



Evolution du pH et de la Rigidité cadavérique sur les Carcasses de Bovins à l'Abattoir de Dakar



T H E S E

présentée et soutenue publiquement le 25 juillet 1990
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
pour obtenir le grade de DOCTEUR VÉTÉRINAIRE
(DIPLOME D'ETAT)

par

Jacques Emmanuel FAYE

né le 25 Septembre 1962 à DAKAR (Sénégal)

ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES DE DAKAR
BIBLIOTHEQUE

Président du jury : Monsieur François DIENG
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar

Rapporteur et Directeur de Thèse : Monsieur Malang SEYDI
Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar

Membres : Monsieur Papa El Hassan DIOP
Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar

Monsieur Mamadou BADIANE
Professeur Agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar

ERRATA

- Page 5 : 3e paragraphe, 2e alinéa : glucose au dépend
- Page 6 : 1 - 2 Amenée ; 1er paragraphe ; 7e alinéa : glycogene
- page 7 : dernier paragraphe : il est en effet porteur
- page 12 : dernier paragraphe : la proteine animale
- page 13 : source (7)
- page 14 : 3e paragraphe : ... expliquent la rigidité et la résistance
- page 16 : source (7)
- page 17 : source (12)
- page 19 : 6e paragraphe : concentration en Ca⁺⁺ atteint
- page 23 : 4e paragraphe : une valeur d'environ 5,4 à 5,7 variable...
- page 25 : 2-1-4 Maturation : 1er paragraphe ; 4e alinéa : qui s'y
développement
3e paragraphe ; 1er alinéa : du muscle.
- page 26 : 5e paragraphe ; 3e alinéa : Bate - smith (4) et Marsh (32)
- page 28 : - 1re ligne : chez le veau (39 - 40°C), au cours de la phase.
- dernier paragraphe : 1er alinéa Cassens et Newbold
- page 32 : blanchâtre, grisâtre ou froment
- page 33 : U.F Unité fourragère
M.A.D :matière azotée digestible
- page 38 : 2e paragraphe : alinéa 5 : celles du jour.
- page 50 : 2e paragraphe : 1er alinéa : le même traitement
- page 53 : tableau n° 5 : les effectifs d'animaux sont tous égaux à 200.
- page 54 : Résultats de l'appréciation de la rigidité cadaverique : d.d.l=1
- page 56 : Variation du pH en fonction de l'âge : à 7 ans nombre d'ani-
maux : 41
: à 8 ans nombre d'ani-
maux : 43
- page 72 : 3e paragraphe, 3e alinéa ... des carcasses dans les chambres
froides....
- page 73 : Tableau n° 9 : pH du DM à période 2 : 6,03
- page 76 : 3e paragraphe : 8e alinéa : (la convection)
- page 77 : paragraphe 3 : référence 48
- page 80 : - II Propositions d'améliorations
- 5e paragraphe : intermédiaires du circuit de la viande :
Dioula, Tefanké...
- page 85 : - 1er paragraphe : 1er alinéa : carcasses des bovins
- 3e paragraphe : 2e alinéa : demi-tendineux
- page 86 : 2e paragraphe ; 3e alinéa : le rôle qui leurs est...

BIBLIOGRAPHIE

- n° 23 : 1973
- n° 28 : 1966
- n° 30 : 1963
- n° 31 : 1962.

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT

*** PERSONNEL A PLEIN TEMPS**

1-ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Kondi M.	AGBA	Maître de Conférences Agrégé
Jacques	ALAMARGOT	Assistant
Amedou	NCHARE	Moniteur

2- CHIRURGIE-REPRODUCTION

Papa El Hassane	DIOP	Maître de Conférences Agrégé
Frank	ALLAIRE	Assistant
Nahé	DIOUF (Melle)	Moniteur

3-ECONOMIE-GESTION

CHEICK	LY	Assistant
--------	----	-----------

4- HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES ALIMENTAIRES D'ORIGINE ANIMALE

Malang	SEYDI	Maître de Conférences Agrégé
Ibrahima	SALAMI	Moniteur

5- MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE PATHOLOGIE-INFECTIEUSE

Justin Ayayi	AKAKPO	Maître de Conférences Agrégé
Rianatou	ALAMBEDJI (Mme)	Assistante
DRISSOU-BAPETEL		Moniteur

6- PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE

Louis Joseph	PANGUI	Maître de Conférences Agrégé
Jean	BELOT	Assistant
Charles	MANDE	Moniteur

