

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES



Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de
MASTER ACADEMIQUE

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie
Filière: Biologie
Spécialité: Contrôle de la qualité des produits alimentaires

Réalisé par : BENLIFA Atika
CHAKOU Fatma Zohra

Thème

*Caractérisation biochimique de la viande cameline au
cours de la maturation*

Soutenu publiquement

Le : 01/06/2016

Devant le jury :

M ^{me} BENAÏSSA A.	M.C.A	Président	U.K.M Ouargla
M ^r BOURICHA A.	M.A.A	Examineur	U.K.M Ouargla
M ^{elle} SMILI H.	M.A.A	Encadreur	U.K.M Ouargla
M ^r ADAMOÛ A.	Professeur	Co-encadreur	U.K.M Ouargla

Année universitaire 2015/2016



Remerciements

*Au nom du **DIEU** clément et miséricordieux et que le salut de DIEU soit sur son prophète **MOHAMED***

Avant toute chose nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir accordées la force et les moyens afin de pouvoir réaliser ce travail.

Au terme de ce travail :

*Nous remercions très chaleureusement notre adorable encadreuse M^{elle} **SMILI Hanane**, pour avoir accepté de nous encadrer, pour ses conseils, ses orientations et ses bonnes mœurs.*

*Nos remerciements à monsieur **ADAMOUCHE** A., d'avoir accepté de nous co-encadrer.*

Nous exprimons toute notre gratitude aux membres du jury:

*M^{me} **BENAISSA** A., pour l'honneur qu'elle nous fait en acceptant de présider le jury.*

*M^r **BOURICHA** A., pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant d'examiner le travail.*

Merci aux agents techniques de l'abattoir communal d'Ouargla et aux bouchers qui nous ont aidées, à leur tête Al Hadj Ahmed ZAGHAB, CHREITE Djamel et Abdelkader.

Merci aux responsables du laboratoire pédagogique, M^r LAAYECHE, Amina, Hassina, Houda et à M^{me} KAÇI Safia responsable du laboratoire des bioressources sahariennes.

Merci aux volontaires qui nous ont aidées à la réalisation de l'évaluation sensorielle.

BENLIFA + CHAKOU



Après la grâce d'Allah, en cette vie j'ai les (quels et quelles) qu'ils ont des grâces à moi, c'est pour ça je dédie ce travail AUX:

*Les bougies de ma vie, les fleurs de mes jours, aux cells qui m'ont donné l'amour et la tendresse **mes parents** et a ma deuscième mère Saliha, pardonnez moi à tous vos fatigues pendant mes études*

*A ma sœur **Houaria** et son époux **Rachide**, mes nièces et mes neveux*

*A la gentille et la deuxième sœur **SMILI Hanane***

*A tous qu'ils m'aiment de loin ou de proche, de ma famille paternelle " **CHAKOU** et ma famille maternelle" **MEHANI**", de mes oncles, mes tantes et mes cousins*

*A la dame **MENINE Layla** (prof de la langue espagnole à Maria school-Touggourt),*

*A M^r **HAFFAR** (responsable au l'institut de paramédicale à Ouargla) et lui marie*

*AUX les amis de mon père surtout M^{ed} L. **BEN SALEM** et M^{ed} **BOUGHABA**, je ne vais jamais oublier vos biens et vos encouragements*

*Aux toutes mes adorables amis, surtout **Nadjia, Chifae, Hadjer et Amel...***

***Fatma Zohra** (Sabrinale)*

Dédicace

Je dédie ce travail à Ma famille
Et aux personnes les plus chères au monde mes parents ;

A ma très chère mère.
A mon très cher père.
A mes grands parents.
A mes tantes, mes oncles.

A mes très chères sœurs : Soumia , Soundes.
A mes très chères frères : Samir, Soufiane ,Younes.
A mon très chère frère : Abd ellatif et son épouse Farhed.
A ma très chère sœur Asma et son marie Tarik.
A mon neveu Med Said.
A mes très chers amis.

A mon Binôme « sabrinal » qui a partagée avec moi les moments difficiles de ce travail
et son famille

A La promotion de Master 2 Contrôle de qualité.
Sans oublier mes amies *et a Tous ceux qui ont connus.*

Atika

SOMMAIRE

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste d'abréviations	
	Page
INTRODUCTION	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	
Préambule	
Chapitre I. Généralités sur le dromadaire Algérien	
I.1. Dromadaire Algérien	2
I.2. Répartition géographique du dromadaire	2
I.3. Production de viande de dromadaire	3
I.4. Abattage du dromadaire	3
I.4.1. Détermination de l'âge à l'abattage	4
 Chapitre II. Propriétés du muscle	
II.1. Définition du muscle	5
II.2. Composition du muscle	5
II.3. Différents types de muscles	5
II.3.1. Muscles lisses	5
II.3.2. Muscles intermédiaires	5
II.3.3. Muscles striés squelettiques (MSS)	6
II.4. Structure du muscle strié squelettique	6
II.5. Principales protéines du muscle strié squelettique	7
II.5.1. Protéines de la matrice extracellulaire	7
II.5.2. Protéines sarcoplasmiques	8
II.5.3. Protéines du cytosquelette	8
II.5.4. Protéines contractiles	8
II.5.4.1. Myosine	8
II.5.4.2. Actine	9
II.6. Protéases du muscle strié squelettique	9
II.6.1. Calpaines	9
II.6.2. Cathepsines	10
II.6.3. Protéasomes	10
II.6.4. Caspases	10
II.6.5. Métallopeptidases	10
II.7. Types de fibres musculaires striées squelettiques	11

Chapitre III. Transformation du muscle en viande

III.1.	Définition de la viande	12
III.2.	Composition de la viande	12
III.2.1.	Protéines	12
III.2.2.	Lipides	12
III.2.3.	Glucides	12
III.2.4.	Vitamines	13
III.3.	Phases de transformation du muscle en viande	13
III.3.1.	Mort cellulaire programmée (apoptose)	13
III.3.1.1.	Définition	13
III.3.1.2.	Régulation du processus apoptotique	14
III.3.1.3.	Preuves d'apoptose	14
III. 3.1.3.1.	Preuves morphologiques	14
III. 3.1.3.2.	Preuves moléculaires et biochimiques	15
III.3.2.	Phase de pantelance	15
III.3.3.	Rigidité cadavérique (<i>rigor mortis</i>)	15
III.3.4.	Maturation	15
III.4.	Évolutions des paramètres biologiques au cours de la maturation	16
III.4.1.	Paramètres physicochimiques	16
III.4.2.	Paramètres biochimiques	16
III.5.	Facteurs influençant la transformation du muscle en viande	16
III.5.1.	Facteurs intrinsèques	17
III.5.2.	Facteurs extrinsèques	17
III.6.	Qualité nutritionnelle de la viande	17
III.7.	Qualité sensorielle de la viande	17

PARTIE EXPERIMENTALE

MATERIEL ET METHODES

Préambule

I.	DEMARCHE METHODOLOGIQUE	19
II.	MATERIEL BIOLOGIQUE	20
II.1.	Présentation de la population étudiée	20
II.2.	Présentation du lieu d'approvisionnement	20
II.3.	Prélèvement du muscle <i>Longissimus lumborum</i>	21
III.	PARAMETRES BIOCHIMIQUES DU MUSCLE MESURES AU COURS DU TEMPS <i>POST MORTEM</i>	22
III.1.	Suivi de l'évolution de la température	22
III.2.	Suivi de l'évolution du pH	22

III.3. Indice de Fragmentation Myofibrillaire (IFM)	22
III.4. Estimation de la protéolyse des protéines myofibrillaires par SDS PAGE	24
III.4.1. Extraction des protéines myofibrillaires	24
III.4.2. Dénaturation des protéines myofibrillaires extraites	26
III.4.3. Séparation des protéines myofibrillaires par électrophorèse en conditions dénaturantes	26
III.4.3.1. Conduite d'électrophorèse	26
III.4.3.2. Identification des protéines myofibrillaires	27
III.5. Dosage de la myoglobine	27
IV. Évaluation sensorielle de la qualité de la viande	28
V. Traitement statistique des données	30
V.1. Analyse de la variance	30
V.2. Analyse des corrélations	30
V.3. Analyse en composantes principales (ACP)	30

RÉSULTATS ET DISCUSSION

I. PARAMETRES BIOCHIMIQUES DU MUSCLE MESURÉS AU COURS DU TEMPS <i>POST MORTEM</i>	31
I.1. Suivi de l'évolution de la température	31
I.2. Suivi du pH	31
I.3. Mesure de l'Indice de Fragmentation Myofibrillaire(IFM)	32
I.4. Estimation de la protéolyse des protéines myofibrillaires par SDS PAGE	33
I.5. Dosage de la myoglobine	33
II. Évaluation sensorielle de la qualité de la viande	34
III. RECHERCHE DE CORRELATIONS ENTRE LES PARAMETRES ETUDIES	36
Conclusion	38
Références bibliographiques	39
Annexes	
Résumé	

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Répartition de l'effectif camelin dans les wilayas sahariennes (M.A. D.R., 2006)	2
2	Évolution de la production de la viande cameline en Algérie pendant 11 ans (F.A.O., 2013)	3
3	Découpe de la carcasse de dromadaire selon KAMOUN (1995)	4
4	Anatomie du muscle strié squelettique (MEKRAMI et al., 2003)	6
5	Anatomie du sarcomère (MEKRAMI et al., 2003)	7
6	Structure du filament épais de myosine (EL MAKSSOUD, 2005)	9
7	Structure du filament fin d'actine (EL MAKSSOUD, 2005)	9
8	Différentes étapes de la transformation du muscle en viande (OUALI et al., 2006)	13
9	Démarche méthodologique choisie pour la caractérisation biochimique de la viande de dromadaire au cours de la maturation.	18
10	Dromadaire de la population Sahraoui (BABELHADJ, 2012)	19
11	Muscle utilisé pour l'étude	20
12	Détermination de l'Indice de Fragmentation Myofibrillaire (IFM) selon le protocole modifié de CULLER et al., 1978 .	22
13	Schéma d'extraction des protéines myofibrillaires pour analyse électrophorétiques selon le protocole modifié de ZAMORA et al., 1996 .	24
14	Dosage de la myoglobine selon le protocole de WARRISS, 1979	27
15	Préparation des tranches de dégustation	28
16	Un aspect pour une séance de dégustation	28
17	La moyenne de variation de la température aux différents temps <i>post mortem</i>	30
18	Courbe d'étalonnage pour une concentration différente de BSA en fonction de la densité optique	31
19	Variation de la couleur des muscles étudiés	33
20	Distribution graphique des paramètres biochimiques et sensoriels étudiés	35

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Variation de l'IFM (%) aux cours du temps <i>post mortem</i>	32
2	Moyenne des notes attribuées par les membres du jury d'évaluation sensorielle	34
3	Matrice de corrélation entre les attributs sensoriels étudiés	33
4	Tableau 4 de la matrice de corrélation entre les paramètres étudiés	Annexe 10

Liste des abréviations

A: Rétinol

ADN: Acide Désoxyribo Nucléique

ATP: Adénosine Tri Phosphate

C. I.V: Centre Informations des viandes

Cm: centimètre

DTT: Dithiothréitol

EDTA: Acide Ethylène Diamine Tétracétique

F.A.O: Food and Agriculture Organisation

g: gramme

h: heure

HCl: Chlorure d'Hydrogène

KCl: Chlorure de Potassium

KDa: Kilo Dalton

M. A. D. R : Ministère d'Agriculture et Développement Rural

M. A. P. : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche

M: molaire

mA: milli Ampère

mg: milli gramme

Min: minute

ml: milli litre

mm: milli mètre

mM: milli mole

NaCl: chlorure de sodium

nm: nanomètre

°C: degré Celsius

pH: Puissance d'Hydrogène

Rf : Rapport Frontal

SDS: Sodium Dodécyl Sulfate

Sec: seconde

Tris: (Hydroxyméthyl)-aminométhane

µl: micro litre

µm: micromètre

Préambule

Cette partie sera orientée à la présentation de l'état de la production de viande cameline en Algérie et des connaissances présentes sur la transformation du muscle en viande. Elle est constituée de trois chapitres:

Le premier chapitre dépendra la répartition du dromadaire en Algérie et leur abattage.

Le deuxième chapitre sera consacré à la structure du muscle et précisément le muscle striée squelettique, sa composition protéique et enzymatique à des fins de comprendre des processus ont relation à la transformation du muscle en viande.

Le troisième chapitre portera des paramètres biologiques et des facteurs influençant ont lieu à la transformation du muscle en viande.

Partie bibliographique

Chapitre I:
*Généralités sur le
dromadaire
Algérien*

I.1. Dromadaire Algérien

Le nom « dromadaire » dérive du terme grec « *dromados* » qui veut dire course. Il existe deux espèces: la première est *Camelus dromedarius*: elle est donnée à l'espèce de chameau à une seule bosse, appartenant au genre *Camelus* de la famille des *Camelidae* et dont le nom scientifique est *Camelus dromedarius*; la deuxième est *Camelus bactrianus* (deux bosses) (DICK et al., 2011).

Les dromadaires d'Algérie appartiennent à la famille des camélidés, qui sont des mammifères artiodactyles d'origine nord-américaine, mais ils ont disparu de ce continent alors qu'ils se répandaient en Amérique du Sud, en Asie, puis en Afrique, continents où ils ont survécu pour donner naissance aux espèces modernes (SIBOUKEUR, 2007).

I.2. Répartition géographique du dromadaire

Le dromadaire est présent dans 17 wilayas (8 sahariennes et 9 steppiques) avec 95 % du cheptel soit 316180 têtes dans les huit Wilayas sahariennes (Ouargla, Ghardaïa, El-Oued, Tamanrasset, Illizi, Adrar, Tindouf et Béchar), 4 % du cheptel soit 12511 têtes dans les neuf Wilayas steppiques (Biskra, Tebessa, Khenchela, Batna, Djelfa, El-Bayad, Naâma, Laghouat et M'sila) et 1% du cheptel est répartie sur le reste de l'ensemble des Wilayas (M.A.P., 2003). Par ailleurs jusqu'au 2006, trois wilayas du sud constituent le pôle le plus important de l'élevage camelin en Algérie, à savoir Tamanrasset, Adrar et Tindouf (OULD BELKHIR, 2008), comme il est mentionné sur la figure 1.

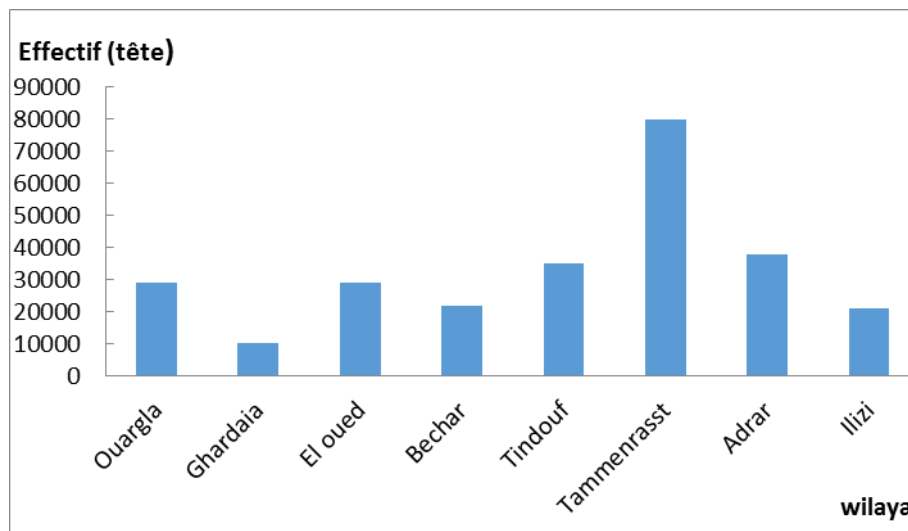


Figure 1. Répartition de l'effectif camelin dans les wilayas sahariennes (M.A. D.R., 2006).

I.3. Production de viande de dromadaire

La viande cameline constitue l'une des principales ressources alimentaires pour les familles au sud de l'Algérie ou elle occupe le 10^{ème} rang mondial dans la production de viande cameline, qui s'élève à 8000 tonnes en 2001 et jusqu'à 3400 tonnes en 2007 (M.A.D.R., 2006 ; FAO, 2007). Par exemple, dans la région du Hoggar la viande cameline représente 85% du

tonnage des viandes rouges consommées alors qu'elle est de 36% dans la région d'Ouargla (ADAMOU, 2009). Selon les modernes statistiques de M.A.D.R en 2011, elle a atteint, 5 190 tonnes provenant de 34 600 têtes abattues.

La viande cameline est aujourd'hui un aliment de choix, car un nombre de plus en plus important de consommateurs s'orientent vers la consommation de cette viande, enthousiasmé par ses qualités diététiques et thérapeutiques appréciée comme étant une viande saine, fraîche, light et parfumée d'herbes aromatiques sahariennes (BOUZEGAG, 2002 ; ADAMOU, 2008).

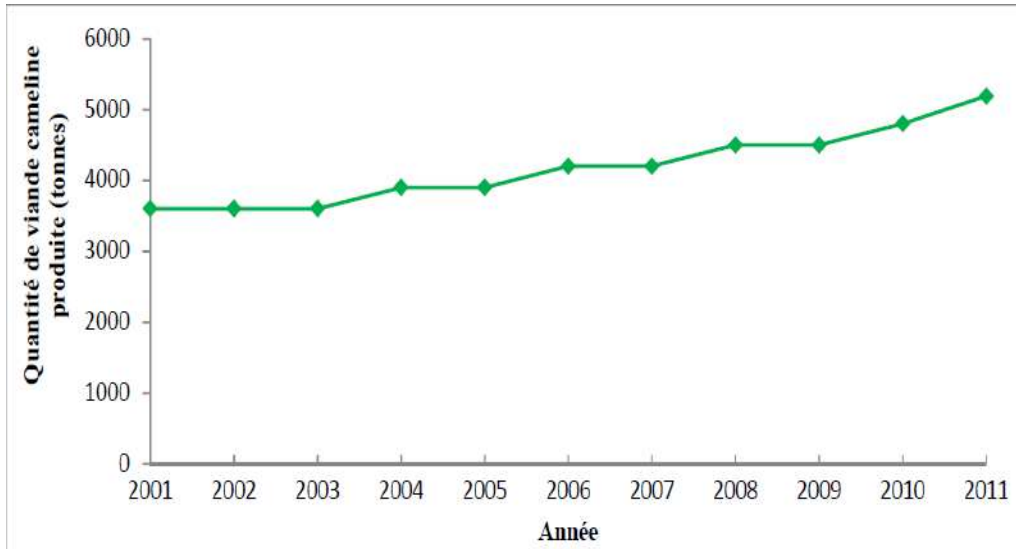


Figure 2. Évolution de la production de la viande cameline en Algérie pendant 11 ans (F.A.O., 2013).

I.4. Abattage du dromadaire

Les manipulations que subi l'animal à l'abattoir diffèrent d'un pays à l'autre (ULMER et FISCHER, 2004), comme il n'existe pas de standard pour le découpage de la carcasse contrairement aux autres espèces (KADIM *et al.*, 2008).

La figure suivante présente un aspect sur la découpe de la carcasse de dromadaire en Tunisie, comme cette dernière se retrouve également dans certaines régions d'Algérie.

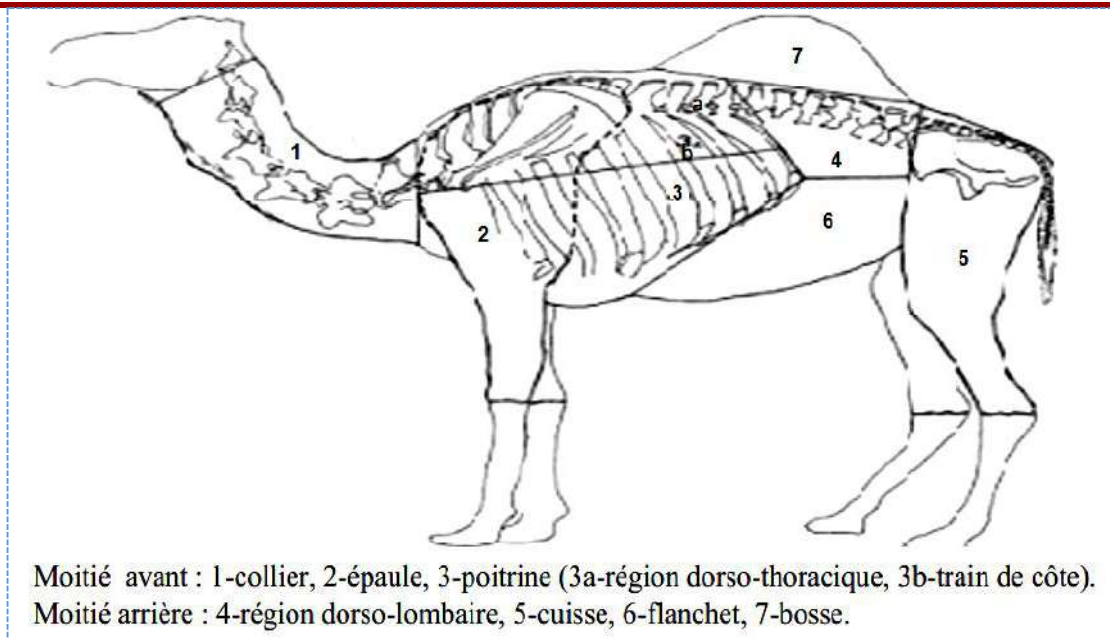


Figure 3. Découpe de la carcasse de dromadaire selon **KAMOUN (1995)**.

