18

**CHICHESTER C.O.,1984**Advances in food Research, Volume 29, page 29

**COIBION L, 2008,** Acquisition des qualités organoleptiques de la viande Bovine adaptation à la demande de consommateur, pages 10, 11, 16 et 45

**CRAPLET C.1966 :** Traité d'élevage moderne Tome VIII, La viande de bovins de l'étable de l'éleveur à l'assiette du consommateur, 28

**DUDOUE C., 2010,** La Production des bovins allaitants, Conduit, Qualité, Gestion 3<sup>e</sup> édition, page 65

**EL RAMMOUZ M.R., 2005,** Etude de changements biochimiques post mortem dans le muscle des volailles-contribution au déterminisme de l'amplitude de la diminution du pH, pages 5, 6,7, 8 et 10

**VIERLING E., 2008,** Aliments et Boissons: Filières et produits, pages 68 et71

**HARKTI A., 2007,** Etude des Paramètres biologiques intervenant dans l'attendrissage naturel de la viande ovine et leurs relations au facteur type de muscle, pages 7 et 11

**GAZALLI H., ALTAF HUSSAIN MALIK, HEENA JALAL, SAIMA AFSHAN, AMBREEN MIR, HUMAIRA ASHRAF,2013** International Journal of Food Nutrition and Safety: Methods of Identification of Meat Species 3(2): pages 5-21 et 90-110

**IRFAN ILHAK O., ALI ARSLAN, 2007:** Turkey Journal of Veterinary Animal Science: Identification of Meat species by polymerase chain reaction (PCR) technique 160,161,162

**PEREZ-ALVAREZ J. A. ET AL 2007** HANDBOOK of Meat, Poultry and Seafood Quality 25, 27, 28-32

**PEREZ-ALVAREZ J. A. ET AL 2007:** Handbook of muscle foods analysis: Color Measurements on Muscle-Based Foods 470, 471

**JOSEPH KERRY, JOHN KERRY, DAVID LEDWARD, 2005** Meat Processing Improving Quality page 165

**LAWRIE R. A., 1998,** Lawrie's Meat Science, pages 32, 33, 34 et 105

**MONTOWSKA M., POSPIECH E., 2007** Species Identification of Meat by Electrophoretic Methods pages 3,4 et a5

**MARINUS F.W TE PAS, M.E.VERTS, HENK P HAAGSMAN, 2004,** Muscle development of livestock animals: Physiology, genetic and meat quality, pages 369, 370

**SONI N., AHLAWAT S.S., 2006:** Meat Species Specification by Molecular Techniques P1, 3,5,6,7,9,12,

**OFFER, G., & KNIGHT, P.VALIN et al, 1982 :** Hygiène et technologie des viandes fraîches, 208-209

**PETRACCI M. AND ELISABETH. BAÉZA, 2009** Harmonization of methodology of assessment of poultry meat quality features pages 9 -16

**PROTZ D. 1983:** Revised Science & Technology Office International Epizootie: Les méthodes de détermination des espèces animales à partir de la viande ou des produits à base de viande; pages 79, 80, 81, 82, 83 et 84

**RIVERA A. 2006** Fresh meat quality article P 16, 18, 21, 23-28

**ROSSET M.R., LAMELOISE P. ET ROUSSEL-CIQUARD N, 1984. :** Actualités Scientifique et Techniques en industrie agro-alimentaires : La tendreté de la viande, 6-15-22-30-31-32-3339-74

**ROSSET R. & P. LIGER 1979** : Actualités Scientifique et Techniques en industrie agro-alimentaires : La couleur de la Viande, 9,10-13,18-20, 23,25-29,41-48,56

**ROSSET R. & P. LAMELOISE, 1985** : Actualités Scientifique et Techniques en industrie agro-alimentaires :Le pouvoir de rétention d'eau de la viande,5- 7-8,11-16

**UNDERWOOD K. R., 2008**, MaternalNutritional Management, AMP –activatedprotein kinase and beef, pages 25 et 36

**Sheridan J.J, ALLEN.P, ZIEGLER.J.H, LARINKOV.M et SUVAKO M.D,** Abattage, découpe de la viande et traitement antérieur, FAO 1994

**VALIN et al, 1982** : Hygiène et technologie des viandes fraîches pages 208 et 209

**YIU H HUI, WAI-KIT NIP, ROBERT W ROGERS, OWEN A YOUNG, 2001,** Meat Science and Applications, page 30

## RESUME

Ce projet nous a permis de réaliser des tests physiques et chimiques de contrôle d'une viande fraîche.

Les tests réalisés :

- Test d'extraction d'hémoglobine, et test de malachite qui nous permettent d'apprécier le degré de saignement.
- Test de Martin, qui montre l'origine de la coloration de la graisse.
- Préparation des lames histologiques, dont l'objectif est de différencier entre la viande fraîche et la viande décongelée présentée comme fraîche.

**Mots clés :** viande, contrôle, physico-chimique, saignement, coloration de la graisse, lame histologique

## ABSTRACT

This project allows us to realize certain physical and chemical test used to control fresh meat.

The tests we did are:

- Hemoglobin extraction test and acid malachite test. These two enabled us to appreciate the degree of bleeding.
- Martin test, used to determine origin of fat color.
- Preparation of histological slides, in order to differentiate between fresh meat and thawed meat presented as fresh.

**Key words:** meat, control, physico-chemical, bleeding, fat coloration, histological slides.

## ملخص

لقد مكنتنا هذا المشروع من تحقيق اختبارات فيزيائية و كيميائية لمراقبة اللحوم الطازجة .

الاختبارات:

- اختبارات النزيف.
  - اختبار لون الدهون.
  - إعداد الشرائح النسيجية التي تهدف إلى التفريق بين اللحوم الطازجة, و اللحوم المزال عنها التجميد المعرضة كلحوم طازجة.
- كلمات هامة: اللحوم, مراقبة, فيزيو-كيميائي, النزيف, لون الدهون, الشرائح النسيجية.