7- PATHOLOGIE MEDICALE ANATOMIE PATHOLOGIQUE ET CLINIQUE AMBULANTE

Théodore	ALOGNINDUWA	Maître de Conférences Agrégé
Roger	PARENT	Maître-Assistant

Jean	PARANT	Maître-Assistant
Yalacé Y.	KABORET	Assistant
Lucien	MBEURNOUJI	Moniteur

8- PHARMACIE-TOXICOLOGIE

François Adébayo	ABIOLA	Maître de Conférences Agrégé
Moctar	KARIMOU	Moniteur

9- PHYSIOLOGIE-THERAPEUTIQUE-PHARMACODYNAMIE

Alessane	SERE	Professeur titulaire
Moussa	ASSANE	Maître-Assistant
Mohamadou M.	LAWANI	Moniteur
Lots Dabio	TAMINI	Moniteur

10- PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUE ET MEDICALES

Germain Jérôme	SAWADOGO	Maître de Conférences Agrégé
ADAM	ABOUNA	Moniteur

11- ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Kodjo	ABASSA	Assistant
Mobinou A.	ALLY	Moniteur

CERTIFICAT PREPARATOIRE AUX ETUDES VETERINAIRES

Tchala	KAZIA	Moniteur
--------	-------	----------

*** PERSONNEL VACATAIRE**

- Biophysique

René	NDOYE	Professeur Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP
Jacqueline	PIQUET (Mme)	Chargée d'enseignement Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP
Alain	LECOMTE	Maître-Assistant Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP
Sylvie	GASSAMA (Mme)	Maître de Conférences Agrégée Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIO

*** PERSONNEL EN MISSION**

(Prévu pour 1989-1990)

- PARASITOLOGIE

Ph.	DORCHIES	Professeur ENV -TOULOUSE
L.	KILANI	Professeur ENV SIDI THABET (TUNISIE)
S.	GEERTS	Professeur Institut Médecine Vétérinaire Tropicale -ANVERS (Belgique)

- PATHOLOGIE PORCINE ANATOMIE PHATOLOGIQUE GENERALE

A.	DEWAELE	Professeur Faculté Vétérinaire de CURCHEM Université de LIEGE (Belgique)
----	---------	--

Je dédie ce travail

- A mon père et à ma mère : faible témoignage de mon affection et de ma profonde reconnaissance pour tous les sacrifices qu'ils se sont imposés pour moi
- A mes frères et soeurs : Benoît, Philomène, Emilie, Marthe, Jean, Bernard
- A mes oncles et tantes
- A mes cousins et cousines
- A toute ma famille
- A tous mes amis
- A tous mes collègues de la 17e Promotion
- A l'A.E.V.S.
- A tous les étudiants de l'EISMV
- Au personnel de l'EISMV

Nos sincères remerciements

- A Monsieur Ndao de l'abattoir de Dakar (salle des bovins)
- Au Personnel de l'abattoir de Dakar
- A Monsieur Bousso de la Bibliothèque de l'ITA
- Au personnel au Laboratoire de Chimie de l'ITA
- A Monsieur Augustin Ndiaye du département fruits et légumes de l'ITA

A NOS MAITRES ET JUGES

=====

- A Monsieur le Professeur François DIENG
qui nous a fait le grand honneur de présider notre jury de thèse.
Puisse ta sagesse nous inspirer dans la vie.
Hommages respectueux.

- A Monsieur le Professeur Malang SEYDI
qui nous a fait le grand honneur de nous accueillir dans son département et qui nous a inspiré ce travail.
Qu'il veuille trouver ici l'expression de notre respectueuse gratitude et l'assurance que nous demeurons toujours fidèle à l'esprit qu'il nous a inculqué.

- A Monsieur le Professeur Papa El Hassan DIOP
qui nous a toujours bien acueilli et qui nous a fait plaisir en acceptant de siéger à notre jury de thèse.
Toute notre reconnaissance.

- A Monsieur le Professeur Mamadou Badiane
qui a très aimablement accepté de faire partie de notre jury de thèse.
Hommages respectueux.

" Par délibération, la faculté et l'école ont décidé que les opinions émises dans les dissertations qui leur seront présentées, doivent être considérés comme propres à leur auteurs et qu'elles n'entendent leur donner aucune approbation ni improbation".