I.4.1. Détermination de l'âge à l'abattage

Selon (**BOUZEGAG, 2002 ; ADAMOU, 2008**), le meilleur âge pour l'abattage d'un dromadaire se situe entre 2 ans et demi et 3 ans, afin d'obtenir une viande de meilleure qualité comparable à celle du bœuf ayant des avantages diététiques (moins de cholestérol) et un rendement optimal en carcasse. Chez la population "Targui" l'âge à l'abattage présentant les rendements les plus élevés est de 7-9 ans et 5-6 ans chez "Sahraoui" (**ADAMOU et al., 2009**).



*Chapitre II:
Propriétés du
muscle*

II.1. Définition du muscle

Le muscle est une structure anatomique faite de cellules spécialisées regroupées en faisceaux. En physiologie il s'agit de loges, capables de contractions et de décontractions et génératrices de mouvements (**ZEGHILET, 2009**).

II.2. Composition du muscle

La composition chimique du muscle est variable entre les animaux et chez un même animal d'un muscle à l'autre, mais il y a une composition moyenne (**LAWRIE, 1974 ; PEARSON et YOUNG, 1989 ; COIBION, 2008**).

D'après **JURIE et LISTRAT, 2010**, la composition chimique du muscle strié squelettique est caractérisée par une forte teneur en eau, environ 75 %, ainsi qu'en protéines 19 %, cependant, la teneur en lipide est faible environ 2,5 %. Les protéines sont représentées à 60 % par des protéines myofibrillaires et 10 % de protéines du tissu conjonctif.

II.3. Différents types de muscles

Chez les vertébrés, il existe trois types de muscles: les muscles lisses, muscles intermédiaires et les muscles striés squelettiques (**BEAUMONT et al., 2004**), par ailleurs ces derniers représentent un des tissus les plus abondants chez les mammifères et sa masse correspond à environ 40% de la masse totale corporelle (**BECILA, 2009**), et en outre (**JURIE et LISTRAT, 2010**) à 50%.

II.3.1. Muscles lisses

Les muscles lisses ils sont dits aussi parasympathiques, sont involontaires et automatiques. C'est à dire qu'ils échappent au contrôle de la volonté, tel que les muscles des viscères (**ZEGHILET, 2009**), les artères, les veines et l'utérus (**BECILA, 2009**).

II.3.2. Muscles intermédiaires

C'est le cas du muscle cardiaque qui n'existe que dans le cœur, il représente la plus grande partie de la masse des parois de cet organe (**ZEGHILET, 2009 ; EL MAKSSOUD, 2005**).

II.3.3. Muscles striés squelettiques (MSS)

Ces muscles s'insèrent sur le squelette par des tendons et apparaissent striés à l'examen microscopique. La fonction principale de ces derniers est la production de force de mouvement par un mécanisme spécifique. Ils permettent donc la conversion d'énergie chimique (sous la forme d'adénosine triphosphate, ATP) en énergie mécanique (**KWASIBORSKI, 2008**).

II.4. Structure du muscle strié squelettique

Pour **JURIE** et **LISTRAT** en **2010**, le tissu musculaire, est formé de cellules musculaires juxtaposées parallèlement, organisées en faisceaux et enveloppées dans plusieurs niveaux de tissu conjonctif. Le muscle est recouvert d'une enveloppe fibreuse de tissu conjonctif (dense) appelée épimysium, qu'elle permet de séparer un muscle de l'autre. Dans la plupart des muscles, il est continu avec le tendon pour lier le muscle à l'os. Vers l'intérieur, chaque faisceau musculaire est séparé des autres par un tissu conjonctif appelé périmysium qui regroupe les fibres musculaires en faisceaux. Ce dernier est un tissu conjonctif lâche, qui est formé de cellules et d'une matrice extracellulaire contenant les lipides intramusculaires et le système vasculaire et nerveux qui alimentent les fibres. Il s'étend jusqu'à l'endomysium qui entoure la fibre musculaire (**BARBUT, 2002 ; MEKRAMI et al., 2003 ; LULLMANN-RAUCH, 2008 ; EL MAKSSOUD, 2005**).

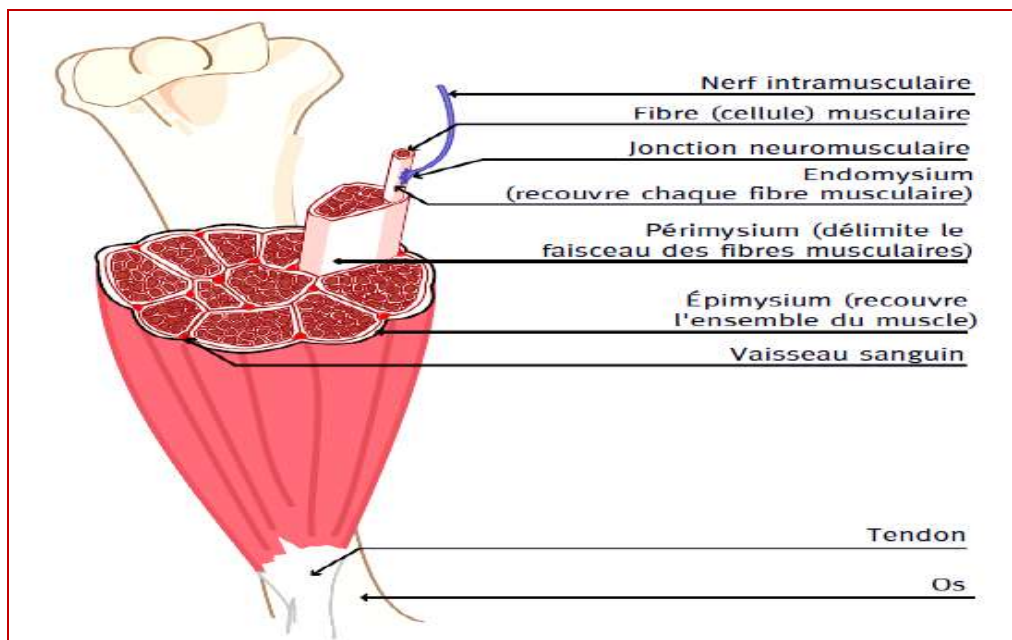


Figure 4. Anatomie du muscle strié squelettique (**MEKRAMI et al., 2003**).

Les fibres ou cellules musculaires sont délimitées par une membrane plasmique appelée sarcolemme et représentent l'unité fonctionnelle de ce tissu. Près de 80% du volume de la fibre est occupé par les myofibrilles, structures constituées de myofilaments dont le glissement les uns par rapport aux autres est à l'origine du phénomène de contraction (**Cheret, 2005**).

Sarcolemme, une membrane plasmique qui entoure la cellule musculaire, alimentée par un vaisseau sanguin et innervée, son cytoplasme, ou sarcoplasme, contient 75 à 85% d'eau, Jusqu'à 100 noyaux, des protéines solubles, des granules de glycogène et des myofibrilles. La myofibrille constitue l'élément contractile de la cellule (**LIEBER, 2002**).

Le sarcomère est l'unité structurale et contractile de base du muscle strié. Il s'étend entre deux disques Z, composé d'alignement de filaments épais et fins et de leurs structures d'attache. Les filaments fins s'interpénètrent entre les filaments épais. Le sarcomère est constitué d'au moins 28 protéines différentes, dont la myosine et l'actine sont les protéines majoritaires des filaments épais et fins respectivement (**LODISH et al., 2005**).

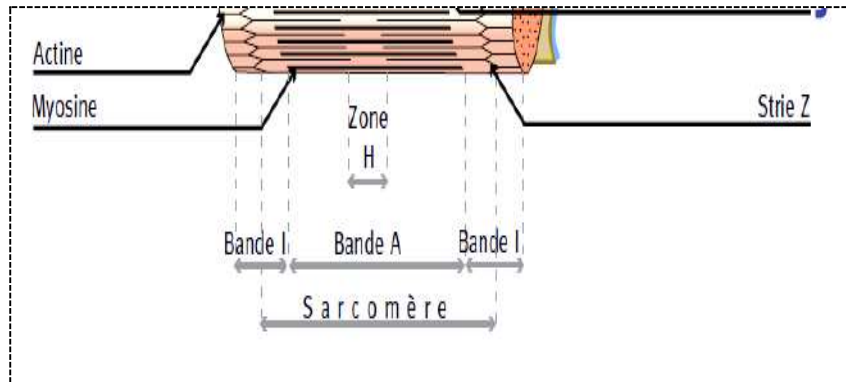


Figure 5. Anatomie du sarcomère (**MEKRAMI et al., 2003**).

II.5. Principales protéines du muscle strié squelettique

Deux critères qui peuvent classer les protéines du muscle strié squelettique, leur localisation ou leur fonction. On distingue : Les protéines de la matrice extracellulaire, les protéines sarcoplasmiques, les protéines du cytosquelette et les protéines myofibrillaires (**SMILI, 2014**).

II.5.1. Protéines de la matrice extracellulaire

La matrice extracellulaire est principalement constituée de fibrilles de collagène et de protéoglycanes (Syndécane, fibronectine, laminine, ...). Ces protéines représentent 10 à 15% des protéines musculaires totales et sont les protéines les moins solubles (**LULLMANN-RAUCH, 2008 ; JURIE et LISTRAT, 2010**).

II.5.2. Protéines sarcoplasmiques

Les protéines sarcoplasmiques représentent environ 30% des protéines musculaires totales, de caractère que sont solubles à PH voisin de la neutralité et à force ionique faible. Elles contiennent principalement les enzymes du métabolisme intermédiaire sarcoplasmiques (**GREASER, 2009**).

II.5.3. Protéines du cytosquelette

Ces protéines représentent environ 25% des protéines myofibrillaires, comme ils ne sont pas solubles dans l'eau ou dans des solutions salines. Ils ont un rôle est d'assurer l'intégrité structurale et fonctionnelle de la myofibrille. Ces protéines s'organisent en un réseau de filaments intermédiaires et longitudinaux (**BARTOLI et RICHARD, 2005**).

II.5.4. Protéines contractiles

Les protéines contractiles sont solubles dans des solutions salines. Elles sont constituées essentiellement par des filaments fins et des filaments épais. La myosine et l'actine sont les principaux constituants des protéines myofibrillaires (SERG, 2005 ; EL MAKSSOUD, 2005).

II.5.4.1. Myosine

La myosine est une protéine principal des filaments épais qui représente près de 50 à 60 % des protéines du système contractile (BAUER *et al.*, 2010) la plus abondante et 45 % des protéines musculaires (SMYTH *et al.*, 1999).

La myosine est une protéine de près 520 kDa et composée de deux chaînes lourdes et quatre légères: les deux chaînes lourdes s'enroulent de façon hélicoïdale et forment une structure fibrillaire et de quatre chaînes légères (LODISH *et al.*, 2005 ; VICENTE-MANZANARES *et al.*, 2009 ; KERTH, 2013).

La partie allongée de la molécule, longue d'environ forme le cou et la queue. Les chaînes légères sont enroulées au tour du cou. Elles le rigidifient de telle sorte qu'il peut agir comme un bras de levier sur la tête (ECKERT *et al.*, 1999 ; LODISH *et al.*, 2005).

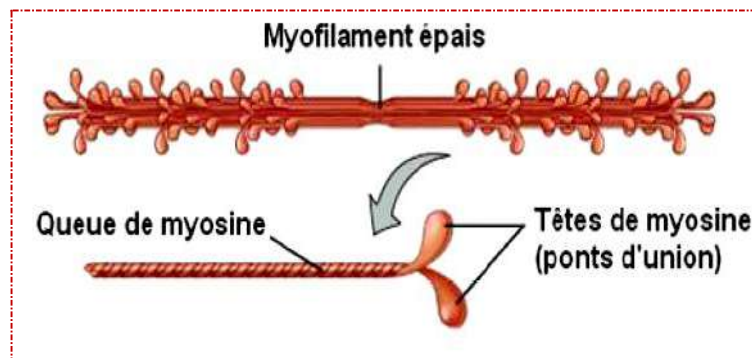


Figure 6. Structure du filament épais de myosine (EL MAKSSOUD, 2005).

II.5.4.2. Actine

L'actine est une molécule globulaire (actine G) de poids moléculaire à 42 kDa. Elle représente 20% des protéines musculaires (SMYTH *et al.*, 1999 ; BEAUMONT *et al.*, 2006). Elle peut se polymériser pour former deux longs filaments torsadés (actine F) (CAMPBELL *et SMITH*, 2002 ; CHHABRA *et REMEDIOS*, 2008).

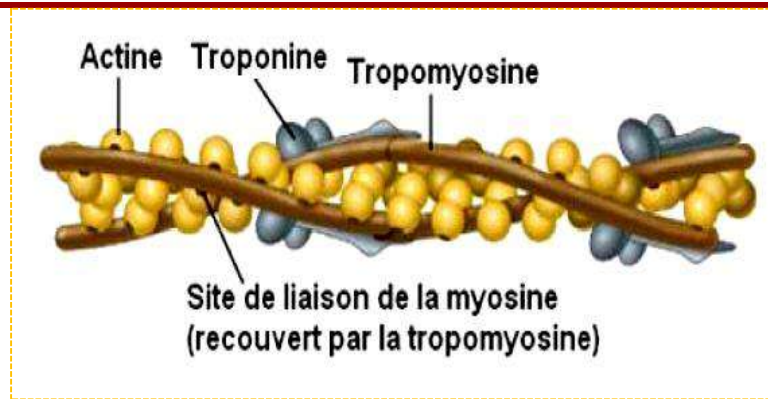


Figure 7. Structure du filament fin d'actine (EL MAKSSOUD, 2005).

II.6. Protéases du muscle strié squelettique

II.6.1. Calpaines

Ce sont des enzymes dépendantes du calcium. Deux isoenzymes existent: la μ -calpaïne et la m-calpaïne qui sont nommées ainsi à cause de leurs besoins respectifs en calcium qui sont en quantités micromolaires et millimolaires respectivement (WARRISS, 2000 ; GOLL *et al.*, 2003 ; HERRERA-MENDEZ *et al.*, 2006). Ces enzymes contribuent à l'initiation de la dégradation *post mortem* des myofibrilles (GEESINK *et al.*, 2006). Leur localisation subcellulaire possible est au niveau de la ligne Z (VEISETH *et al.*, 2004 ; BARTOLI *et* RICHARD, 2005). Elles sont inhibées par les calpastatines et la présence de concentration élevée en Ca^{2+} conduit à leurs auto-dégradations (NEUMAR *et al.*, 2003 ; KEMP *et al.*, 2010).

II.6.2. Cathepsines

Ce sont des peptidases synthétisées sous forme de proenzymes inactives, localisées au niveau des lysosomes (CHWIERALSKI *et al.*, 2006). Elles appartiennent à différentes familles d'endopeptidases. Leur rôle physiologique dans la cellule est la dégradation intralysosomale des protéines. Leurs inhibiteurs sont les cystatines de la famille des cystéines peptidases, se trouvent au niveau du cytosol (SENTANDREU *et al.*, 2002).

II.6.3. Protéasomes

Le protéasome est un complexe protéique ubiquiste. Il dégrade les fragments protéiques myofibrillaires libérés du sarcomère pour le recyclage des acides aminés. Son rôle majeur est la protéolyse non lysosomale (SENTANDREU *et al.*, 2002 ; BARTOLI *et* RICHARD, 2005 ; DEMARTINO *et* GILLETTE, 2007 ; KEMP *et al.*, 2010). Leurs inhibiteurs sont naturels, comme l'époxomycine purifiée des *Actinomycètes* (MEINER *et al.*, 2007).

II.6.4. Caspases

Des enzymes appartiennent à la famille des cystéines peptidases et nécessitent la présence d'un résidu d'acide aspartique (SENTANDREU *et al.*, 2002 ; DEGTEREV *et YUAN*, 2008 ; LI *et YUAN*, 2008 ; SAKAMAKI *et SATOU*, 2009). Elles sont synthétisées sous forme inactifs dans le cytosol des cellules. Les caspases interviennent dans la régulation de l'apoptose (TAYLOR *et al.*, 2008), contribuent dans la protéolyse *post mortem* et dans le développement de la tendreté de la viande (KEMP *et al.*, 2006 ; DENAULT *et SALVESEN*, 2008). Les inhibiteurs de ces enzymes, sont les serpinés (Serine Peptidase Inhibitors). La concentration de ces dernières dans le muscle s'est révélée être le meilleur prédicteur de la tendreté de la viande bovine (ZAMORA *et al.*, 2005).

II.6.5. Métallopeptidases

Des enzymes responsables au catabolisme du tissu conjonctif. Elles sont impliquées dans la dégradation des protéines du cytosquelette reliant le sarcolemme à la matrice extracellulaire. Leurs spécificité particulière à la dégradation des différents types de collagène est commune à toutes les métallopeptidases (SENTANDREU *et al.*, 2002).

II.7. Types de fibres musculaires striées squelettiques

Le type de fibre musculaire est généralement divisé en deux types principaux, qui repose sur un critère fonctionnel (la vitesse de contraction) et sur un critère biochimique (le type de métabolisme énergétique). Ces critères correspondent respectivement à la vitesse d'utilisation de l'énergie au cours de la contraction et à la source principale de l'énergie (BOTTINELLI *et REGGIANI*, 2000 ; VON LENGERKEN *et al.*, 2002 ; PICARD *et al.*, 2003 ; COIBION, 2008). Selon les auteurs (VON LENGERKEN *et al.*, 2002 ; ANDRE *et al.*, 2008), on distingue:

Les fibres de type I: sont rouges car riches en myoglobine. Ces fibres ont une faible vitesse de contraction et leur métabolisme principal pour la régénération de l'ATP est essentiellement oxydatif.

Les fibres de type II: représentant les fibres blanches car pauvres en myoglobine et sont à contraction rapide. Leur métabolisme principal est plutôt de type glycolytique. Ce type de fibre peut encore être subdivisé en 2 sous groupes : oxido-glycolytique et glycolytique.

Le type IIa oxido-glycolytique: représente les fibres aux caractéristiques intermédiaires ou mixtes et sont de couleur plus rouge.

Le type IIb: représente les fibres purement blanches au métabolisme essentiellement glycolytique, sont très pauvres en myoglobine et riches en enzymes de la glycolyse.



***Chapitre III:
Transformation du
muscle en viande***

III.1. Définition de la viande

Selon l'organisation mondiale de la santé animale, la viande désigne toutes les parties comestibles d'un animal et considère le mot « animal », dans ce contexte « tout mammifère ou oiseau» (FOSSE, 2003 ; et RAMMOUZ, 2005). Mais la qualité de la viande est en fonction de l'âge, du sexe et de la race,... (LASNAMI, 1986). Les viandes sont les résultats de l'évolution *post mortem* du tissu musculaire squelettique et du tissu adipeux, qui se mangent après cuisson (DUMONT et VALIN, 1982).

III.2. Composition de la viande

III.2.1. Protéines

Des précédentes études sont réalisées par BOURAS et MOUSSAOUI en 1995, ont montré que la viande du dromadaire est composée d'une teneur importante de protéines près de 20% pour 100 g qui évolue légèrement avec l'âge au 22,02% selon d'autre sources (OULD EL HADJ et al., 2002).

III.2.2. Lipides

La viande du dromadaire est relativement maigre; elle ne contient que 0,92 à 1,01 % de matière grasse (NACER et al., 1965 cité par KAMOUN et al., 1989). La teneur en lipide varie selon l'âge de 1 à 2% (OULD EL HADJ et al., 2002), ces taux sont semblable à ceux trouvés par BOURAS et MOUSSAOUI (1995), qui sont de 1,14 à 1,97%. Cette viande diminue les risques de maladies cardiaques en raison de sa faiblesse en cholestérol et en acides gras saturées (HERRMANN et FISHER, 2004).

III.2.3. Glucides

Les viandes ne contiennent pratiquement pas de glucides (ROUDAUT et LEFRANCQ, 2005), en effet, le glycogène musculaire est transformé après la mort de l'animale en acide lactique (DUPIN et al., 1992). La teneur en sucres est stable à 1,2% (OULD EL HADJ et al., 2002).

III.2.4. Vitamines

Les viandes sont caractérisées par leur pauvreté en vitamines liposolubles: A, D, E, K et en vitamine C, et leur plus ou moins richesse en vitamines du groupe B. La teneur des viandes en vitamines varie selon l'alimentation (CRAPLET, 1966).

III.3. Phases de transformation du muscle en viande

La figure 8 pour OUALI et al. (2006), montre les différentes étapes de la transformation du muscle en viande.

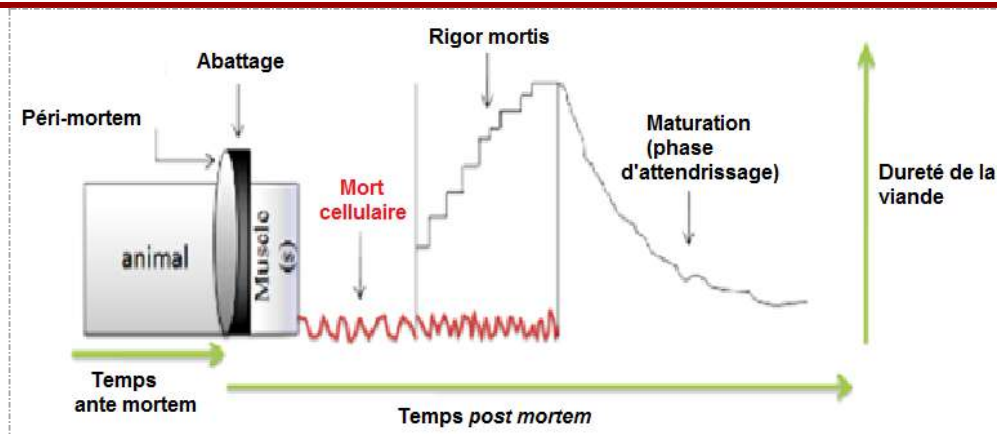


Figure 8. Différentes étapes de la transformation du muscle en viande (OUALI *et al.*, 2006).

III.3.1. Mort cellulaire programmée (apoptose)

L'apoptose est la première étape qui suit les premières minutes de la mort de l'animal (BECILA *et al.*, 2010). Elle engage les cellules musculaires pour la transformation du muscle en viande (GREEN, 2005 ; TAYLOR *et al.*, 2008).

III.3.1.1. Définition

C'est un processus physiologique rapide (quelques minutes à quelques heures) d'élimination sélective des cellules en excès, endommagées ou potentiellement dangereuses pour l'organisme, sans endommager les cellules voisines (KERR *et al.*, 1972 ; MEIER *et al.*, 2000 ; DIRKS et LEEUWENBURGH, 2005 ; MARCHETTI, 2005).

III.3.1.2. Régulation du processus apoptotique

Les modes de régulation de l'apoptose vont selon l'effecteur déclenchant de l'apoptose, sur cette base on distingue deux principales voies d'initiation du processus, qui sont la voie extrinsèque et la voie intrinsèque (ADHIHETTY et HOOD, 2003 ; MARCHETTI, 2005 ; OUALI *et al.*, 2006 ; LIU *et al.*, 2015).

La voie extrinsèque implique les récepteurs de mort présents sur la face externe de la membrane cellulaire qui, après activation, vont conduire à la formation de complexes membranaires intracellulaires. Ce complexe est l'activateur des caspases initiatrices, les quels iront activer ensuite les caspases exécutrices (MARCHETTI, 2005 ; OUALI *et al.*, 2006 ; JEONG et SEOL, 2008 ; SAKAMAKI et SATOU, 2009).

La voie intrinsèque est initiée par une protéine pro-apoptotique de la famille de Bcl-2 (Bid) qui va s'associer à la mitochondrie et libérer le cytochrome c dans le cytoplasme. Parallèlement, le calcium dont l'origine peut être diverse (reticulum sarcoplasmique, extracellulaire, ...) va s'accumuler dans la mitochondrie et contribuer à la libération du cytochrome c. Ce cytochrome c va former un complexe capable d'activer la procaspase 9 laquelle activera, à son tour, les caspases exécutrices (MAILLET, 2002 ; OUALI *et al.*, 2006 ; JEONG et SEOL, 2008 ; SAKAMAKI et SATOU, 2009).

La mitochondrie joue un rôle essentiel dans la régulation de la mort cellulaire programmée. Elle contient de nombreuses protéines pro-apoptotiques. Ces facteurs sont libérés suite à la formation d'un pore dans la membrane mitochondriale (WANG et YOULE, 2009 ; FRADAGRADA et FURELAUD, 2012).

III.3.1.3. Preuves d'apoptose

La mort cellulaire programmée caractérisée par l'activation d'une série de changements stéréotypés (biochimiques et morphologiques) conduisant à des altérations morphologiques qu'ils sont spécifiques à l'apoptose et permettent d'identifier ce type de mort cellulaire (TRUMP et al., 2001 ; LAUWERYS et al., 2007).

III. 3.1.3.1. Preuves morphologiques

Selon (TRUMP et al., 2001 ; KROEMER et al., 2009), un des premiers changements constatés est la réduction du volume cellulaire: la cellule se déshydrate et la perte de l'eau intracellulaire conduit à la condensation du cytoplasme qui résulte en une modification de la forme et de la taille cellulaire. Au cours de cette étape la cellule perd le contact avec ses voisines et la formation des corps apoptotiques de petites sphères rondes et lisses.

III. 3.1.3.2. Preuves moléculaires et biochimiques

Une série de changements moléculaires et biochimiques durant ce processus les quels: les membranes cellulaires demeurent intactes, évitant la libération des constituants dans le milieu extracellulaire. La fragmentation de l'ADN en séquences multiples par la condensation de la chromatine à la périphérie de la membrane nucléaire, une désintégration des nucléoles, une diminution de la taille du noyau, et une augmentation de la densité cellulaire (LAUWERYS et al., 2007).

III.3.2. Phase de pantelance

C'est la phase qui suit l'apoptose et précède la *rigor mortis*, qui se traduit par des contractions persistantes de la muscle probablement dues à des excitations nerveuses, sa durée correspond en effet avec la durée de survie du système nerveux et n'excède pas 20 à 30 minutes, Il y a donc un épuisement des réserves énergétiques, puis une mise en place de la glycolyse anaérobie. L'accumulation d'acide lactique qui s'en suit provoque ainsi une baisse du pH qui passe de 7 à 5,5 (OUALI, 1991 ; MALTIN et al., 2003 ; COIBION, 2008).

III.3.3. Rigidité cadavérique (*rigor mortis*)

La rigidité cadavérique est comprise entre les 10 et 48 heures qui suivent la saignée. Le muscle devient progressivement raide et inextensible. Elle est le résultat de la liaison irréversible entre la myosine et l'actine, avec diminution de la teneur en ATP car la vitesse de sa production devient inférieure à celle de l'hydrolyse due au manque d'oxygène au niveau du muscle provoquée par l'arrêt de la circulation sanguine (COIBION, 2008 ; MENSE et GERWIN, 2010).

III.3.4. Maturation

Appelée encore état de rassis, c'est un ensemble de transformations débute dans les 24 à 48 heures après l'abattage (C.I.V., 2004), que subit la viande au cours de sa conservation après la disparition du *rigor mortis* et avant l'apparition de la putréfaction (CRAPLET, 1966). Lors de cette phase dont la durée peut atteindre plusieurs jours. La maturation résulte du relâchement des liens entre les fibres musculaires. Ce relâchement se fait grâce à l'action de diverses enzymes capables de dégrader les protéines du muscle. La protéolyse *post mortem* provoque donc l'affaiblissement des structures myofibrillaires et des protéines associées qui résulte en l'attendrissage (COIBION, 2008 ; GUILLEM et al., 2009).

III.4. Évolutions des paramètres biologiques au cours de la maturation

Des nombreux paramètres biologiques dont les quels physicochimiques et biochimiques ont influence à la maturation et à la tendreté de la viande (SMILL, 2014).

III.4.1. Paramètres physicochimiques

Après la mort de l'animal, le muscle voit l'évolution des paramètres physicochimiques tels que:

La température, une variabilité importante de son évolution est observée à 1 heure *post mortem* qui pourrait être la combinaison de 3 facteurs : la température de l'animal au moment de l'abattage, la température de l'environnement et la résistance du muscle à la chute de température par effet de masse (DEBITON, 1994).

Le pH, CARTIER et MOËVI en 2007 rapportent que le pH du muscle décroît progressivement de 7 à 5,5 après de 24 h *post mortem* (48 h chez les bovins) et cette acidification du tissu musculaire a des conséquences sur la dégradation du glycogène contenu dans le muscle.

La rétention d'eau, qui est le pouvoir de la viande à retenir toute ou une partie de son eau, mais l'acidification du muscle cause des changements de volume des myofibrilles et favorise la perte en eau intracellulaire (HONIKEL, 2009).

III.4.2. Paramètres biochimiques

A partir d'études de la structure myofibrillaire en fonction du temps *post mortem*, en notant plusieurs modifications par la disparition progressive du disque Z, la diminution de la densité de la bande M, la perte de l'alignement transversal des stries Z et des autres structures sarcomériques et la fragmentation transversale des myofibrilles (**PENNY, 1980 ; OUALI, 1990 ; TAYLOR et al., 1995**).

III.5. Facteurs influençant la transformation du muscle en viande

La tendreté de la viande dépend de nombreux facteurs tels que les facteurs intrinsèques et les facteurs extrinsèques (**BECILA, 2009**).

III.5.1. Facteurs intrinsèques

Ce sont des facteurs biologiques liés à l'animal (l'espèce, la race, l'âge, le sexe, et le type de muscle). Les propriétés musculaires définies par la teneur en collagène et sa solubilité, l'activité métabolique et contractile des fibres, la teneur et l'activité des enzymes protéolytiques sont à l'origine des différences de maturation (**OUALI et TALMANT, 1990 ; BONNEAU et al., 1996 ; HOCQUETTE et al., 2005**).

III.5.2. Facteurs extrinsèques

Ce sont des facteurs pouvant induire un stress important chez l'animal d'avant et après abattage, l'alimentation des animaux (**DASSENOY, 2003**), la stimulation électrique et la température de manutention des carcasses causent des changements de la vitesse de chute du pH et de la dégradation des protéines (**SENTANDREU et al., 2002**), le stress associé au transport et à la manipulation avant abattage affectent les propriétés musculaires (**KEMP et al., 2010 ; THARWAT et al., 2013**).

III.6. Qualité nutritionnelle de la viande

Les viandes ont pour un principal intérêt nutritionnel l'apport en protéines et en fer. Elles participent au renouvellement des tissus musculaires et assurent de nombreuses fonctions dans l'organisme sous forme d'enzymes, d'anticorps, ... (**VIRLING, 2003**). La viande contient également du fer, du zinc et les vitamines de groupe B (**ROCK, 2002 ; Bauchart et al., 2008**) à le plus de la richesse en oméga 3 et oméga 6 (**VIRLING, 2003**). La viande de dromadaire, est également une source appréciable de protéines de 20 et 23% entre 1,1-1,5% des minéraux (**AL OWAIMER, 2000 ; KADIM et al., 2008**) et d'ordre de 6,5 mg/100g est teneur en calcium (**KADIM et al., 2008**).


III.7. Qualité sensorielle de la viande

La qualité sensorielle de la viande est déterminée par sa couleur, sa tendreté, sa saveur et sa jutosité (**SALIFOU et al., 2013**). La couleur, qui est la première caractéristique qualitative de la viande perçue par le consommateur à l'achat et qui la considère comme un critère de fraîcheur du produit (**CLINQUART et al., 2000 ; COIBION, 2008**).

La tendreté de la viande, est le critère de la qualité le plus important pour le consommateur. Elle mesure la facilité avec laquelle la structure de la viande peut être désorganisée au cours de la mastication (C.I.V., 2004 ; OUALI *et al.*, 2006).

La flaveur de la viande, correspond à l'ensemble des impressions olfactives et gustatives que l'on éprouve au moment de la dégustation (C.I.V., 2004 ; DUDOUE, 2010). L'odeur est la seconde perception que le consommateur a lors de l'achat. La jutosité à ce cas, est l'aptitude de la viande à rendre du jus à la mastication. Cette caractère est influencée par les caractéristiques musculaires telles le pH, les lipides intramusculaires et la capacité de rétention d'eau du muscle (HOCQUETTE *et al.*, 2005).

Partie expérimentale



**Matériel et
méthodes**

Préambule

L'objectif de notre travail est la caractérisation biochimique de la viande de dromadaire au cours de la maturation, à travers la mesure des paramètres biochimiques et sensoriels. L'étude est réalisée au sein du laboratoire « Bioressources Sahariennes, préservation et valorisation », laboratoires pédagogiques de l'université de Ouargla.

Les paramètres étudiés interviennent dans le développement de la qualité finale de la viande. Dans cette partie seront détaillés :

- ❶ En premier lieu, la démarche méthodologique adoptée ainsi que le matériel biologique utilisé ;
- ❷ Suivie d'évolution de la température du muscle
- ❸ Mesure du pH du muscle
- ❹ Estimation de la protéolyse myofibrillaire à travers la mesure de l'Indice de Fragmentation Myofibrillaire (IFM);
- ❺ Caractérisation de la couleur de la viande par le dosage de la myoglobine;
- ❻ Évaluation sensorielle de la qualité de la viande;
- ❼ En dernier lieu seront présentées les analyses statistiques réalisées.

I. DEMARCHE METHODOLOGIQUE

Pour la caractérisation biochimique de la viande de dromadaire au cours de la maturation, nous avons adopté la démarche méthodologique présentée en figure 9.

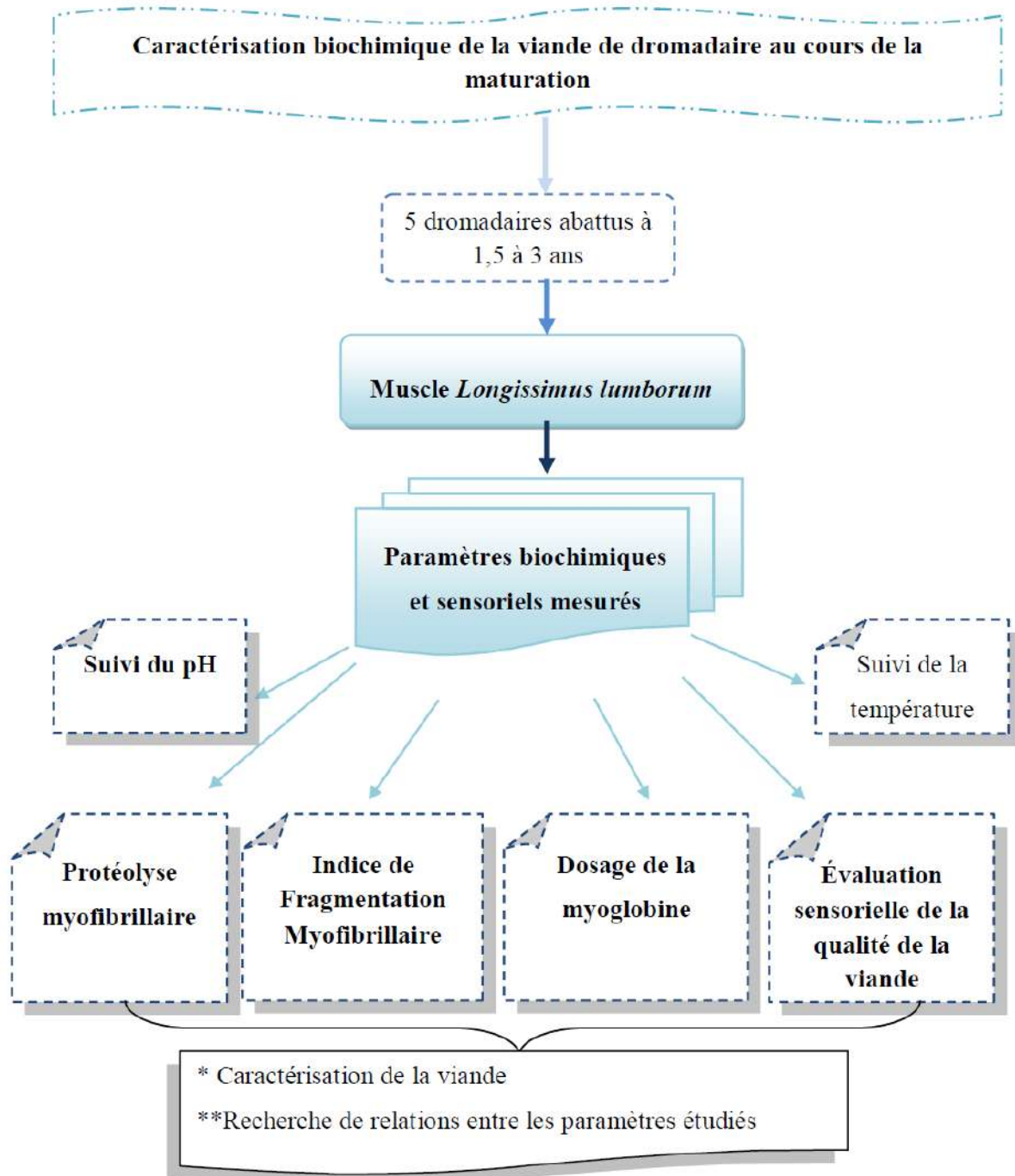


Figure 9. Démarche méthodologique choisie pour la caractérisation biochimique de la viande de dromadaire au cours de la maturation.

II. MATERIEL BIOLOGIQUE

Un ensemble de cinq dromadaires mâles de la population Sahraoui abattus au niveau de l'abattoir d'Ouargla, ont servi à cette étude. Les dromadaires de cette catégorie d'âge sont échantillonnés aléatoirement entre le mois d'Avril et le début de Mai.

II.1. Présentation de la population étudiée

Connaissant qu'il y a des différences anatomiques et physiologiques entre le mâle et la femelle, le sexe de l'animal peut être un important facteur de variation de la qualité de la viande. En effet le mâle, du point de vue physiologique, est plus stable que la femelle. Nous avons opté pour des mâles du type "Sahraoui" qui est localisé principalement dans le Sahara Septentrional Algérien, du grand erg occidental au centre du Sahara. C'est un animal médialigne, robuste, à pelage beige foncé, mi-long. C'est une population issue du croisement entre le type "Châambi " et le type "Ouled Sidi Cheikh" (**LASNAMI, 1986**). La population Sahraoui présente l'avantage d'avoir des rendements élevés en carcasse atteints à un âge précoce (**ADAMOU et al., 2009 ; ADAMOU, 2012**).

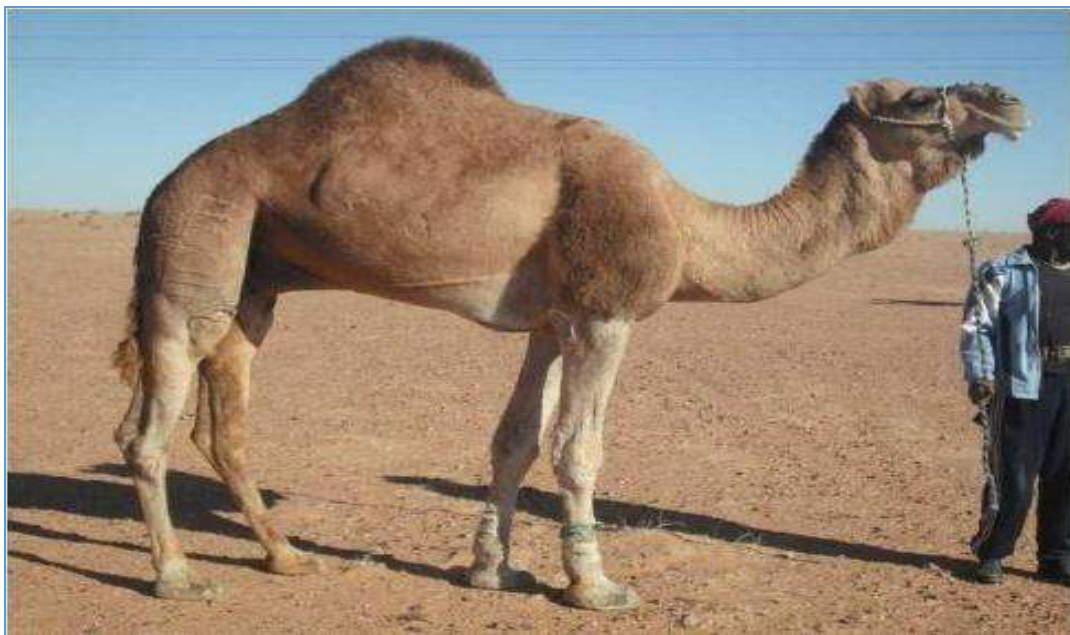


Figure 10. Dromadaire de la population Sahraoui (**BABELHADJ, 2012**).