ABREVIATIONS UTILISEES

DM	=	muscle demi-membraneux ou semimembranosus
DT	=	muscle demi-tendineux ou semitendinosus
LD	=	muscle long-dorsal ou longissimus dorsi
PC	=	muscle pectoral ascendant ou pectoralis major
M	=	mesure
T	=	température du muscle demi-membraneux
TDT	=	température du muscle demi-tendineux
TPC	=	température du muscle pectoral ascendant
TPD	=	température du muscle long-dorsal.

l'indice 1: 15 mn après abattage
l'indice 2: 2 h après abattage
l'indice 3: 5 h après abattage
l'indice 4: 24 h après abattage.

S.E.R.A.S : Société d'Exploitation des Ressources Animales
du Sénégal.

TABLE DES MATIERES

=====

	Pages
<u>Introduction</u>	1
<u>lère partie</u>	3
<u>1. Principales étapes de la préparation des viandes à l'abattoir</u>	4
1.1. Transport	4
1.2. Stabulation	5
1.3. Amenée	6
1.4. Saignée	6
1.5. Habillage	7
1.6. Refroidissement des carcasses	11
<u>2. Caractéristiques de la viande</u>	12
2.1. Caractéristiques chimiques	12
2.1.1. Composition de la viande	12
2.1.1. Biochimie de la contraction musculaire	19
2.1.3. Rigidité cadavérique ou rigor mortis	21
2.1.4. Maturation	25
2.2. Caractéristiques physiques	26
2.2.1. pH	26
2.2.2. Conductibilité	26
2.2.3. Température	27
2.2.4. Point cryoscopique ou point de congélation	29

<u>2ème partie : matériel et méthodes</u>	30
1. Matériel	30
1.1. Animaux	30
1.1.1. Zébu	30
1.1.2. NDama	30
1.1.3. Djakoré	31
1.2. Circuit de production de la viande	33
1.2.1. Circuit traditionnel	34
1.2.2. Circuit modernisé	34
1.3. Particularités de la préparation des bovins à l'abattoir de Dakar	35
1.4. Appareils de mesures	39
1.4.1. pH -mètre	39
1.4.2. Thermomètre	40
2. Méthode	40
2.1. Mesures sur l'animal	40
2.1.1. détermination de l'âge	41
2.1.1. Détermination du sexe	45
2.1.3. Mesure du pH	46
2.1.4. Mesure de température	48
2.1.5. Appréciation de la rigidité cadavérique	48
2.2. Méthodes de calcul	50
2.2.1. Test du χ^2	50
2.2.2. Analyse de variance	51
<u>3ème partie : Résultats, discussion et proposition d'améliorations</u>	
I. Résultats et discussion	52
1.1. Résultats	52
1.1.1. Présentation statistique des résultats	52

1.2. Facteurs de variation du pH	54
1.1.2.1. Age	55
1.1.2.2. Sexe	57
1.1.2.3. Type de muscle	72
1.1.2.4. Température	72
1.1.2.5. Temps	73
1.2. Discussion	75
II. Proposition d'améliorations	80
Conclusion générale	84

I N T R O D U C T I O N

Après abattage de l'animal, le muscle se transforme en viande selon 3 étapes. Il devient pantelant, puis rigide et finalement mûr.

L'état pantelant s'installe d'abord par une contraction désordonnée et asynchrone sans mobilisation ou mouvement des axes osseux. L'acide lactique est produit à partir du glycogène (dont la concentration dans le tissu musculaire est la plus grande : 44,2p.100 du glycogène total (33).

L'étape de rigidité cadavérique ou rigor mortis s'installe car le pH est un facteur limitant des phénomènes biochimiques qui vont se produire. Il règle les changements et régit les propriétés immédiates et futures du muscle. Cette rigidité est due à la liaison irréversible des protéines actine et myosine.

A la résolution de la rigidité cadavérique on dit que le muscle est mûr par le ramollissement dont il est le siège.

Le sujet que nous avons choisi de traiter porte sur l'évolution du pH et de la rigidité cadavérique sur les carcasses de bovins à l'abattoir de DAKAR.

Le problème nous intéresse d'abord par son originalité parce que toutes les informations disponibles proviennent d'autres contrées souvent hors du milieu subsaharien et du continent africain. L'intérêt de la question réside aussi dans sa participation à la lutte pour l'autosuffisance alimentaire.

Comme il est relaté dans un rapport de la F.A.O (18), il existe plusieurs façons de s'attaquer à la malnutrition. Soit par ses causes, soit par les ressources dont on dispose étant entendu que les considérations de coût et d'efficacité, tant à longue échéance qu'à court terme seront un élément déterminant du choix d'une ligne de conduite. Il faut avant tout s'assurer d'un approvisionnement de valeur nutritive, satisfaisante donc de qualité.