II.2. Présentation du lieu d'approvisionnement

Les dromadaires étudiés sont abattus au niveau de l'abattoir communal d'Ouargla. Ils sont destinés à la commercialisation au niveau des boucheries de la wilaya. Le choix du lieu d'approvisionnement est basé sur des raisons pratiques, à savoir la disponibilité de la matière première, la fréquence d'abattage, ainsi que la disponibilité d'un laboratoire pour effectuer les analyses. Des données de la **D.S.A. (2015)** d'Ouargla, ont révélée que 2373 têtes camelines ont abattues durant l'année 2015. Cette source alimente la ville d'Ouargla, la zone industrielle

de Hassi Messaoud, Illizi, Laghouat et Ghardaia. L'abattage s'effectue durant toute l'année, mais sa fréquence dépend des saisons.

II.3. Prélèvement du muscle *Longissimus lumborum*

Notre étude a porté sur le muscle *Longissimus lumborum* (LL), qui est comme un muscle indicateur pour l'évaluation de la qualité de la viande des carcasses (VERGARA et al., 1999). Selon KADIM et al., (2012 ; 2013), le *Longissimus lumborum* est un muscle qui se trouve le long de la carcasse au niveau des vertèbres cervicales, thoraciques et lombaires. Toute fois les variations des propriétés des muscles et leurs évolutions sont à prendre en considération.

Pour notre étude, le muscle *Longissimus lumborum* prélevé de la dernière vertèbre lombaire est utilisé (voir figure 11 et annexe 8.1). Le prélèvement est effectué immédiatement après l'abattage et le découpage de la carcasse. La dernière vertèbre lombaire est transportée au laboratoire dans un sac plastique à l'intérieur d'une cuve isotherme.



Figure 11. Muscle utilisé pour l'étude.

Au laboratoire, le muscle est désossé, paré du gras externe et du tissu conjonctif épimysial. Une partie du muscle est découpée en **06** tranches d'environ **25,5 g**, qui sont immédiatement emballées dans des sacs imperméables et placées dans un bain d'eau à 12°C durant 24 h *post mortem* puis transférées à 5 °C (annexe 8.2).

Les **06** tranches préparées serviront par la suite d'échantillons aléatoires pour la réalisation des cinétiques d'évolution des paramètres biochimiques au cours du temps *post mortem* à savoir 3h, 6h, 8h, 24h, 48h et 72h.

III. PARAMETRES BIOCHIMIQUES DU MUSCLE MESURES AU COURS DU TEMPS *POST MORTEM*

III.1. Suivi de l'évolution de la température

La température de stockage des échantillons influe sur les phénomènes de la transformation du muscle en viande. C'est pourquoi les différents échantillons doivent subir un régime thermique identique pour éviter le phénomène de contracture au froid (**ZAMORA et al., 1996**). La température (°C) de l'échantillon est déterminée avant chaque prélèvement par insertion de la sonde du thermocouple (Minitherm HI8754, HANNA instruments) au cœur du muscle. Ce qui permettra le suivi de l'évolution de la température du muscle au cours du stockage à 13 et à 5°C. Trois mesures sont effectuées pour chaque échantillon et la température sera donc la moyenne.

III.2. Suivi de l'évolution du pH

Le pH du muscle a été mesuré selon la méthode de **BENDALL et al. (1978)**, à partir de 2 g de muscle broyé et homogénéisé au polytron pendant 30 secondes, dans 20 ml de solution d'IodoAcétate de Sodium à 5 mM avec 20 ml de KCl à 150 mM (à pH=7). Trois mesures à l'aide d'un pH-mètre muni d'un électrode en verre combinée, ont été effectuées pour chaque échantillon pour chacune des heures *post mortem* étudiées.

La solution d'IodoAcétate de Sodium inhibe l'enzyme glycolytique glycéraldéhyde-3-phosphate déshydrogénase. Ainsi, elle permet d'arrêter la glycolyse et par conséquent, la chute du pH ayant lieu dans les tissus anaérobiques (**JEACOCKE, 1977**).

III.3. Indice de Fragmentation Myofibrillaire (IFM)

L'Indice de Fragmentation Myofibrillaire (IFM) indique le degré de fragmentation des fibres. Cet indice est un indicateur très utile dans la tendreté de la viande (**VEISETH et al., 2001 ; DUFEY et CHAMBAZ, 2004 ; KADIM et al., 2006**).

Pour préparer la solution qui est orienté pour la mesure de l'indice de fragmentation myofibrillaire en fonction de la concentration des protéines myofibrillaires, nous avons suivi le protocole modifié de **CULLER et al., en 1978** (figure 12)

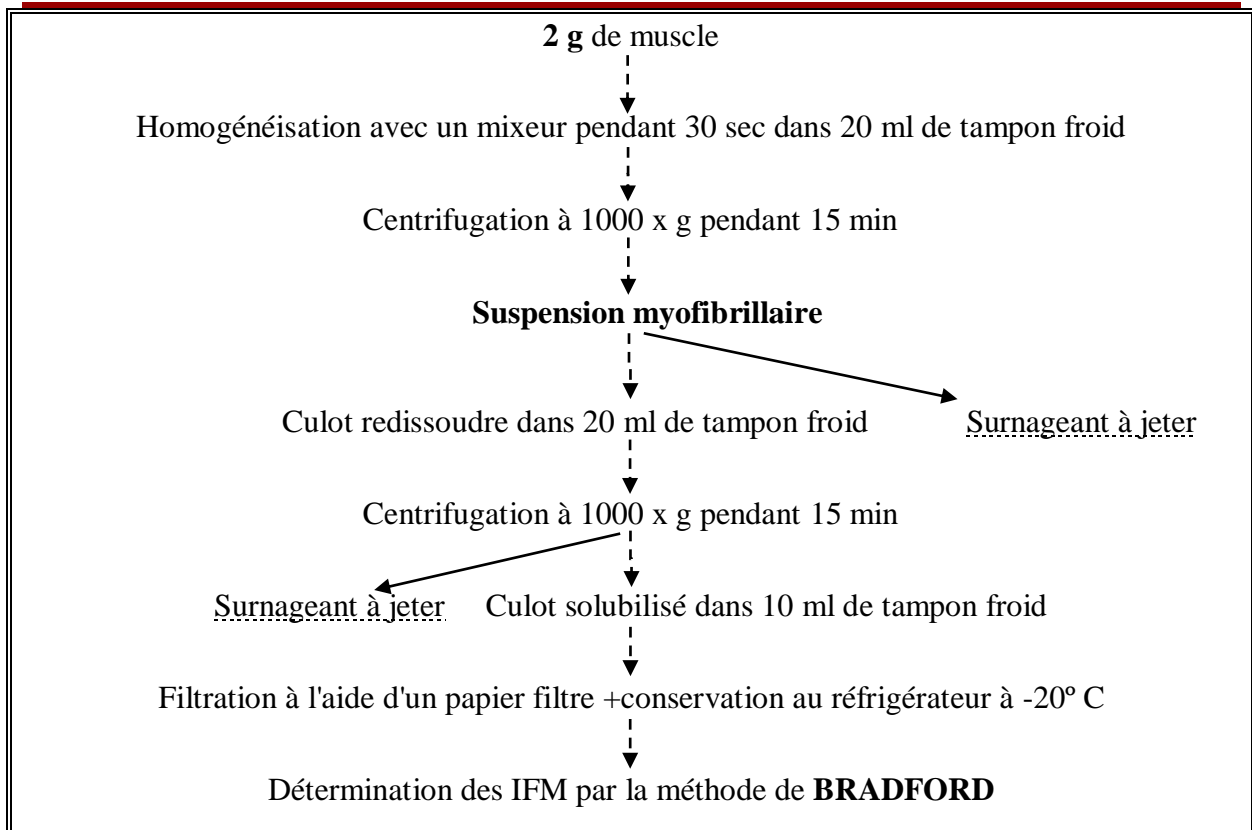


Figure 12. Détermination de l'Indice de Fragmentation Myofibrillaire (IFM) selon le protocole modifié de **CULLER et al., 1978**.

La modification du protocole a été dans le volume de tampon froid (annexe 1.1) et dans le nombre de lavage par ce dernier, afin d'éviter la perte des protéines pendant la filtration; l'utilisation de la méthode de **BRADFORD** au lieu de la méthode de Biuret pour calculer les quantités minimums (en μg) de protéines.

La concentration des protéines myofibrillaires extraites est déterminée par la méthode de **BRADFORD (1976)**. C'est une méthode colorimétrique qui utilise le bleu de Coomassie G-250. Ce dernier se lie aux protéines, provoquant l'augmentation de l'absorbance de 365 à 595 nm. Une fois lié aux protéines sa couleur vire du rouge vers le bleu.

Le haut coefficient d'extinction permet d'avoir un dosage des protéines même à des faibles concentrations, inférieures à 20 $\mu\text{g}/\text{ml}$. La solution mère de BSA (Sérum Albumine Bovin) utilisée pour la préparation de la gamme d'étalonnage a une concentration de 2 mg/ml. Les dilutions préparés ont des concentrations de 0, 10, 20, 30, 40, 50 $\mu\text{g}/\text{ml}$ de BSA, additionnées de tampon d'extraction et du réactif de Bradford.

L'absorbance de la gamme étalon à la longueur d'onde 595 nm permet de tracer la courbe d'étalonnage. En fonction de la densité optique des protéines extraites, leur concentration est calculée à partir de l'équation de la courbe d'étalonnage.

Une dilution de 0,5 mg/ml de l'échantillon, dans un volume final de 10 ml sera utilisée pour la détermination de l'IFM. L'IFM de chaque échantillon sera déterminé en multipliant l'absorbance à 540 nm de 200 (CULLER *et al.*, 1978).

III.4. Estimation de la protéolyse des protéines myofibrillaires par SDS PAGE

La protéolyse des protéines myofibrillaires au cours du temps *post mortem* est estimée par électrophorèse. Pour cela nous avons procédé à une extraction des protéines myofibrillaires, leur dénaturation puis leur séparation par électrophorèse sur gel de polyacrylamide.

III.4.1. Extraction des protéines myofibrillaires

La préparation des extraits protéiques est basée sur le principe de lyse mécanique et osmotique des cellules à travers un broyage et une homogénéisation dans la solution de Ringer hypotonique. Suivie de clarification de l'homogénat par filtration et centrifugations dans des solutions tampons (KEES *et al.*, 2005 ; VOET et VOET, 2005).

Selon le protocole modifié de ZAMORA *et al.* (1996), les protéines myofibrillaires sont extraites à partir de 0,5 g de muscle broyé (figure 13). L'extraction est réalisée par le tampon d'extraction ou solution de Ringer (pH 6,5), qui permet la libération du contenu cellulaire (Annexe 2.1), où l'activité enzymatique est ralentie par la manipulation à une température de 4°C (WALKER, 2000).

Le tampon de lavage (pH 6,5) utilisé au cours du lavage et l'un des composés de ce tampon qui est le β -mercaptoéthanol permet la réduction des groupements sulfhydryles libres (Annexe 2.2). Ce qui empêche la formation de ponts disulfures intra- et intermoléculaires. Les solutions tampons à pH connus sont utilisées à fin de maintenir la stabilité des protéines d'intérêt en évitant d'endommager leur intégrité structurale (WALKER, 2000). L'EDTA est un agent chélateur qui piège les ions métalliques divalents. De ce fait, il empêche la formation de mercaptides et inhibe les métalloprotéinases (CLAVERIE et PANET, 2008 ; WALKER, 2000).

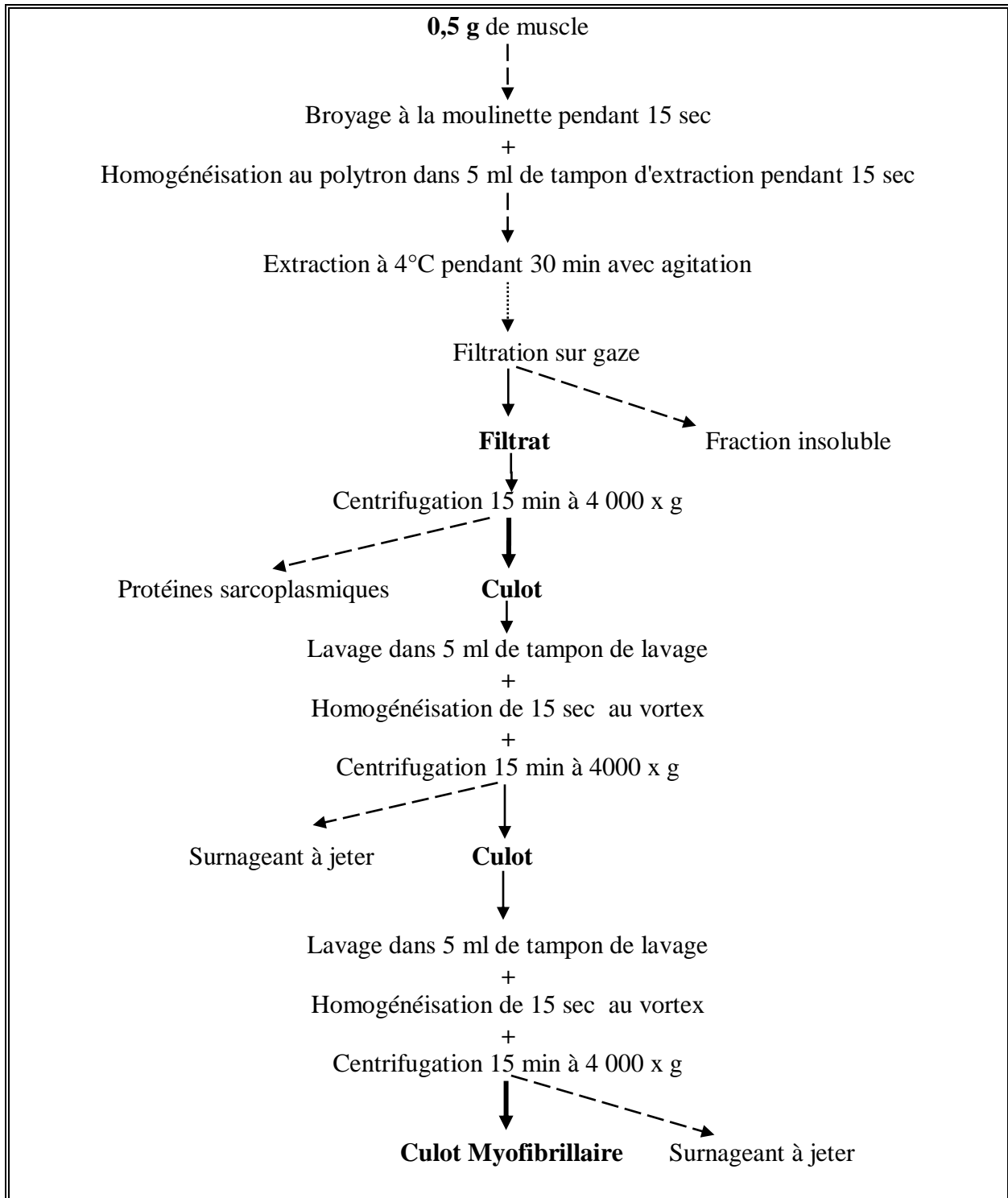


Figure 13. Schéma d'extraction des protéines myofibrillaires pour analyse électrophorétiques selon le protocole modifié de **ZAMORA et al., 1996**.

La manipulation est répétée deux fois pour chaque point et les modifications du protocole d'extraction des protéines myofibrillaires consiste en l'adaptation de ce dernier en fonction du matériel disponible (appareils et verreries) à savoir la force centrifuge utilisée 4 000 x g au lieu de 10 000 x g ainsi que la quantité de 0,5 g de muscle au lieu de 1 g.

III.4.2. Dénaturation des protéines myofibrillaires extraites

Le culot myofibrillaire obtenu est dénaturé par homogénéisation au vortex dans le tampon de solubilisation à pH 6,8 (Annexe 3.1).

La présence de DTT permet la réduction des ponts disulfures intramoléculaires et des groupements thiols des protéines extraites. Le détergent anionique, SDS dissocie les protéines en leurs chaînes polypeptidiques en leur conférant une forme de micelles chargées négativement. Le glycérol augmente la densité de l'échantillon et évite sa diffusion lors du dépôt. Le bleu de bromophénol permet de suivre le front de migration des protéines lors de la séparation sur gel de polyacrylamide (**PITT-RIVERS et IMPIOMBATO, 1968 ; FISH et al., 1970 ; GRIFFITH, 1972**).

Les protéines solubilisées sont par la suite chauffées à 100°C pendant 5 minutes afin d'éliminer la protéolyse bactérienne et des protéases ainsi que la réduction des ponts disulfures résiduels (**PORZIO et PEARSON, 1979**). Les extraits protéiques sont conservés à -20°C jusqu'à utilisation.

III.4.3. Séparation des protéines myofibrillaires par électrophorèse en conditions dénaturantes

La protéolyse des protéines myofibrillaires extraites est estimée à différents temps *post mortem* par électrophorèse en conditions dénaturantes, suivant le protocole de **LAEMMLI en 1970**.

III.4.3.1. Conduite d'électrophorèse

Le travail a été réalisé sur des gels verticaux de polyacrylamide (Annexe 4.1). En présence de SDS, détergent anionique, les protéines sont toutes chargées négativement et leur vitesse de migration dans le gel dépend uniquement de leur masse moléculaire. La migration à travers le gel dépend de la concentration du gel en acrylamide et en agent de réticulation, ainsi que de la taille de la protéine (**SHAPIRO et al., 1967 ; GRIFFITH, 1972**).

Les échantillons sont déposés dans les puits à raison de 7 µl pour chaque échantillon. Chaque migration est réalisée à 80 V en premier lieu puis 160 V, dans du tampon de migration (Annexe 4.2) pour 1 litre de solution finale.

Ces protéines sont révélées par coloration au bleu de Coomassi R-250. Cette coloration débute par une étape de fixation dans une solution (Annexe 4.3) pendant 15 minutes.

La coloration proprement dite est obtenue avec une solution de même composition que la précédente avec en plus 0,12 % de bleu de Coomassi et ceci pendant 1 heure. La décoloration est assurée par la même solution que celle servant à la fixation, elle peut durer une nuit. Enfin, les gels sont conservés et scannés pour être étudiés.

III.4.3. 2. Identification des protéines myofibrillaires

Les protéines myofibrillaires sont identifiées en fonction de leurs migrations qui sont comparées à celle d'un Kit Amersham biosciences (Annexe 5.1). En premier lieu on trace à partir de ces protéines étalons une courbe d'étalonnage qui donne l'équation du logarithme du poids moléculaire en fonction du rapport frontal (**Log PM = f (Rf)**). La courbe d'étalonnage permet de calculer le poids moléculaire des protéines séparées sur le gel.

Rf = r/R.

r = distance parcouru par une protéine.

R = hauteur totale du gel à parcourir

L'équation obtenue est du type: **Y=Ax + B** avec : **Y= Log PM** et **X= Rf**.

III.5. Dosage de la myoglobine

La teneur en myoglobine, pigment musculaire comprenant un atome de fer, est responsable de l'intensité de la couleur rouge de la viande. Le dosage de ce pigment constitue un moyen d'appréciation objective de la couleur de la viande (**KAMOUN, 2011**).

L'extraction de la myoglobine a été réalisée selon le procédé modifiée de **WARRISS (1979)** (décrite sur la figure 14), en utilisant le tampon phosphate (0,04 M et PH= 6,8) (annexe 6.1) qui permet une extraction maximale de la myoglobine. La teneur en myoglobine est déterminée par mesure de l'absorbance par spectrophotométrie (UV-VIS) à 540 et 700 nm, puis calculée selon l'équation suivante :

Myoglobine (mg /ml) = (A540-A700) × 1,45 × facteur de dilution.

(1,45= Le coefficient d'extinction de cyanmet myoglobine).

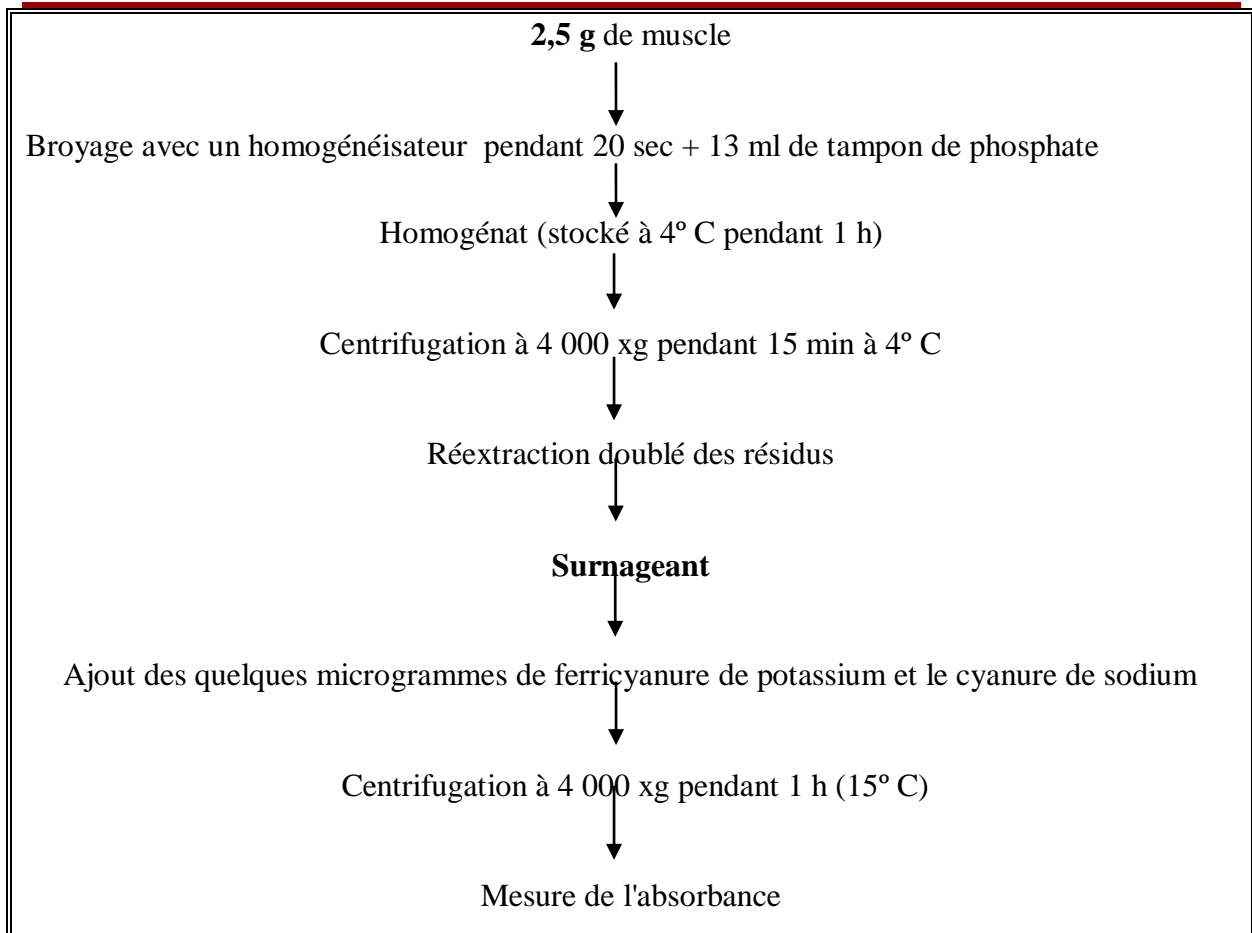


Figure 14. Dosage de la myoglobine selon le protocole de **WARRISS, 1979**.

La modification a été selon la disponibilité du matériel; la centrifugation a été réalisée à 4 000 xg à température ambiante au lieu de 6 500 xg et de 30 000 xg à 4° C.

IV. Évaluation sensorielle de la qualité de la viande

Afin d'estimer la qualité sensorielle et hédonique de la viande à savoir: tendreté, jutosité, compaction, mastication, le protocole adapté de **GAGAOUA et al. (2013)** a été utilisé. La viande évaluée est issue de dromadaires âgées de 1,5-3 ans. La viande est découpée en des 13 morceaux identiques (3 cm de longueur, 1,5 cm d'épaisseur, 2 cm de largeur), cuits dans de l'eau minérale bouillante à 100° C, jusqu'à ce que la température au cœur de la viande atteigne 80 ° C, ce qui à nécessité environ 45 min (voir la figure 15).



Figure 15. Préparation des tranches de dégustation.

Un jury de 12 personnes jeunes, âgées en moyenne de 23 ans. Ces derniers sont des étudiants de fin de cycle de graduation initiés à l'analyse sensorielle de par leur formation. Ils sont non fumeurs et en bonne santé. Une échelle de dix points non graduée a été utilisée pour l'évaluation des attributs (tendreté, jutosité, cohésion, mastication, présence des résidus). Les analyses sensorielles se sont déroulées dans une salle exempte d'odeurs et de bruit. 12 postes sont prévus, sous un éclairage artificiel non coloré. Chaque dégustateur trouve dans son poste, en plus de l'assiette codée contenant l'échantillon de viande, le bulletin d'évaluation sensorielle (annexe 7) ainsi qu'un gobelet contenant de l'eau (90%) et du jus de pomme (10%) pour nettoyer le palais entre les échantillons. Les séances de dégustation se sont déroulé entre 10h et 11h 30 du matin afin d'éviter les situations critiques (faim, satiété, fatigue et stress) (voir la figure 16).

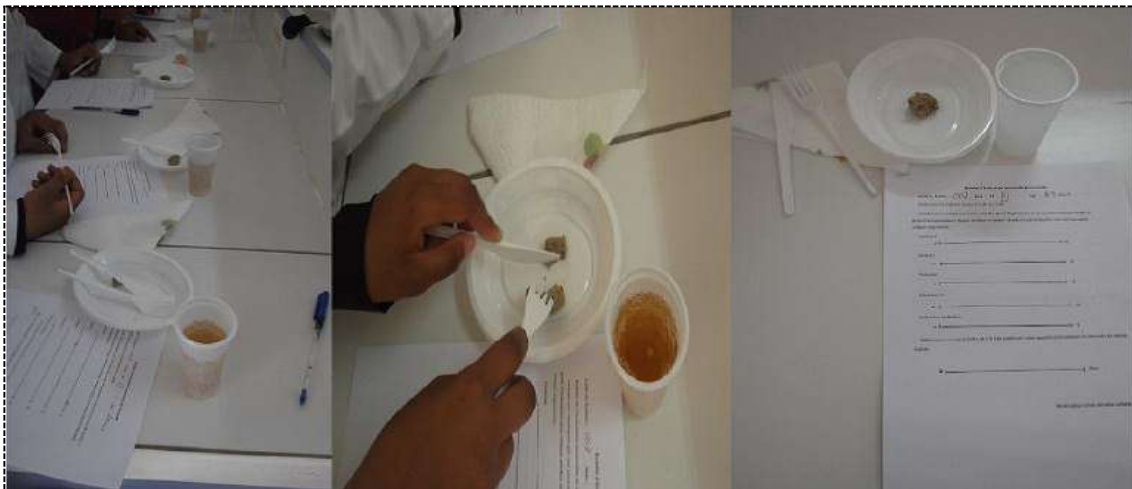


Figure 16. Aspect pour une séance de dégustation.

V. Traitement statistique des données

L'analyse des données est réalisée à l'aide de l'Excel 2007 et du logiciel statistique XLSTAT 2016, pour l'analyse en composantes principales, l'analyse descriptive et l'analyse de la variance.

V.1. Analyse de la variance

L'influence du facteur âge sur la teneur des muscles en myoglobine, la variation d'IFM en fonction du temps *post mortem* sont déterminées par analyse de variance (ANOVA). Le seuil de probabilité d'erreur, en rejetant l'hypothèse nulle, est fixé à 5%.

V.2. Analyse des corrélations

Le test de corrélation est réalisé par le calcul du coefficient de corrélation de Pearson entre les paramètres étudiés. Ce dernier mesure le niveau de relation entre deux variables.

V.3. Analyse en Composantes Principales (ACP)

C'est une analyse de données multivariées, qui permet la visualisation des corrélations entre les paramètres étudiés ainsi d'interpréter les relations entre ces paramètres et de limiter le nombre de variables à mesurer par la suite. Elle permet également de visualiser la distribution des individus étudiés dans un espace à deux dimensions afin d'identifier des groupes homogènes d'individus, ou au contraire des individus atypiques.



*Résultats et
discussion*

Préambule

Le but de notre travail est la caractérisation biochimique de la viande de dromadaire au cours de la maturation. Pour cela 5 dromadaires mâles (âge de 1,5 à 3 ans) de la population Sahraoui, destinés à la commercialisation, ont servi au prélèvement du muscle *Longissimus lumborum*.

Les résultats obtenus pour les paramètres mesurés seront présentés comme le suit :

- ☞ Suivi de l'évolution de la température du muscle;
- ☞ Mesure du pH du muscle;
- ☞ Estimation de la protéolyse des protéines myofibrillaires au cours du temps *post mortem* à travers la mesure du degré de fragmentation par IFM;
- ☞ Caractérisation du muscle à partir du dosage de la myoglobine;
- ☞ Évaluation sensorielle de la qualité de la viande;
- ☞ Etude de la relation entre les paramètres étudiés.

PARAMETRES BIOCHIMIQUES DU MUSCLE MESURÉS AU COURS DU TEMPS *POST MORTEM*

I.1. Suivi de l'évolution de la température

La figure suivante représente la moyenne de l'évolution de la température des muscles étudiés au cours du temps *post mortem*.

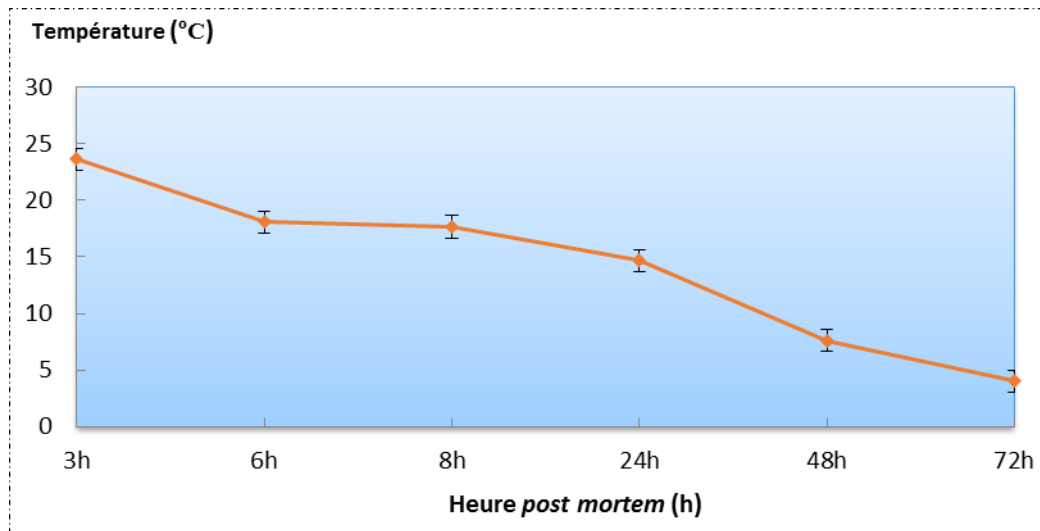


Figure 17. La moyenne de variation de la température aux différents temps *post mortem*.

La température moyenne à 3h *post mortem* pour tous les muscles étudiés est de $23,61 \pm 4,29^\circ\text{C}$. Elle chute pour atteindre la valeur de $14,66 \pm 2,57^\circ\text{C}$ à 24 h *post mortem*. Les muscles sont par la suite, transférés dans une cuve à 4°C , la température moyenne atteinte à 72 h *post mortem* est de 4°C . La maîtrise du contrôle de la température du muscle et des carcasses est indispensable afin d'éviter le phénomène de contracture au froid, qui cause un durcissement irréversible de la viande (VANDEVEN *et al.*, 2013). Pour éviter ce phénomène la température à la *rigor* doit être comprise entre 10 et 18°C (FAROUK *et SWAN*, 1998 ; DEVINE *et al.*, 2002).

I.2. Suivi du pH

La moyenne d'évolution du pH des muscles étudiés est de $5,81 \pm 0,20$ à 24h *post mortem*. Ce pH semble ne pas être le pH ultime pour nos échantillons puisqu'il atteint un pH plus faible à 48h *post mortem* qui est de $5,71 \pm 0,16$. Cependant, le pH à 72 h *post mortem* atteint $5,82 \pm 0,17$. Les valeurs rapportées en bibliographie concernant le pH ultime varient entre 5,7 et 6,0 pour les différentes espèces animales (ZAMORA *et al.*, 1996 ; VEISETH *et al.*, 2004 ; KADIM *et al.*, 2009). Certains auteurs qui comparaient ces valeurs ultimes plus élevées chez le dromadaire par rapport au bovin, ont expliqué cette différence par un faible niveau des réserves en glycogène et un faible taux d'enzymes de la glycolyse dans le muscle des dromadaires (KADIM *et al.*, 2006 ; SOLTANIZADEH *et al.*, 2008).

L'analyse de la variance, montre que cette différence au cours du temps *post mortem* n'est pas significative au seuil de $\alpha=0,05$ ($p>0,349$).

I.3. Mesure de l'Indice de Fragmentation Myofibrillaire (IFM)

La mesure de l'indice de fragmentation myofibrillaire indique le degré de fragmentation des fibres, de ce fait il donne une indication sur la tendreté de la viande.

Les mesures de l'IFM sont effectuées au 1^{er} jour, 3^{eme} jour et 8^{eme} jour. Pour cela, le dosage de la concentration en protéines de nos échantillons était nécessaire afin de prélever le volume adéquat à la mesure de l'IFM. La concentration protéique des échantillons est déterminée à partir de la courbe d'étalonnage indiquant la variation de la densité optique en fonction de la concentration en BSA, pour laquelle l'équation de régression multiple est: $y= 0,003 x$ avec $R^2= 0,960$ (figure 18).

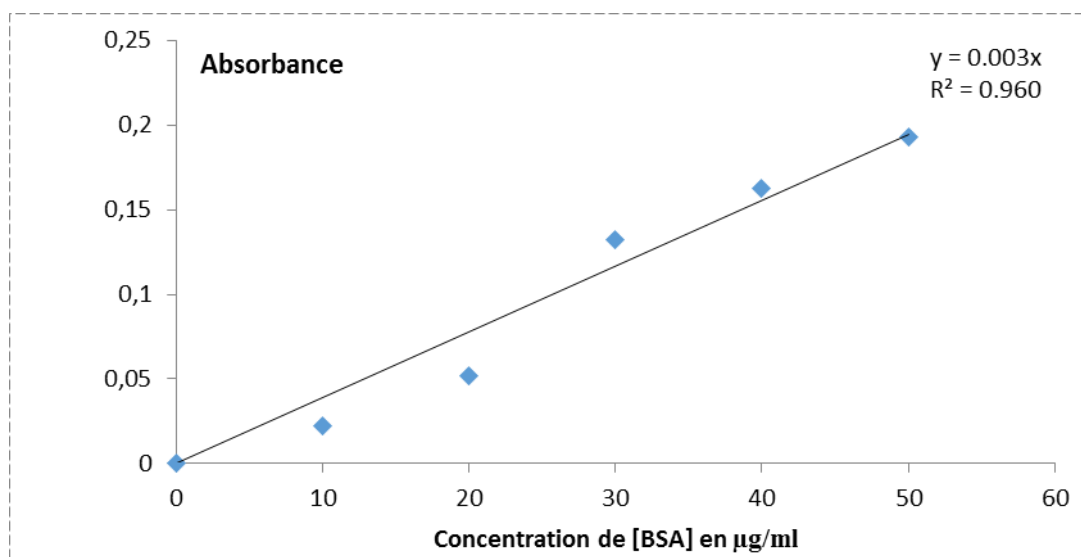


Figure 18. Courbe d'étalonnage pour une concentration différente de BSA en fonction de la densité optique.

A partir des concentrations en protéines des échantillons, la quantité nécessaire qu'il faut prélever pour avoir la dilution de 0,5 mg/ml afin de calculer l'IFM est déterminée. Le tableau 1 présente les résultats du calcul des valeurs de l'IFM après la lecture spectrophotométrique.

Tableau 1. Variation de l'IFM (%) aux cours du temps *post mortem*.

	Moyenne (%)	Ecart type
IFM à 24 h	86,489	4,086
IFM à 72 h	92,800	5,602
IFM à 8^{eme} jour	124,911	9,638

L'IFM permet une estimation de la protéolyse des protéines myofibrillaires. Il est de 86,48 % à 24 h *post mortem*. Il augmente au cours de la maturation pour atteindre des valeurs

de 92,80 % et 124,91 % après 72 h et 8 jours respectivement. Ces valeurs sont proches de celles trouvées par **POULIOT et al., 2009**, qui ont révélé chez l'agneau des moyennes de 88 %, 103,1 % et 111,2 % pour les mêmes jours respectivement. Cette augmentation de la valeur d'IFM est due à la dégradation des protéines myofibrillaires au cours du temps de maturation, qui a pour effet de fragiliser les fibres musculaires (**HOPKINS et TAYLOR, 2004 ; KOOHMARAIE, 1994 ; TAYLOR et al., 1995**).

L'analyse de la variance a montré une différence fortement significative de l'IFM au cours du temps *post mortem* ($\alpha=0,05$; $p< 0,0001$).

I.4. Estimation de la protéolyse des protéines myofibrillaires par SDS PAGE

L'estimation de la protéolyse des protéines myofibrillaires par SDS PAGE permet d'avoir une appréciation globale des protéines présentes dans le muscle de dromadaire ainsi que l'influence des changements *post mortem* sur ces dernières. Dans cette optique nous avons effectué les extractions des protéines myofibrillaires. Cependant, la séparation n'a malheureusement pas été effectuée à cause de l'indisponibilité de l'appareil d'électrophorèse au sein de la faculté et des contraintes liées à l'échantillonnage. Ce qui a engendré un retard rendant impossible notre déplacement à d'autres université pour l'effectuer.

I.5. Dosage de la myoglobine

La teneur moyenne en myoglobine obtenue à 48h *post mortem* est de $2,78 \pm 0,37$ mg/ml. Une valeur moyenne de $3,06 \pm 0,60$ mg/ml a été rapporté également chez le dromadaire, où la couleur a été jugée objectivement plus claire avec un rouge plus vif (**KAMOON, 2011**).

L'évaluation, par analyse de variance de la teneur des muscles en myoglobine en fonction de l'âge d'abattage, montre une différence fortement significative ($\alpha=0,05$; $p<0,0001$). Effectivement, il est bien connu que la teneur en myoglobine, pigment musculaire comprenant un atome de fer, est responsable de l'intensité de la couleur rouge de la viande, et dépend de la maturité physiologique de l'animal et de la localisation anatomique du muscle.

La teneur des muscles en myoglobine s'accroît avec l'âge, à un rythme propre à chaque muscle, sachant que les muscles les plus utilisés sont les plus pigmentés, et les muscles des jeunes animaux sont plus pâles que ceux des animaux plus âgés (**DUDOUE, 2004 ; BELAUD, 2004 ; VIERLING, 2008**).

Ce dosage de la myoglobine permet de rendre compte des caractéristiques musculaires plus au moins liée à la couleur de la viande telle que perçue par le consommateur (**KAMOON, 2011**). Il mesure donc objectivement un des paramètres lié à la couleur. La figure 20 montre la couleur des muscles pour lesquels le dosage a été effectué.