Après quelques commentaires sur les études déjà réalisées dans ce domaine, le matériel et les méthodes seront passés en revue afin de permettre une meilleure compréhension des résultats. Ces derniers sont classés dans une troisième et dernière partie en même temps que la discussion et les propositions d'amélioration.

P R E M I E R E P A R T I E : G E N E R A L I T E S

1. Principales étapes de la préparation des viandes à l'abattoir

1.1 Transport

Le transport des animaux destinés à l'abattage, est à l'origine d'agressions d'ordre psychique (stress) et physique - blessures dues aux coups de bâton ou provoquées par les coups de poids des voisins,

- blessures engendrées par des glissades sur le plancher des véhicules, ou par des luttes entre animaux d'âge et de sexe différents.
- troubles du métabolisme et de la circulation, surtout s'ils ont reçu des rations de nourriture importantes avant le transport (40).

Ces nombreuses agressions ne sont pas sans conséquences sur la qualité sanitaire de la viande.

En effet les animaux abattus d'urgence, car blessés ou épuisés subissent une saignée très souvent imparfaite (40) : Les propriétés bactéricides du sang ne se mettent pas en évidence même dans les premières heures, comme il est d'usage sur un animal en parfait état de santé.

La viande est alors sujette à une dépréciation, d'origine bactérienne accrue généralement dans les troubles du métabolisme, provoqués par les agressions au cours du transport, l'obstacle réel se situe dans le bon déroulement du processus de maturation (40).

Cet idéal est sous la dépendance surtout du taux de glycogène. En effet celui-ci est la principale source d'énergie pour la contraction musculaire.

L'importance du stock de glycogène musculaire, existant au moment de la mort, va conditionner le niveau d'acidification qui pourra être atteint. Les animaux au moment de l'abattage, ont un

stock de glycogène amoindri par une alimentation défectueuse ou la fatigue due à un transport prolongé, donnent une viande qui s'acidifie moins bien. D'où la nécessité du repos avant abattage (8).

Le contrôle hormonal du métabolisme du glycogène fait intervenir l'adrenaline (au niveau du muscle et du foie) et le glucagon (au niveau du foie) (46). Le glucagon est une hormone peptidique (29 aminoacides) secretée par les cellules des îlots de langerhans du pancréas.

L'adrénaline dérive de la tyrosine et est secrétée par la zone médullaire de la glande surrénale.

Ces deux hormones ont un effet physiologique facile à mettre en évidence : l'augmentation du glucose sanguin au dépend du glycogène par une activation de l'AMPC (la lipolyse est parallèlement activée).

Eviter tout stress devient alors plus qu'une nécessité (23). SHOUMKOV et GORBATAYA (41) montrent que le fait d'attacher les animaux pendant la stabulation avant l'abattage provoque une augmentation de la teneur en glycogène, en sodium et en potassium du muscle.

1.2 Stabulation

Outre son utilité pratique, la stabulation est un moyen de corriger plus ou moins les imperfections du transport des animaux à abattre.

Dans la pratique, cette stabulation sert de volant à l'unité d'abattage car c'est en fonction de la capacité d'abattages journaliers que sont déterminés les effectifs des bovins dans les parcs de stabulation.

Par ailleurs lors de la stabulation les sujets sont soumis à la diète hydrique (ne reçoivent que de l'eau) pendant 24 heures.

La bactériémie post-prandiale est atténuée, de même que le stress pouvant émaner d'une diète hydrique prolongée.

Afin d'**éviter** tout autre stress pendant la stabulation, la démarche à suivre consiste à :

- séparer les différentes espèces
- attacher les gros animaux
- rendre les enclos confortables et nettoyer régulièrement pour obvier^à la contamination microbienne
- réserver un espace suffisant à chaque animal, qu'il puisse se coucher.

1.3 Amenée

Après stabulation les animaux empruntent le couloir d'amenée. C'est un passage avec barrières latérales conduisant à la salle de saignée. L'amenée est une étape qui s'inscrit dans le cadre des déplacements des animaux avant la transformation proprement dite à l'abattoir. La stabulation vient s'intercaler dans ce processus afin de restaurer les potentialités initiales notamment les réserves en glycogène[§].