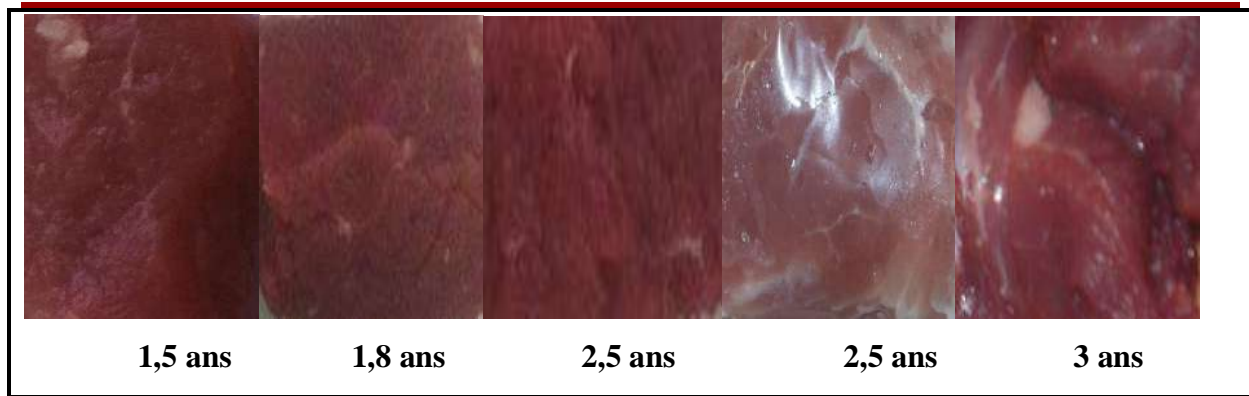


Figure 19. Variation de la couleur des muscles étudiés.

II. Évaluation sensorielle de la qualité de la viande

L'évaluation sensorielle a estimé les attributs suivant : tendreté, jutosité, cohésion, mastication, présence de résidus et l'appréciation globale. Elle a été réalisée à l'aide d'un jury constitué de 12 membres, sur de la viande de dromadaire bouillie. Le tableau 2 montre la moyenne des notes attribuées par les dégustateurs.

Tableau 2. Moyenne des notes attribuées par les membres du jury d'évaluation sensorielle.

Paramètre sensorielle	Moyenne (note/10)	Ecart type
Tendreté	5,30	2,5
Jutosité	4,14	2,05
Cohésion	4,60	2,22
Mastication	5,43	2,41
Présence de résidus	4,94	2,45
Appréciation globale(%)	56,90	24,09

Les jurys ont donné la note moyenne de 5,3/10 pour la tendreté et une appréciation globale de la viande de 56,90%. SALIFOU *et al.* (2013 b) ont rapporté la moyenne de 2,37/10 pour la tendreté, chez la viande bovine. Cependant MICOL *et al.* (2011) ont obtenu 23,4 % concernant l'appréciation globale, chez la viande bovine.

L'analyse des corrélations entre les caractéristiques sensorielles étudiées, réalisée à l'aide du coefficient de Pearson au seuil de signification $\alpha < 0,05$, est présentée dans le tableau 3.

Tableau3. Matrice de corrélation entre les attributs sensoriels étudiés.

Variables	Tendreté	Jutosité	Cohésion	Mastication	Présence de résidus	Appréciation globale
Tendreté	1					
Jutosité	0.040	1				
Cohésion	-0.216	0.132	1			
Mastication	-0.270	0.146	0.193	1		
Présence de résidus	-0.230	0.278	0.255	0.283	1	
Appréciation globale	0.634	-0.083	-0.326	-0.217	-0.288	1
Seuil de signification<0,05.						

On remarque en particulier que la tendreté est positivement corrélée à l'appréciation globale ($r=0,63$; $p<0,0001$). Cependant, elle est négativement corrélée à la mastication ($r=-0,27$; $p<0,03$). Des résultats similaires ont été notés par **HAFID (2015)**. On comprend que, lorsque la tendreté du muscle augmente, il ne nécessite pas beaucoup de mastication. Ce qui conditionne l'appréciation globale de la viande, la tendreté est un paramètre déterminant pour le consommateur.

Une corrélation positive, significative est notée entre la présence de résidus et la jutosité ($r=0,27$; $p<0,03$), la cohésion ($r=0,25$; $p<0,04$) ainsi que la mastication ($r=0,28$; $p<0,02$).

III. RECHERCHE DE CORRELATIONS ENTRE LES PARAMETRES ETUDIES

La recherche de la corrélation entre les paramètres étudiés a été effectuée à partir de l'Analyse en Composantes Principales (ACP). Le but de l'utilisation de l'ACP est la visualisation et l'analyse de la distribution des paramètres étudiés de la qualité de la viande de dromadaire (biochimiques et sensoriels).

La matrice de corrélation a été générée en utilisant le coefficient de corrélation de Pearson. Les corrélations sont considérées significatives pour $p<0,05$ (annexe10). L'analyse des corrélations entre les différents paramètres étudiés permet d'établir les liaisons entre ces derniers et de déterminer ceux qui sont susceptibles d'expliquer les qualités sensorielles de la viande. Les variables étudiées sont: âge de l'animal, IFM à (24 h, 72 h et 8^{eme} jour), température (Tm) à 3h, pH à (24 h et 48 h), teneur en myoglobine (TEM), tendreté, jutosité, mastication, cohésion, présence de résidus (PR) et l'appréciation globale (AG). La distribution de ces derniers est représentée dans la figure 20.

A: distribution des variables

B: corrélation des variables avec les axes F1 et F2

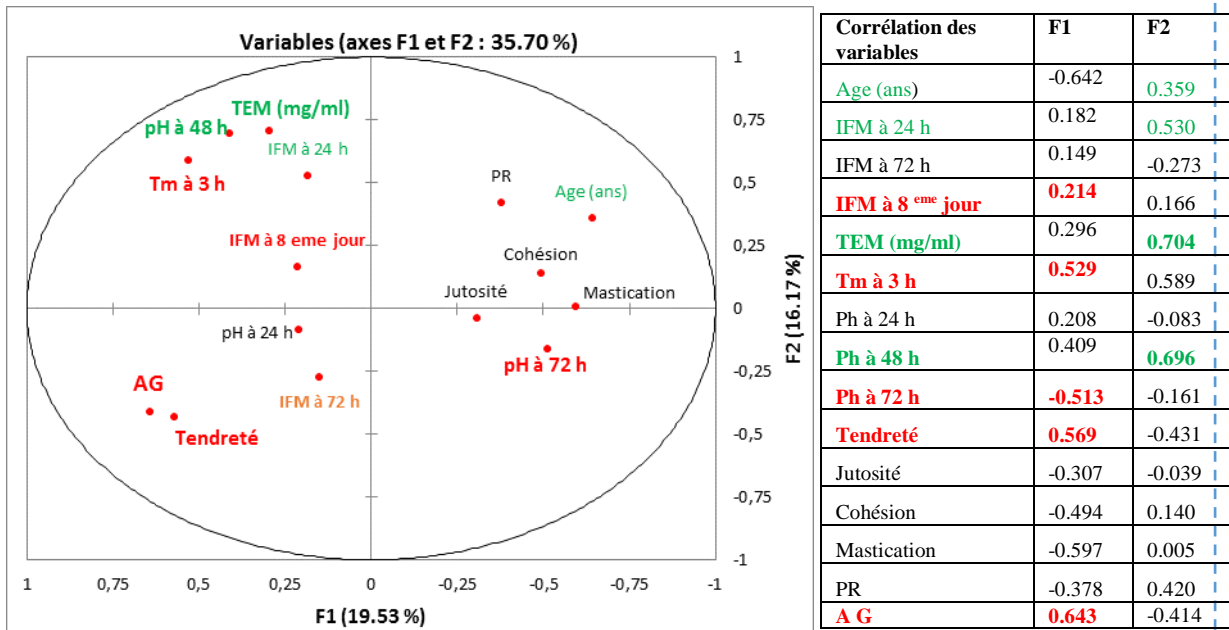


Figure 20. Distribution graphique des paramètres biochimiques et sensoriels étudiés.

La figure A illustre la distribution des variables étudiées, et la figure B indique la corrélation des différentes variables aux axes F1 et F2. Ces deux premiers axes factoriels ont expliqué 35,70% de la variabilité observée avec F1 (19,53 %) et F2 (16,17 %).

Une corrélation positive ($r=0,29$; $p<0,05$) entre l'âge et le pH à 72 h est notée. Cette dernière est rapportée auparavant quelque soit l'espèce animale. Plus l'âge de l'animal augmente plus le pH est bas, pour la viande de poulet ($r= -0,69$; $p<0,005$) (HAFID, 2015), de dromadaire ($r= -0,62$; $p<0,05$) (SMILI, 2014) et d'agneau (BECILA, 2009). BAEZA et al. (2003), ont expliqué cette diminution du pH avec l'âge par l'augmentation du métabolisme glycolytique des muscles avec l'âge et probablement des réserves en glycogène.

La teneur en myoglobine est corrélée positivement au pH à 48 h ($r=0,52$; $p<0,05$), une relation similaire est notée pour la viande de porc ($r= 0,90$; $p<0,01$) (GOUTEFONGEA, 1963). Elle est également corrélée positivement à la température à 3h ($r=0,47$; $p<0,05$). Selon BAUCHART et PICARD (2010), que toute élévation de température et diminution du pH est susceptible d'augmenter la vitesse d'oxydation de la myoglobine. En effet, un pH bas entraîne une dénaturation partielle des protéines, diminuant la consommation d'oxygène et favorisant l'oxydation de la myoglobine en metmyoglobine (BOUTTEN et al., 2003).

Cependant, la tendreté et l'âge sont corrélés négativement ($r= -0,49$; $p<0,05$), ce résultat est proche de celui de HAFID (2015) avec ($r= -0,63$; $p<0,05$). Faye en 1990, a expliqué qu'en plus des facteurs qui peuvent influencer la tendreté à savoir l'espèce, la race et l'âge, la richesse du muscle en tissu conjonctif diminue la tendreté.

L'IFM au 8^{ème} jour est corrélé positivement avec la tendreté ($r=0,26$; $p<0,05$), cet attendrissement est dû à la dégradation des protéines myofibrillaires comme en témoigne l'augmentation de l'indice de fragmentation myofibrillaire (**DRANSFIELD et al., 1981; KOOHMARAIE et al., 1991**).

La mastication est négativement corrélée à l'IFM à 24h et à la température à 3h ($r=-0,26$ et $r=-0,27$ respectivement). La diminution de l'IFM indique une faible dégradation des protéines myofibrillaires de ce fait une augmentation de la mastication.

On observe également une corrélation entre les attributs sensoriels entre eux, essentiellement une corrélation positive entre la tendreté et la présence de résidus ($r=0,25$)



Conclusion

CONCLUSION

La présente étude a pour objectif la caractérisation biochimique de la viande de dromadaire au cours de la maturation, à travers l'étude de paramètres biochimiques et sensoriels.

L'Indice de Fragmentation Myofibrillaire permet une estimation de la protéolyse des protéines myofibrillaires. Il est de 86,48 % à 24 h *post mortem*. Il augmente significativement au cours de la maturation pour atteindre des valeurs de 92,80 % et 124,91 % à 72 h et 8^{ème} jour respectivement ($\alpha=0,05$; $p<0,0001$). La teneur moyenne en myoglobine est de 2,78 mg/ml, une différence significative est notée entre la teneur en myoglobine et l'âge ($\alpha=0,05$; $p<0,0001$). La valeur du pH ultime est de 5,71. Une corrélation positive et significative est notée pour la teneur en myoglobine avec la température à 3 h et le pH à 48 h de ($r=0,47$; $r=0,52$; $p<0,05$) respectivement.

Concernant, les paramètres sensoriels, les jurys de dégustation ont attribué la note de 59,90% pour l'appréciation globale et de 5,3/10 pour la tendreté. D'ailleurs, une forte corrélation positive est notée entre la tendreté et l'appréciation globale ($r=0,63$; $p<0,0001$). Tandis que, l'âge est corrélé négativement à la tendreté ($r= -0,49$; $p<0,05$). Cependant, la présence de résidus est corrélé positivement à la jutosité ($r=0,27$; $p<0,03$), cohésion ($r= 0,25$; $p<0,04$) et la mastication ($r=0,28$; $p<0,02$).

La relation entre les paramètres biochimiques et sensoriels étudiés a permis de noter une corrélation positive, significative de l'IFM au 8^{ème} jour et la tendreté ($r=0,26$; $p<0,05$).

Pour une meilleure caractérisation du muscle et de la qualité de la viande, nous suggérons :

- Estimation de la protéolyse par électrophorèse afin d'identifier des fragments indicateurs de maturation;
- D'augmenter l'effectif utilisé et étudier les différentes catégories d'âge;
- D'introduire d'autres paramètres de mesure à savoir le stress à l'abattage, force de cisaillement.



*Références
bibliographiques*

A

ADAMOU A., 2008, L'élevage camelin en Algérie : Système à rotation lente et problème de reproduction, profils hormonaux chez la chamelle Chaâmbi, thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar- Annaba, 250 p.

ADAMOU A., 2009, Notes sur la polyfonctionnalité de l'élevage camelin, Journal Algérien des Régions Arides, 8, 35-47.

ADAMOU A., 2012, Comparison of carcass yields in two Algerian camel populations: the Targui and the Sahraoui, 3rd ed. of ISOCARD international conference, 377-378.

ADAMOU A., BOUZEGAG B., BABELHADJ B., 2009, Comparaison entre le rendement en carcasse chez deux populations camelines Algériennes : le Targui et le Sahraoui, Journal Algérien des Régions Arides, 8, 27-31.

ADHIHETTY P. J. et HOOD D. A., 2003, Mechanisms of apoptosis in skeletal muscle, Basic Appl. Myol, 13, 4, 171-179.

AI OWAIMER A. N., 2000, Effect of dietary Halophyte *Salicornia bigelovii Torr* on carcass characteristics, minerals, fatty acids and amino acids profile of camel meat, Applied Anim. Res., 18, 185-192.

B

BABELHADJ B., 2012, Etude ostéo-biométrique de dromadaire: cas de la population Sahraoui, thèse de Magister en Sciences Agronomiques, Université Kasdi Merbah- Ouargla, 86p.

BAEZA E., LESSIRE M., JUIN H., CHARTRIN P., BORDEAU T., BERRI C., 2003, Incidence de l'âge sur la qualité des carcasses et de la viande de pintade label. In: Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours.

BANDRE J.M., CATALA M., MORERE J. J., ESCUDIER E., KATSANIS G., POIRIER J., 2008, Histologie: les tissus, Université Pierre et Marie Curie, 119 p.

BARBUT S., 2002, Poultry products processing: An industry guide, 1^{ère} édition de CRC Press LLC, Florida, 564 p.

BARTOLI M. et RICHARD I., 2005, Calpains in muscle wasting, the international journal of biochemistry and cell biology, 37, 2115-2133.

BAUCHART D., CHANTELOT F., GANDEMER G., 2008, Qualités nutritionnelles de la viande et des abats chez le bovin : données récentes sur les principaux constituants d'intérêt nutritionnel, Cah. Nutr. Diététique, 43, 29-39.

BAUCHART et PICARD, 2010, Muscle et viande de ruminant, édition Quae, Paris, p. 187.

- BAUER J. W., BADOUD R., LOLIGER J., ETOURNAUD A., 2010**, Science et technologie des aliments (principes de chimie des constituants et de technologie des procédés), 1^{ère} édition de Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, p. 96 .
- BEAUMONT A., CASSIER P., TRUCHOT J.P., DAUÇA M., 2004**, Les muscles et la concentration musculaire (Biologie et physiologie animales), 2^{ème} édition de Dunod, Paris, p.210-301.
- BEAUMONT A., CASSIER P., TRUCHOT J-P., DAUÇA M., 2006**, Biologie et Physiologie animales, 2^{ème} édition de Dunod, Paris, p. 419.
- BECILA S., 2009**, Marqueurs biologiques de la qualité de la viande ovine et caractérisation de la mise en place de l'apoptose, thèse de doctorat en sciences alimentaires, Université Mentouri- Constantine, 197p.
- BECILA S., HERRERA-MENDEZ C.H., COULIS G., LABAS R., ASTRUC T., PICARD B., BOUDJELLAL A., PELISSIER P., BREMAUD L., OUALI A., 2010**, *Post mortem* muscle cells die through apoptosis, Eur. Food. Res. Technol., 231, 485-493.
- BELAUD M., 2004**, Première transformation des viandes bovines, techniques de l'ingénieur, p.1-13.
- BENAISSA A., 2011**, Etude de la qualité microbiologique des viandes cameline et ovine conservées selon différents modes, mémoire de magistère en biologie, Université Kasdi Merbah- Ouargla, p.1.
- BERRUEX J. C et MOUDON L., 1996**, La forme à votre portée (Un esprit sain dans un corps sain, et ceci à tout âge), Edi. Fitline Séminaires, Paris, p 41.
- BONNEAU M., TOURAILLE C., PARDON P., LEBAS F., FAUCONNEAU B., REMIGNON H., 1996**, Amélioration de la qualité des carcasses et des viandes, INRA Prod. Anim., 95-110.
- BOTTINELLI R. et REGGIANI C., 2000**, Human skeletal muscle fibers: molecular and functional diversity, Prog. Biophys. Mol. Biol., 73, 195-262.
- BOURAS et MOUSSAOUL., 1995**, Contribution à la caractérisation physicochimique et biochimique de la viande de dromadaire (population Sahraoui), thèse d'ingénieur Agro. INFS/AS Ouargla, p. 40.
- BOUTTEN B., PICARD M., BOUVAREL I., MEKHTICHE L., LARROUDE P., BARRIER-GUILLOT B., ROFFIDAL L., 2003**, Relation entre le pH, la couleur et le comportement dans la transformation du blanc de poulet en pièces cuites saumurées, Bulletin de liaison du CTSCCV, 13, 5, 8 p.

BOUZEGAG B., 2002, Contribution à la caractérisation de la production de viande de deux races camelins (Sahraoui et Targui) par enquêtes dans deux wilayas du sud (Ouargla et Tamanrasset), mémoire de magistère INA., Alger, 117p.

C

C .I.V., 2004, Les qualités organoleptiques de la viande bovine: Bases scientifiques pour une bonne utilisation culinaire, Paris, p. 9.

CAMPBELL P. N. et SMITH A. N., 2002, Biochimie illustrée, édition Maloine, Paris, 374 p.

CBRADFORD M. M., 1976, A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding, ANALYTICAL BIOCHEMISTRY, 72, 248-254.

CHERET R., 2005, Effet des hautes pressions sur les indicateurs de maturation de la viande et l'altération du muscle de poisson, thèse de doctorat, Ecole Nationale d'Ingenieurs des Techniques des Industries Agricoles et Alimentaires, 156 p.

CHHABRA D. et REMEDIOS C.G., 2008, Actin: an overview of its structure and function: Actin-binding proteins and disease, Protein reviews, Springer, 8, 1-15.

CHWIERALSKI C. E., WELTE T., BÜHLING F., 2006, Cathepsin-regulated apoptosis, Apoptosis, 11, 2, 143-149.

CLAVERIE I. et PANET M., 2008, Biochimie, 2^{ème} édition de Walter Kluwer, France, 113 p.

CLINQUART A., LEROY B., DOTREPPE O., HORNICK J. L., DUFRASNE I. L., ISTASSE L., 2000, Les facteurs de production qui influencent la qualité de la viande des bovins Blanc Bleu belge in : L'élevage du Blanc Bleu Belge, Journée du Centre d'Excellence du Secteur Agricole et son Management, édition de CESAM, Mons, 19 p.

COIBION L., 2008, Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine: adaptation à la demande du consommateur, thèse de doctorat, Ecole Nationale Vétérinaire, France (Toulouse), p. 7-25.

CRAPLET C. et CRAPLET M J., 1979, Dictionnaire des aliments et de la nutrition, édition LE HAMEDI, Paris, p. 450-451.

CRAPLET C., 1966, La viande de bovin, édition vigot frères, France, 486 p.

CULLER R. D., PARRISH J. R., SMITH F. C., G.C., CROSS H. R., 1978, Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical physical and sensory characteristics of bovine *longissimus* muscle, Journal of Food Science, 43, 1177-1180.

D

D.S. A., 2015, Fonctionnement de l'abattoir, direction des services agricoles Ouargla, 2 p.

- DASSENOY R., 2003**, bêta-agonistes et qualité de la viande, Ecole Nationale Vétérinaire, (Toulouse), p. 56.
- DEBITON E., 1994**, Variation de la tendreté de la viande : facteurs biologiques impliqués, INRA, p. 27, 34 p.
- DEGTEREV A. et YUAN J., 2008**, Expansion and evolution of cell death programmers, Nat. Rev. Mol. Cell. Biol., 9, 5, 378-90.
- DEMARTINO G. N. et GILLETTE T. G., 2007**, Protéasomes: machines for all reasons, Nat. Rev. Mol. Cell Biol., 129, 4, 659-662.
- DENAULT J. B. et SALVESEN G. S., 2008**, Apoptotic caspase activation and activity, Methods in Molecular Biology, 414, 191-220.
- DEVINE C. E., PAYNE S. R., PEACHEY B.M., LOWE T.E., INGRAM J.R., COOK C.J., 2002**, High and low rigor temperature effects on sheep meat tenderness and ageing, Meat Science, 60, 141-146.
- DICK A., SLEIMANE F., ELKORY M., ELKORY O., 2011**, La variabilité de la teneur en calcium du lait de chamelle en Mauritanie, Science Lib, éditions Mersenne, 3, 111008.
- DIRKS A. J. et LEEUWENBURGH C., 2005**, The role of apoptosis in age-related skeletal muscle atrophy, Sports Médecine, 35, 473-483.
- DRANSFIELD E., JONES R. C. D., MACFIE H. J. H., 1981**, Tenderising in *M. longissimus dorsi* of beef, veal, rabbit, lamb and pork, Meat Sci., 5, 139-147.
- DUDOUE T. C., 2004**, La production des bovines allaitants, France agricole ,2^{ème} édition: Paris,
- DUDOUE T. C., 2010**, La production des bovines allaitants, conduite, qualité, gestion, 3^{ème} édition de France Agricole, Paris, p. 64.
- DUFREY P. A. et CHAMBAZ A., 2004**, Qualité de la viande de bœufs de six races à viande, Revue suisse Agriculture, 36, 6, 265-274.
- DUMONT R. L. et VALIN C., 1982**, Bases biochimiques de l'hétérogénéité du tissu musculaire et des viandes, édition INRA, Paris, p. 77.
- DUPIN H., CUQ J. L., MALEWIAK M. L., LEYNAUD-ROUAUD C., BERTHIER A. M., 1992**, Alimentation et Nutrition Humaines, Edi. ESF, Paris, 746 p.

E

- ECKERT R., RANDALL D., BURGGREN W., FRENCH K, 1999**, Physiologie animale: mécanismes et adaptations, 4^{ème} édition de Boeck, Belgique, p. 351-364, 823 p.
- EI MAKSSOUD H., 2005**, Modélisation et Identification des Muscles Squelettiques sous Stimulation Electrique Fonctionnelle, thèse de doctorat en Génie Informatique, Automatique et Traitement du Signal, université MONTPELLIER 2, France, 182 p.

EI RAMMOUZ R., 2005, Etude des changements biochimiques post mortem dans le muscle des volailles-Contribution au déterminisme de l'amplitude de la diminution du pH, thèse de doctorat en sciences agronomiques, l'Institut National Polytechnique de Toulouse, p. 3-4, 130 p.

F

FAROUK M.M. et SWAN J.E., 1998, Effect of rigor temperature and frozen storage on functional properties of hot boned manufacturing beef, *Meat Science*, 49, 2, 233-247.

FAYE B., ABDELHADI O., RAIYMBEK G., KADIM I., 2013, Evolution du marché, perspectives de développement et qualité de la viande de chameau, la revue scientifique *Viandes et Produits Carnés*, p. 3.

FAYE J., 1990, Évolution du pH et de la rigidité cadavérique sur les carcasses de bovins à l'abattoir Dakar, thèse de doctorat en médecine vétérinaire, Université CHEIKH ANTA DIOP, Sénégal (Dakar), p.78.

FISH W., REYNOLDS J. A., TANFORD C., 1970, Gel chromatography of proteins in denaturing solvents, *Journal of Biological Chemistry*, 10, 245, 5166-5168.

FOSSE. J. A. S., 2003, Les dangers pour l'homme liés à la consommation des viandes, évaluation de l'utilisation des moyens de maîtrise en abattoir, thèse de l'Ecole Nationale Vétérinaire de NANTES, p. 24-46.

G

FRADAGRADA A. et FURELAUD G., 2012, *Biologie cellulaire-UE2*, édition de DUNOD, Paris, 332 p.

GAGAOUA M., MICOL D., RICHARDSON R.I., HOCQUETTE J.F., TERLOUW E.M.C., METEAU K., JUN H., MOLONEY A.P., NUERNBERG K., SCOLLAN N.D., BOUDJELLAL A., PICARD B., 2013, Relationships between overall likings score and sensory meat attributes in different types of beef cattle. In: *Proceedings of the 59th International Congress of Meat Science and Technology*, p. 4, Izmir, Turkey.

GEESINK G. H., KUCHAY S., CHISHTI A. H., KOOHMARAIE M., 2006, Micro-calpain is essential for postmortem proteolysis of muscle proteins, *Journal of Animal Science*, 84, 2834-2840.

GOLL D. E., THOMPSON V. F., LI H., WEI W., CONG J., 2003, The calpain system, *Physiological Reviews*, 83, 3, 731-801.

GOUTEFONGEA R., 1963, Les viandes exsudatives, revue *Ann. Zootech.*, 12, 4, 297-357.

GREASER M. L., 2009, Proteins, dans: *Handbook of muscle foods analysis*, (eds. NOLLET L. M.L. et TOLDRA F.), CRC Press, UK, p. 57-73, 967 p.

GREEN D. R., 2005, Apoptotic pathway: ten minutes to dead, *Cell*, 121, 671-674.

GRIFFITH I. P., 1972, The effect of cross-links on the mobility of proteins in Dodecyl Sulfate-Polyacrylamide Gels, *Journal of Biochemistry*, Great Britain, 126, 553-560.

GUILLEMIN N., CASSAR-MALEK I., HOCQUETTE J.F., JURIE C., MICOL D., LISTRAT A., LEVEZIEL H., RENAND G., PICARD B., 2009, La maîtrise de la tendreté de la viande bovine : identification de marqueurs biologiques, *INRA Productions Animales*, 22, 331-344.

H

HAFID K., 2015, Effet de l'âge à l'abattage sur les caractéristiques de la carcasse et la qualité de la viande des poules pondeuses de réformes de la souche ISA (F 15), mémoire de magistère en Sciences Alimentaires, Alger (Quanstantine), 70 p.

HAMAD B., 2009, Contribution à l'étude de la contamination superficielle bactérienne et fongique des carcasses camelines au niveau d'abattoir d'El Oued, mémoire de magistère en médecine vétérinaire, Université Mentouri- Constantine, p.1.

HERMAN K. et FISHER A., 2004, In: Milk and meat from the camel, ETH publ., Zurich (Switzerland), p. 132-136.

HERRERA-MENDEZ C. H., BECILA S., BOUDJELLAL A., OUALI, A., 2006, Meat ageing: Reconsideration of the current concept, *Trends in Food Science and Technology*, 17, 394-405.

HOCQUETTE J. F., CASSAR-MALEK I., LISTRAT A., JURIE C., JAILLER R., PICARD B., 2005, Évolution des recherches sur le muscle des bovins et la qualité sensorielle de leur viande: II. Influence des facteurs d'élevage sur les caractéristiques musculaires, *Cah. Agric.*, 14, 365-372.

HONIKEL K. O., 2009, Moisture and Water-Holding-Capacity: Handbook of muscle foods analysis (eds. NOLLET L. M. L., TOLDRA F.), CRC Press, NY., p. 315-332, 967 p.

HOPKINS, D. L. et TAYLOR, R. G. 2004, *Post-mortem* muscle proteolysis and meat tenderness, CABI publishing, Wallingford, Royaume-Unis., 363-388.

J

JEACOCKE E. R., 1977, Continuous measurements of the pH of beef muscle in intact beef carcasses, *J. Fd. Technol.*, 12, 375-386.

JEACOCKE E.R., 1977, Continuous measurements of the pH of beef muscle in intact beef carcasses, *J. Fd. Technol.*, 12, 375-386.

JEONG S.Y. et SEOL D.W., 2008, The role of mitochondria in apoptosis, *BMB reports*, 41, 1, 11-22.

JIANG S. T., 1998, Contribution of muscle proteinase to meat tenderization, proceeding of the National Science Council, ROC Part B: Life Science, p. 22, 97-107.

JURIE C. et LISTART A., 2010, Structure et fonction des constituants du muscle squelettique, dans : Muscle et viande des ruminants (eds : BAUCHART D. et PICARD B.), éditions Quae, p. 61-70, 292 p.

K

KADIM I. T et MAHGOUB O., 2006, Meat quality and composition of *Longissimus thoracis* from Arabian camel (*Camelus dromedaries*) and Omani beef: A comparative study. In: Proceedings of the 1st conference of the international society of camelids research and development, ed. ISOCARD, Al-Ain, United Arab Emirates, 118.

KADIM I. T., AL-KAROUSHI A., MAHGOUB O., AL-MARZOOQI W., KHALAF S. K., AL-SINANI S. S. H., RAIYMBEK G., AL-MAQBALI R. S., 2013, Chemical composition, quality and histochemical characteristics of individual dromedary camel (*Camelus dromedarius*) muscles, Meat Science 93, 564-571.

KADIM I. T., AL-KAROUSHI A., MAHGOUB R., AL-MAQBALI R. S., KHALAF S.K., 2012, Quality characteristics of *infraspinatus*, *triceps brachii*, *longissimus thoraces*, *biceps femoris*, *semitendinosus* and *semimembranosus* muscles of dromedary (*Camelus dromedaries*) camel, 3rd ed. of ISOCARD International conference, Sultanate of Oman, 191-192, 435 p.

KADIM I. T., MAHGOUB O., PURCHAS R.W., 2008, A review of growth, and of the carcass and meat quality characteristics of the one-humped camel (*Camelus dromedaries*), Meat Science 80, 555-569.

KADIM I.T., AL-HOSNI Y., MAHGOUB O., AL-MARZOOQI W., KHALAF S.K., AL-MAQBALY R.S., AL-SINAWI S.S.H., AL-AMRI I.S., 2009, Effect of low voltage electrical stimulation on biochemical and quality characteristics of *Longissimus thoracis* muscle from one humped camel (*Camelus dromedaries*), Meat Science 82, 77-85.

KADIM I.T., MAHGOUB O., AL-MARZOOQI S., AL- ZADGALI S., ANNAMALAI K., MANSOUR M. H., 2006, Effects of age on composition and quality of muscle *Longissimus thoracis* of the Omani Arabian Camel (*Camelus dromedarius*), Meat Science 73, 619-625.

KAMOUN M., 1995, La viande de dromadaire: production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation, dans: Elevage et alimentation du dromadaire, (éd : TISSERAND J.L.), CIHEAM, options méditerranéennes - série séminaires n°13, p. 105-130.

KAMOUN M., 2011, Détermination des paramètres productifs des camélidés Engraissés en Tunisie, Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur, Tunisie, p.48.

KEES M. G., SCHLOTTERBECK H., PASSEMARD R., POTTECHER T., DIEMUNSCH P., 2005, Le soluté de Ringer : un standard isotonique discutable, annales Françaises d'anesthésie et de réanimation, France, 24, 653-655.

KEMP C. M., SENSKY P. L., BARDSLEY R. G., BUTTERY P. J., PARR T., 2010, Tenderness -An enzymatic view, Meat Science, 84, 248-256.

KEMP C. M., SENSKY P. L., BARDSLEY R. G., BUTTERY P. J., PARR T., 2010, Tenderness -An enzymatic view, Meat Science, 84, 248-256.

KEMP C.M. et PARR T., 2012, Advances in apoptotic mediated proteolysis in meat tenderization, Meat Science, 92, 3, 252-259.

KERR J.F., WYLLIE A. H., CURRIE A.R., 1972, Apoptosis : a basic biological phenomenon with wide-ranging implications in tissue kinetics, British Journal of Cancer, 26, 239-257.

KERTH C. R., 2013, Muscle structure and cytoskeletal proteins, dans : The science of meat quality (ed. KERTH C.R.), John Wiley and sons, p. 49-64, 312 p.

KOOHMARAIE M. et GEESINK G. H., 2006, Contribution of *post mortem* muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system, Meat Science, 74, 34-43.

KOOHMARAIE M., WHIPPLE G., KRETCHMAR D. H., CROUSE J. D., MERSMANN H. J., 1991, *Post mortem* proteolysis in *longissimus* muscle from beef, lamb and pork carcasses. J. Anim. Sci. 69: 617-624.

KOOHMARAIE, M. 1994, Muscle proteinases and meat aging, Meat Sci., 36: 93-104.

KROEMER G., GALLUZZI L., VANDENABEELE P., [ABRAMS J.](#), [ALNEMRI E. S.](#), [BAEHRECKE E. H.](#), [BLAGOSKLONNY M. V.](#), [EL-DEIRY W. S.](#), [GOLSTEIN P.](#), [GREEN D. R.](#), [HENGARTNER M.](#), [KNIGHT R. A.](#), [KUMAR S.](#), [LIPTON S. A.](#), [MALORNI W.](#), [NUÑEZ G.](#), [PETER M. E.](#), [TSCHOPP J.](#), [YUAN J.](#), [PIACENTINI M.](#), [ZHIVOTOVSKY B.](#), [MELINO G.](#), 2009, Classification of cell death: recommendations of the Nomenclature Committee on Cell Death, Cell Death Differ, 16, 1, 3-11.

KWASIBORSKI A., 2008, Proteome et transcriptome dans le muscle *Longissimus* de porc : Influence du mode d'élevage, de l'origine génétique et du sexe, Relation avec les qualités des viandes, Université Blaise Pascal, INRA Centre de Clermont-Ferrand/Theix, Saint-Genès-Champanelle.

L

LAEMMLI U. K., 1970, Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4, Nature, 227, 680-685.

- LASNAMI K., 1986**, Le dromadaire en Algérie, perspectives d'avenir, mémoire de magister, Agro. INA El Harrach, 185 p.
- LAUWERYS R., HAUFROID V., HOET P., LISON D., 2007**, Toxicologie Industrielle et Intoxications Professionnelles, 5^{ème} édition de ELSE VIER MASSON, Paris, p 56.
- LAWRIE, R. A., 1974**, Chemical and Biochemical Constitution of Muscle, Lawrie's Meat Science, 2^{ème} édition, Pergamon Press, Oxford, NY, 70-123
- LI J. et YUAN J., 2008**, Caspases in apoptosis and beyond, Oncogene, 27, 48, 6194-6206.
- LIEBER R.L., 2002**, Skeletal muscle structure, function and plasticity, 2nd edition, Lippincott Williams & Wilkins, USA, 13-26, 375 p.
- LIU X. C., GAO J. M., LIU S., LIU L., WANG J. R., QU X. J., CAI B., WANG S. L., 2015**, Targeting apoptosis is the major battle field for killing cancers, World Journal of Translational Medicine, 4, 3, 69-77.
- LODISH H., BERK A., MATSUDAIRA P., KAISER C.A., KREIGER M., SCOTT M.P., ZIPURSKY L., DARNELL J., 2005**, Biologie moléculaire de la cellule, 3^{ème} édition de Boeck, Bruxelles, p. 81, 973 p.
- LULLMANN-RAUCH R., 2008**, Histologie, 2^{ème} édition de Boeck, Allemagne, p. 119-137-221-222, 678 p.

M

- M. A. D. R., 2006**, Statistiques agricoles, rapport série B 2006-2007.
- M. A. P., 2003**, Organisation et amélioration des élevages camélins.
- M.A.D.R., 2011**, Etat des lieux de l'élevage des petits ruminants et camélidés en Algérie, dominantes pathologiques et mesures de lutte, 10 p.
- MAILLET M., 2002**, Biologie cellulaire, 9^{ème} édition, Paris, 283-284, 558.
- MALTIN C., BALCERZAK D., TILLEY R., DELDAY M., 2003**, Determinants of meat quality: tenderness, Proceedings of the Nutrition Society, 62, 337-347.
- MARCHETTI P., 2005**, L'apoptose: bases fondamentales et applications médicales, Gynécologie Obstétrique et Fertilité, 33, 632-641.
- MEIER P., FINCH A., EVAN G., 2000**, Apoptosis in development, Nature, 407, 6805, 796-801.
- MEINERS S., LUDWIG A., STANGL V., STANGL K., 2007**, Protéasome inhibitors: Poisons and remedies, Medicinal Research Reviews, 28, 2, 309-327.
- MEKRAMI S., BRIGNOL T. N., PEREIRA I., KOENIG J., GOUSSIAUME A., 2003**, Le muscle squelettique, Association Française contre les Myopathies (AFM), Paris, 7 p.
- MENSE S. et GERWIN R.D., 2010**, Muscle pain: diagnosis and treatment, Springer, 343, 88-90, 365 p.

MICOL D., JAILLER R., JURIE C., METEAU K., JUIN H., NUTE G.R., RICHARDSON R.I., HOCQUETTE J.F., 2011, Evaluation sensorielle de la viande bovine en France et au Royaume Uni selon deux températures de cuisson, Renc. Rech. Ruminants, 18, 201-208.

N

NEUMAR R. W., XU Y. A., GADA H., GUTTMANN R. P., SIMAN R., 2003, Cross-talk between calpain and caspase proteolytic systems during neuronal apoptosis, Journal of Biological Chemistry, 278, 14162-14167.

O

OUALI A. et TALMANT A., 1990, Calpains and calpastatin distribution in bovine, porcine and ovine skeletal muscles, Meat Sci., 28, 331-348.

OUALI A., 1990, La maturation des viandes facteurs biologiques et technologiques de variation, Viande et Produits Carnés, 11, 281-290.

OUALI A., 1991, Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande, INRA Prod. Anim., 4, 3, 195-208.

OUALI A., GAGAOUA M., BOUDIDA Y., BECILA S., BOUDJELLAL A. HERRERA-MENDEZ C. H., SENTANDREU M., 2013, Biomarkers of meat tenderness: present knowledge and perspectives in regards to our current understanding of mechanisms involved, Meat Science 95, issue 4, 854-670.

OUALI A., HERRERA-MENDEZ C. H., COULIS G., BECILA S., BOUDJELLAL A., AUBRY L., SENTANDREU M. A., 2006, Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms, Meat Sci., 74, 44-58.

OULD BELKHIR A., 2008, Systèmes d'élevage camelins en Algérie chez population Chaanba et Touareg, mémoire de magistère, Université d'Ouargla, p.60-74.

OULD EI HADJ M. D., BOUZEGAG B., BOURAS A., MOUSSAOUI S., 2002, Etude comparative de quelques caractéristiques chimiques et physico-chimiques de la viande du dromadaire chez des individus du type "Sahraoui", différents âges, revue Recherche Agronomique, 10, 95-102 p.

P

PEARSON, A. M. et YOUNG, R. B., 1989, Composition and Structure of Skeletal Muscle in: Muscle and Meat Biochemistry, Academic Press, Inc. UK., London, 235-265.

PENNY I. F., 1980, The enzymology of conditioning in: developments in meat science Lawrie, ed. Elsevier, 155-143.

PICARD B., CASSAR-MALEK I., HOCQUETTE J.F., 2003, Typologie et ontogénèse des fibres musculaires chez différentes espèces d'intérêt agronomique, Prod. Anim., 16, 117-123.

PITT RIVERS R. et IMPIOMBATO A., 1968, The binding of Sodium Dodecyl Sulfate to various proteins, *Journal of Biochemistry*, Great Britain, 109, 825-830.

PORZIO M. A. et PEARSON A. M., 1979, Instability of SDS-denatured proteins prepared from muscle myofibrils, *Meat Science*, 3, 255-260.

POULIOT E., CASTONGUAY F., THERIAULT M., 2009, Évaluation de pratiques post abattages sur la qualité de la viande d'agneau du Québec (Rapport final 6125), Centre d'expertise en production ovine du Québec, p. 11-30-33.

R

ROCK E., 2002, Les apports en micronutriments par la viande, 9^{ème} Journées des Sciences du Muscle et Technologies de la Viande, Clermont Ferrand, 15-16.

ROUDAUT H. et LEFRANCQ E., 2005, Alimentation théorique (série Sciences des aliments), 1^{ère} édition de Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, Bordeaux, p. 128.

S

SAHRAOUI N., DOTREPPE O., BRAHIM ERRAHMANI M., BAAISSA B., BOUDJENAH S., GUETARNI D., HORNICK J. L., 2014, Influence du sexe et de la race sur les lipides de viande de dromadaire en Algérie, 15^{ème} journées sciences du muscle et technologies des viandes 4 et 5 novembre, Clermont- Ferrand, p. 63.