En aucun cas donc l'amenée ne doit faire réapparaître la situation d'avant stabulation. L'opération doit donc garantir un minimum de stress, un affalage doux.

De plus la sécurité du personnel doit être assurée, et une cadence imprimée à cette phase pour éviter d'avoir un nombre trop élevé de bovins dans la salle de saignée, qui n'est que source de stress et d'accidents.

1.4 Saignée

La saignée a pour but de retirer le plus de sang possible de la carcasse, à la fois par souci d'une meilleure présentation de celle-ci et parce que le sang constitue un milieu très favorable à la croissance des microorganismes. Dans la pratique cependant

seuls 50p.100 environ du sang sont ôtés par cette opération (14). Cette saignée qui se pratique par rupture de la carotide et de la veine jugulaire, doit être rapide pour que les activités cardiaques et respiratoires subsistent et aident à l'élimination du sang. Plus la saignée est complète et rapide, meilleure est la qualité de la viande (14).

Au niveau des tissus, le principal effet de la saignée et de l'arrêt de la circulation sanguine donc est d'interrompre l'apport d'oxygène et de nutriments aux cellules. La privation d'oxygène diminue considérablement son pouvoir d'oxydation et seuls, les mécanismes anaérobies continuent de fonctionner. Il en résulte un ensemble de modification du métabolisme avec des répercussions sur la structure même du tissu (tableau 1).

1.5 Habillage

L'habillage est un ensemble d'opérations permettant de séparer la carcasse et les éléments du cinquième quartier.

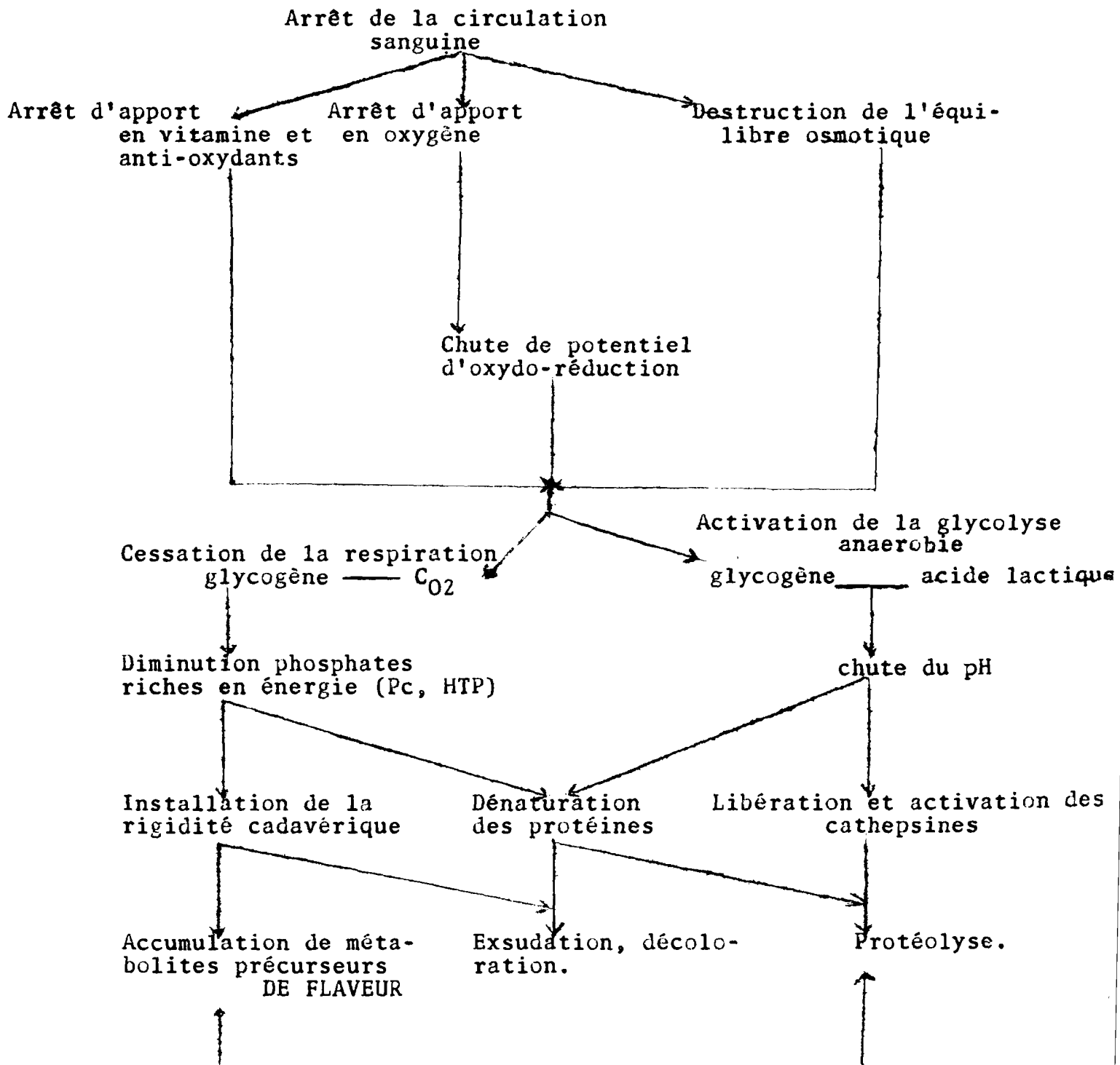
Il comprend quatre opérations successives : la dépouille, l'éviscération, la fente et le douchage.

La dépouille consiste à enlever le cuir des animaux. Le cuir est lié à la carcasse par des fibres conjonctives, si le revêtement cutané est tiré dans le sens de l'orientation des fibres, celles-ci s'écartent facilement. Dans le cas contraire des parties musculaires et grasses sont arrachées en même temps.

Toute la surface du corps n'a pas ses fibres orientées dans le même sens, il faut donc adapter la **dépouille** à la fraction du corps concerné (14).

Le cuir est une importante source de contamination microbienne des carcasses lors de l'abattage et de l'éviscération. Il ~~est~~ en effet porteur de microorganismes variés, en particulier.

Tableau n° 1 : Conséquences de l'arrêt de circulation sanguine dans le muscle (28)



Escherichia coli, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Streptocoques fécaux*, des levures et des moisissures.

La répartition des germes est uniforme pour l'ensemble du cuir alors qu'on pouvait penser à priori, à une forte pollution au seul niveau des fessiers du fait des apports fécaux dans cette région.

La propagation des microorganismes sur tout le cuir est favorisée par le manque de respect de l'hygiène, la promiscuité des animaux en stabulation, le matériel et les hommes travaillant en bouverie (49).

Au cours de l'habillage, l'agitation du cuir permet à un certain nombre de germes des poils d'être propagés dans l'air. Une interaction significative a été mise en évidence, entre les pollutions bactériennes des poils et de l'air (en particulier pour la flore psychotrophe).

Par l'intermédiaire de l'air et de la condensation due à la différence de température, entre l'animal et la salle d'habillage, les microbes se redéposent ensuite sur les carcasses (19).

Il peut également y avoir contamination par les manipulations qui s'accompagnent parfois de contacts des mains avec les poils et les carcasses dépouillées. Une grande partie des germes de contamination de la viande provenant de la peau de l'animal, il convient de réaliser son enlèvement avec le maximum de précautions (14).

L'éviscération est l'ablation des viscères thoraciques et abdominaux d'un animal (sauf les reins). Elle doit se faire actuelle sur l'habileté au couteau des ouvriers, car il faut couper les liens entre viscères et carcasses sans couper estomac ou intestins.

L'éviscération ne doit commencer qu'après avoir pris les précautions nécessaires au maintien de l'hygiène ; élimination

des pieds, ligature du rectum.] Après fente de la paroi abdominale, ablation de l'utérus chez les femelles, des ligatures doivent être faites au niveau du cardia et du duodenum : ligatures doubles séparées de 10 cm environ avec élimination des matières entre la première et la deuxième ligature.

X Après fente du sternum les viscères thoraciques sont prélevés : coeur et poumons sont réunis au foie. Ils sont accrochés ensemble ou mis sur bande transporteuse ou sur balancelles pour être inspectées en même temps que les carcasses.

La fente se fait en général avec une scie alternative sous jet d'eau continu sur animaux suspendus. Si la fente n'est pas automatisée, elle est réalisée au couperet ou avec des scies circulaires : elle est alors aidée par des écarteurs pneumatiques (25).

Après fente les carcasses subissent le douchage et l'inspection sanitaire. Le douchage permet d'éliminer le sang, le lait lorsque la femelle est en lactation, le contenu du tube digestif, la sciure d'os, les poils et divers autres débris. Il limite également l'évaporation au cours du ressuage. En effet l'évaporation de l'eau des tissus superficiels de la viande chaude à une température de 20 à 25°C représente à peu près la moitié ou les trois cinquièmes de la déperdition de chaleur pendant les premières phases du refroidissement (31). Le douchage vient ainsi atténuer le phénomène par la fraîcheur de l'eau utilisée.