SAKAMAKI K. et SATOU Y., 2009, Caspases: evolutionary aspects of their functions in vertebrates, *Journal of Fish Biology*, 74, 4, 727-753.

SALIFOU C.F. A., YOUSAO A. K. I., AHOUNOU G. S., TOUGAN P.U., FAROUGOU S., MENSAH G. A., CLINQUART A., 2013, Critères d'appréciation et facteurs de variation des caractéristiques de la carcasse et de qualité de la viande bovine, *Ann. Méd. Vét.*, 157, 27-42.

SALIFOU C.F.A., DAHOUDA M., BOKO K.C., KASSA S.K., HOUAGA I, FAROUGOU S., MENSAH G.A., SALIFOU S., TOLEBA S.S., CLINQUART A., YOUSAO A.K.I., 2013 b, Evaluation de la qualité technologique et organoleptique de la viande de bovins de races Borgou, Lagunaire et Zébu Peulh, élevés sur des pâturages naturels, *Journal of Applied Biosciences* 63: 4736-4753.

SENOUSSI A., 2012, L'élevage camelin en Algérie : mythe ou réalité ?, *Renc. Rech. Ruminants*, 19, p. 308.

SENTANDREU M. A., COULIS G., OUALI A., 2002, Role of muscle peptidases and their inhibitors in meat tenderness, *Food Science Technology*, 13, 400-421.

SERG N., 2005, Histologie. PCEM 1, Faculté 2, Lyon Nord.

SHAPIRO A. L., VINUELA E., MAIZEL J.V., 1967, Molecular weight estimation of polypeptide chains by electrophoresis in SDS-polyacrylamide gels, *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 28: 815-20.

SIBOUKEUR O. K., 2007, Etude du lait camelin collecté localement : Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation, thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, université INA EL Harrach-Alger, 128 p.

SMILI H., 2014, Etude de paramètres physico-chimiques et biochimiques en cinétique au cours de la maturation de la viande de dromadaire, mémoire de magistère en sciences alimentaires et nutrition, Université Mentouri- Constantine, p.30.

SMYTH A. B., O'NEILL E., SMITH D.M., 1999, Chapter 18 Functional properties of muscle proteins in processed poultry products. In: *Poultry meat science* (Eds. Richardson R.I. and Mead G.C.), CABI Publishing, Wallingford, UK, 25, p. 377-396.

SOLTANIZADEH N., KADIVAR M., KERAMAT J., FAZILATI M., 2008, Comparison of fresh beef and camel meat proteolysis during cold storage, *Meat Science*, 80, 892-895.

T

TAYLOR R. C., CULLEN S. P., MARTIN S. J., 2008, Apoptosis: controlled demolition at the cellular level, *molecular cell biology*, 9, 231-241.

TAYLOR R. G., GEESINK G. H., THOMPSON V. F., KOOHMARAIE M., GOLL D. E., 1995 b, Is Z-disk degradation responsible for *postmortem* tenderization?, *Journal of Animal Science*, 73, 1351-1367.

TAYLOR R. G., GOLL D. E., OUALI A., 1995 a, Enzyme localization during *post mortem* muscle tenderization, *ECCEAMST*, 347-357.

TAYLOR, R. G., GEESINK, G. H., THOMPSON, V. F., KOOHMARAIE, M. et GOLL, D. E. 1995, Is Z-disc degradation responsible for *postmortem* tenderization, *J. Anim. Sci.*, 73: 1351-1367.

THARWAT M., AL-SOBAYIL F., BUCZINSKI S., 2013, Cardiac biomarker changes in camels (*Camelus dromedarius*) secondary to road transportation, *Journal of veterinary Cardiology*, 15, 15-22.

TRUMP B. F., BEREZESKY I. K., CHANG S. H., PHELPS P. C., 2001, The pathways of cell death: Oncosis, apoptosis and necrosis, *Toxicol. Pathol.*, 25, 82-88.

U

ULMER K. et FISCHER K., 2004, Traditional slaughter, carcass dressing and processing of camels, dans: *Milk and meat from the camel: Handbook on products and processing*, eds: FARAH Z. et FISCHER A.), VDF Hochschulverlag AG, p.85-88, 230 p.

ULMER K., HERRMANN K., FISCHER A., 2004, Milk and meat from the camel, (Farah Z. and Fisher A., Eds), ETH publ., Zurich (Switzerland), 137-228.

V

VANDEVEN R. J., PEARCE K. L. et HOPKINS D. L., 2013, Modeling the decline of pH in muscles of lamb carcasses, *Meat Science*, 93, 79-84.

VEISETH E., SHACKELFORD S. D., WHEELER T. L., KOOHMARAIE M., 2001, Technical Note: Comparison of myofibril fragmentation index from fresh and frozen pork and lamb *longissimus*, *J. Anim. Sci.*, 79, 904-906.

VEISETH E., SHACKELFORD S. D., WHEELER T. L., KOOHMARAIE M., 2004, Indicators of tenderization is detectable by 12 h *post mortem* in ovine *Longissimus*, *Journal of Anim. Sci.*, 82, 1428-1436.

VERGARA H., MOLINA A., GALLEGO L., 1999, Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems, *Meat Science*, 52, 221-226.

VICENTE-MANZANARES M., MA X., ADELSTEIN R.S., HORWITZ A. R., 2009, Non-muscle myosin II takes centre stage in cell adhesion and migration, *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.*, 10, 11, 778-90.

VIERLING E., 2008, *Aliments et Boissons: Filières et produits*. Biosciences et techniques, 3^{ème} édition, Paris.

VIRLING E., 2003, *Les viandes dans l'aliment et boissons*, édition de CRDP, France, p. 58-78. 170.

VOET D. et VOET J.G., 2005, *Biochimie*, 2^{ème} édition, De Boeck, p. 127-129, 1578 p.

VON-LENGERKEN G., MAAK S., WICKE M., 2002, Muscle metabolism and meat quality of pigs and poultry, *Veterinarija ir Zootechnika*, 42, 82-86.

W

WALKER J., 2000, Protein structure, purification and characterization, dans *Principals and techniques of practical biochemistry*, (Eds: WILSON K. et WALKER J.), 5^{ème} édition, Cambridge university press, p. 312-356, 791 p.

WANG C. et YOULE R. J., 2009, The role of mitochondria in apoptosis, *Annu Rev Genet*, 43, 95-118.

WARRISS P. D., 1979, The extraction of haem pigments from fresh meat, *J. Food Technol.* 14, 75-80.

WARRISS P. D., 2000, Chapter 5 Post mortem changes in muscle and its conversion into meat, *Meat Science*, CABI Publishing, Wallingford, UK, 93-105

WHEELER T. L., SHACKELFORD S. D., KOOHMARAIE M., 2000, Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles, *Journal of Animal Science*, 78, 958-965.

Z

ZAMORA F., AUBRY L., SAYD T., LEPETIT J., LEBERT A., SENTANDREU M.A., OUALI A., 2005, Serine peptidase inhibitors, the best predictor of beef ageing amongst a large set of quantitative variables, *Meat Science*, 71, 730-742.

ZAMORA F., DEBITON E., LEPETIT J., LEBERT A., DRANSFILD E., OUALI A., 1996, predicting variability of ageing and toughness in beef *M. longissimus lumborum* et *thoracis*, *Meat Sci.*, 43, 321-333.

ZEGHILET N., 2009, Optimisation des paramètres de détection et de quantification des résidus d'antibiotiques dans la viande blanche par chromatographie liquide haute performance (HPLC), mémoire de magister en médecine vétérinaire, Université Mentouri de Constantine, p. 17-20.



Annexes

Annexe 1. Indice de fragmentation myofibrillaire

1. Tampon froid (PH=7)

Produits	Concentration (mM)
KCl	100
KH ₂ PO ₄	20
EDTA	1
MgCl ₂	1
NaN ₃	1

Annexe 2. Solutions d'extraction des protéines myofibrillaires

1. Solution de Ringer (pH 6,5)

Produits	Concentration (mM)
NaCl	150
KCl	25
MgCl ₂	3
EDTA	4

2. Tampon de lavage (pH 6,5)

Produits	Concentration (mM)
KCl	50
β mercaptoéthanol	5
EDTA	1

Annexe 3. Solutions de la dénaturation des protéines myofibrillaires extraites

1. Tampon de solubilisation (pH 6,8)

Produits	Concentration /Pourcentage
Tris-HCl	312,5 mM
EDTA	312,5 mM
DTT	0,4 mM
SDS	7,5%
Glycérol	25%
Bleu de bromophénol	0,05%

Annexe 4. Conduite de l'électrophorèse

1. Gels d'électrophorèse

(18cm de longueur; 19cm de largeur ; 1mm d'épaisseur)

Produits	Pourcentage
Gel de séparation: acrylamide	12,5%
Gel de concentration: acrylamide	7,5%

Bisacrylamide / acrylamide de 1/37,5 dans les 2 cas

2. Tampon de migration (PH=8,3)

Produits	Concentration /Pourcentage
Tris	0,025M
Glycine	0,192M
SDS	0,1 %
β mercaptoéthanol	0,05 %

3. Solution de coloration

Produits	Pourcentage (%)
Méthanol	30
Acide acétique	5

Annexe 5. Identification des protéines myofibrillaires

1. Kit Amersham:

Protéine	Poids moléculaire (kDa)
Phosphorylase b	97
Albumine	66
Ovalbumine	45
Anhydrase carbonique	30
Inhibiteur trypsique	20,1
α - lactalbumine	14,4

Annexe 6. Dosage de la myoglobine

1. Tampon de phosphate (PH=6.8)

Produits	Quantité (mg)/500 ml d'eau
Phosphate de sodium bibasique (Na_2HPO_4)	4,79
Phosphate de sodium monobasique (NaH_2PO_4)	7,85

Annexe 7.

Bulletin d'évaluation sensorielle de la viande

Code de bulletin :

Sexe: M F

Age:

Bulletin de l'évaluation sensorielle de la viande

Veillez SVP renseigner par une croix (X), après dégustation de chaque morceau de viande, la grille d'évaluation pour chaque attribut sensoriel. Veillez rincer la bouche avec de l'eau après chaque dégustation.

Tendreté - |-----| +

Jutosité - |-----| +

Cohésion - |-----| +

Mastication + |-----|

Présence de résidus - |-----| +

Selon vous, sur une échelle de 0 à 100 quelle est votre appréciation globale du morceau de viande évalué.

0 |-----| 100

Merci pour votre aimable collaboration.

Bulletin d'évaluation sensorielle de la viande(Gagaoua *et al.*, 2003)

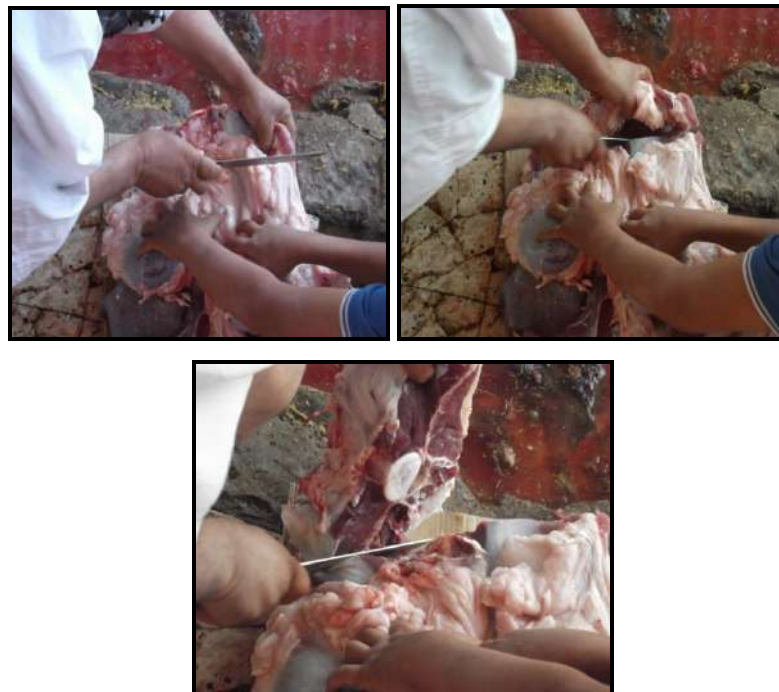
Définitions des attributs sensoriels utilisés durant l'évaluation sensorielle de chaque morceau de viande.

<i>Attributs sensorielle</i>	Définitions
Tendreté globale	Facilité de rupture lors de la mastication (témoignant du nombre de mastication nécessaires avant d'avaler): de dur à extrêmement tendre.
Jutosité	Intensité du jus libéré lors de la mastication: non juteux à extrêmement juteux.
Cohésion	comment le morceau de viande fragmente-il à la troisième mastication: de faiblement cohésif (se fragmentant seul) à très cohésif (le morceau garde son intégrité).
Mastication	Nombre de fois nécessaires à mâcher le morceau de viande avant de pouvoir l'avaler: pas difficile à mâcher à l'extrêmement difficile à mâcher.
Résidus	Quantité de résidus avant d'avaler: du nul à l'extrême
<i>Test hédonique</i>	
Appréciation globale	Quelle est l'appréciation globale du produit: de je n'aime pas à l'extrêmement j'aime.

Merci pour votre aimable collaboration.

Annexe 8.

1. Le prélèvement du muscle utilisé à partir des dernières vertèbres.



2. La préparation des tranches destinées à la mesure des paramètres



3. Les principales étapes de l'extraction des protéines myofibrillaires



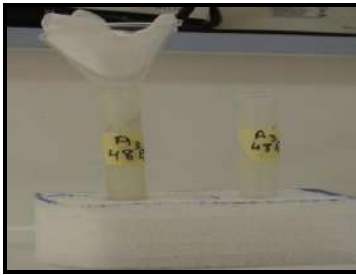
1. 0,5 g de muscle broyé



2. Homogénéisation au polytron



3. Extraction à 4° C /30min



4. Filtration sur gaze



5. Extraits protéiques conservés à -20°C

Annexe 9. Matériels utilisés



1. Centrifugeuse à haut Tm



2. Centrifugeuse à Tm ambiante



3. Spectrophotomètre UV



4. Cuve isotherme



5. Vortex



6. Polytron

Annexe10. Tableau de la matrice de corrélation entre les paramètres étudiés.

IFM: indice de fragmentation myofibrillaire, **PR:** présence de résidus, **AG:** appréciation globale, **Tm:** température, **TEM:** teneur en

Variables	Age (ans)	IFM à 24 h	IFM à 72 h	IFM à 8 ^{eme} jour	TEM (mg/ml)	Tm à 3 h	pH à 24 h	pH à 48 h	pH à 72 h	Tendreté	Jutosité	Cohésion	Mastication	PR	AG
Age (ans)	1														
IFM à 24 h	0.041	1													
IFM à 72 h	-0.081	-0.248	1												
IFM à 8 ^{eme} jour	-0.060	-0.052	0.365	1											
TEM (mg/ml)	0.150	0.345	0.083	0.594	1										
Tm à 3 h	-0.100	0.119	0.200	0.123	0.479	1									
Ph à 24 h	-0.086	-0.144	0.000	-0.336	0.000	0.082	1								
Ph à 48 h	-0.078	0.384	-0.479	0.186	0.529	0.478	0.019	1							
Ph à 72 h	0.292	0.000	-0.090	0.328	0.119	-0.718	-0.375	-0.240	1						
Tendreté	-0.498	-0.091	0.069	0.263	-0.029	-0.083	0.016	0.076	0.008	1					
Jutosité	0.151	-0.009	-0.069	-0.166	-0.121	-0.144	0.032	-0.106	0.023	0.040	1				
Cohésion	0.214	-0.134	-0.147	-0.119	-0.047	-0.104	0.022	-0.055	0.141	-0.216	0.132	1			
Mastication	0.294	-0.261	0.044	0.226	-0.104	-0.275	-0.198	-0.083	0.348	-0.270	0.146	0.193	1		
PR	0.141	0.248	-0.148	-0.039	0.108	0.043	-0.069	0.056	0.041	-0.230	0.278	0.255	0.283	1	
AG	-0.542	0.083	0.090	0.172	-0.011	-0.060	0.104	0.051	-0.066	0.634	-0.083	-0.326	-0.217	-0.288	1

myoglobine.

Résumé

L'objectif de ce travail est la caractérisation biochimique de la viande de dromadaire au cours de la maturation à travers l'étude de paramètres biochimiques et sensoriels. Le muscle *Longissimus lumborum* est prélevé vers 3h *post mortem* de cinq dromadaires de la population Sahraoui, âgés de 1,5 à 3 ans. Nous avons procédé au suivi de l'évolution du pH et de la température, à l'estimation de la protéolyse des protéines myofibrillaires à travers la mesure de (IFM), le dosage de la myoglobine et enfin à l'évaluation sensorielle de la qualité de la viande. L'estimation de la protéolyse des protéines myofibrillaires révèle une moyenne de fragmentation de 86,48 % à 24 h, qui augmente pour atteindre 124,91 % au 8^{ème} jour. Ces résultats sont corrélés positivement à la tendreté de la viande ($r=0,26$; $p<0,05$). La teneur moyenne en myoglobine est de 2,78 mg/ml. Elle est corrélée positivement à l'âge ($\alpha=0,05$; $p<0,0001$) et influencée par l'élévation de la température à 3h et l'abaissement du pH. L'appréciation globale de la viande est évaluée à 59,90 %. Elle est fortement corrélée à la tendreté et à l'Indice de Fragmentation Myofibrillaire au 8^{ème} jour.

Mots clés: viande de dromadaire, protéolyse, myoglobine, tendreté.

ملخص

تهدف هذه الدراسة الى دراسة الخصائص البيوكيميائية للحم الابل خلال مراحل نضجه بواسطة دراسة القياسات البيوكيميائية و الحسية. تم عزل العضلة *Longissimus lumborum* بعد حوالي ثلاث ساعات من الذبح و ذلك من خمس ابل من قبيلة الصحراوي بعمر يتراوح بين عام و نصف الى ثلاث سنوات. قمنا بتقدير التحلل البروتيني للألياف الميوفبريلية بواسطة قياس مؤشر هدم الألياف الميوفبريلية (IFM) و متابعة تغير درجة الحرارة و الحموضة. كذلك ' تعرضنا الى دراسة خصائص العظلة و ذلك بمعايرة محتوى الميوجلوبين. أخيرا قمنا بالتقييم الحسي للحوم. تقدير التحلل البروتيني للألياف الميوفبريلية أعطى معدل تحلل ب 86,48 % عند 24 ساعة الى ان يرتفع الى 124,91 % باليوم الثامن. هذه النتائج ترتبط ايجابيا مع الليونة بطريقة دلالية ($r=0,26$; $p<0,05$). معدل محتوى الميوجلوبين هو 2,78 مغ/مل حيث أنه يرتبط بشكل ايجابي مع التقدم في السن ($r=0,26$; $p<0,05$) حيث انها تتأثر مع زيادة درجة الحرارة و انخفاض الحموضة. المعدلات المسجلة من طرف الأعضاء للتقييم الشامل للحم هي 59,90 % حيث ترتبط بشكل ايجابي و دلالي مع الليونة و مؤشر هدم الألياف الميوفبريلية.

الكلمات المفتاحية: لحم الابل, الميوجلوبين, التحلل البروتيني, الليونة.

Abstract

The main of this study is to contribute in the biochemical caractérisation of dromedary meat during tenderization by the studying of biochemical and sensory parameters. The *Longissimus lumborum* muscle excised within the third hour post slaughter from five of Sahraoui population dromedaries, aged from 1.5 to 3 years. We proceeded to estimate the proteolysis of myofibrillar proteins through the measurement of the MFI, monitoring the changes in pH and temperature and the level of the myoglobin. Finally, we proceeded to sensory evaluation of the meat. The estimate of the proteolysis of myofibrillar proteins reveals an average of fragmentation of 86.48% at 24 h, where it is changing to 124.91% on the 8th day. These results were positively and significantly correlated with tenderness ($r=0.26$; $p<0.05$). The average content of myoglobin is 2.78 mg/ml. It is correlated positively with age ($\alpha=0.05$; $p<0.0001$) and influenced with the increasing of the temperature and pH. Average recorded by the juries for the overall liking were 59.90%. A strong significant correlation bound tenderness with the overall linking and Myofibrillar Fragmentation Index (MFI).

Keys words: dromedary meat, proteolysis, myoglobin, tenderness.