Lorsque cette opération est bien conduite, on évite une perte excessive de poids qui risque d'entraîner la dessiccation des tissus superficiels et une altération marquée de l'apparence de la viande.

Un refroidissement effectué dans de bonnes conditions pendant 24 heures entraîne une perte de poids variant entre 1 et 3p.100 (31).

En réalité la valeur inférieure est très difficile à atteindre, et la valeur supérieure représente un chiffre trop élevé.

Le douchage doit se faire uniquement avec de l'eau potable sous pression, à l'aide de douchette. Tout essuyage de la carcasse avec une éponge, un torchon ou une serpillère est à proscrire pour éviter d'étendre les souillures sur la carcasse.

1.6 Refroidissement des carcasses

La viande est très périssable et toute attente (transport, distribution, maturation) exige à court terme une réfrigération et à long terme une congélation.

Deux phénomènes dictent le choix des conditions d'entreposage des carcasses : le risque de prolifération bactérienne à la surface de la viande et le risque de dessiccation (avec perte de poids).

L'humidité relative à la surface de la viande détermine lequel de ces risques va l'emporter. (Dans les conditions habituelles d'entreposage des carcasses sous régime de froid, l'oxydation des lipides et l'apparition de la mét myoglobine brune, ne se manifeste de manière inacceptable qu'après 45 jours : elles ne compromettent par conséquent pas l'entreposage au froid, sauf dans le cas de la viande de porc dont le risque de rancissement interdit toute attente de maturation (12).

Pour avoir une viande de qualité, il faut que la rigor mortis ait lieu avant réfrigération. On a en effet constaté que la viande refroidie à une température inférieure à 10°C, avant que l'ATP (adénosine triphosphate) ne soit complètement dégradé, présente le phénomène de durcissement au froid. Cette viande devient irréversiblement dure du fait du raccourcissement provoqué par le choc thermique (33).

Les dispositions réglementaires imposent des installations frigorifiques telles que la température interne des viandes et abats puissent être abaissée en moins de 24h à une température inférieure ou égale à 7°C pour les carcasses et à 3°C pour les abats (48)

Ressuyer les carcasses correspond donc à un compromis entre l'obtention d'une qualité de viande et les nécessités de l'hygiène.

L'opération se déroule dans une salle spécialisée avec une température de 0 à 1°C, une humidité relative proche de la saturation : 90 p.100, une vitesse d'air comprise entre 1,5 et 3 m/s. }

En 18 à 24 h, les carcasses vont sécher, sans perdre de poids, suffisamment lentement pour que la rigidité cadavérique s'installe et disparaisse.

Pour un entreposage de 3 jours à quelques semaines, il faut une température ambiante entre 0 et 2°C, une humidité relative entre 90-95 p.100, une vitesse d'air entre 1 et 1,5 m/s.

Cependant pour un entreposage de plusieurs années organes et carcasses doivent être entre -15°C à -40°C, avec une humidité de saturation et une vitesse d'air d'environ 1m/s.

2. Caractéristiques de la viande

2.1. Caractéristiques chimiques

2.1.1. Composition de la viande : Tableau 2 (1)

Diverses propriétés gastronomiques ou nutritionnelles de la viande, telles que la tendreté, l'aptitude aux diverses méthodes de cuisson ou de conservation, la perte de suc, ont liés à la structure du système protéique musculaire et aux réactions chimiques dont il est le siège.

La connaissance de cette structure et de ces réactions malgré leur complexité, présente un intérêt du point de vue technologique.

Le tableau des différents composants chimiques de la viande, fait apparaître une répartition en trois catégories, des principaux constituants protéiques du muscle, les protéines sarcoplasmiques, les protéines myofibrillaires et les protéines du tissu conjonctif.

Le collagène est le constituant principal du tissu conjonctif du muscle et représente sans doute la protéine animale

Tableau 2 :

COMPOSITION CHIMIQUE DU MUSCLE SQUELETTIQUE
(% du poids frais)

Composants	%	Composants	%
Eau (65 à 80 %)	75,0	Substances azotées non protéiques	1,5
Protéines (16 à 22 %)	18,5	créatine et phosphocréatine (PC)	0,5
— <i>myofibrillaires</i>	9,5	nucléotides	0,3
myosine	5,0	adénosine triphosphate (ATP)	
actine	2,0	adénosine diphosphate (ADP)	
tropomyosine	0,8	acides aminés libres	0,3
troponine	0,8	peptides (ansérine, carnosine)	0,3
M-protéine	0,4	autres substances non protéiques	0,1
C-protéine	0,2	créatine, urée,	
α-actinine	0,2	inosine monophosphate (IMP)	
β-actinine	0,1	nicotinamide-adénine-dinucléotide (NAD)	
— <i>sarcoplasmiques</i>	6,0	nicotinamide-adénine-dinucléotide-phosphate (NADP)	
enzymes solubles du sarcoplasme et des mitochondries	5,4	Glucides et catabolites	1,0
myoglobine	0,4	glycogène (0,5 à 1,3)	0,8
hémoglobine	0,1	glucose	0,1
cytochromes et flavoprotéines	0,1	intermédiaires et produits du métabolisme cellulaire	0,1
— <i>stroma</i>	3,0	(hexose et triose phosphates, acide lactique, acide citrique, acide fumarique, acide succinique, acide acéto-acétique, etc.)	
collagène et réticuline	1,5	Composants minéraux	1,0
élastine	0,1	potassium	0,3
autres protéines insolubles	1,4	phosphore total	0,2
Lipides (variant de 1,5 à 13,0 %)	3,0	(phosphates + phosphore inorganique)	
lipides neutres	1,0	soufre	0,2
phospholipides	1,0	(y compris sulfate)	
cérébrosides (glycolipides)	0,5	chlore	0,1
cholestérol	0,5	sodium	0,1
		autres composants	0,1
		(magnésium, calcium, fer, cobalt, cuivre, zinc, nickel, manganèse, etc.)	

la plus abondante (12).

On en trouve aussi dans la peau et dans les os. C'est le collagène qui maintient en place les fibres musculaires. Le collagène contient environ 30p.100 de glycerine et 25p.100 de proline et d'hydroxyproline. Plus ces deux acides sont abondants, plus le collagène est rigide et résistant.

L'unité de base du collagène est la molécule de tropocollagène. La molécule de collagène possède à une extrémité des groupements ionisés, plusieurs molécules toutes orientées dans le même sens.

Ces particularités de structure cristalline expliquent la majorité et la résistance qu'il offre à la mastication. Ces propriétés augmentent avec l'âge de l'animal, du fait de l'accroissement du nombre de liaisons intra et inter moléculaires (12).

Le chauffage de l'eau provoque la dissociation des fibrilles et la dislocation de la triple hélice de tropocollagène ; la température critique est de 64°C pour le muscle du boeuf. A cette température, la résistance du collagène à la mastication diminue, mais seulement l'action prolongée de températures plus élevées qui conduit à sa solubilisation sous forme de gélatine.

Le collagène n'est pas dégradé par la trypsine ou la chymotrypsine, il l'est en revanche par la papaïne (enzyme extraite de la papaye) la ficine (protéine de figue), la broméline (extrait du jus de pamplemousse), la pepsine (enzyme protéolytique produite par le suc gastrique).

L'élastine est le deuxième constituant du tissu conjonctif, particulièrement abondante dans les parois des artères et dans les ligaments des vertèbres. Elle est encore appelée tissu conjonctif jaune à cause de sa couleur. La structure de l'élastine montre une molécule en pelote, possédant entre les chaînes protéiques de nombreuses liaisons assurées surtout par les groupements lysine des chaînes latérales.

Les fibres d'élastine sont filamenteuses et leurs épaisseurs et arrangements varient selon les tissus.

Lors de la cuisson dans l'eau l'élastine gonfle et s'étire mais ne se dissout pas. Elle est très résistante aux agents capables de rompre les liaisons hydrogènes ; insensible à l'action de la trypsine, de la chymotrypsine et de la pepsine, elle est hydrolysée par des enzymes du type papaïne et par l'élastase pancréatique.

La fibre des muscles à contraction volontaire (voir figure 1) est constituée de très nombreuses myofibrilles parallèles d'environ $1 \mu\text{m}$ de diamètre, enrobées dans un cytoplasme appelé sarcoplasme. Ce sarcoplasme contient des noyaux et des mitochondries ainsi que plusieurs composés solubles, notamment l'ATP, la créatine, la myoglobine, du glycogène, des enzymes glycolytiques etc....

La fibre musculaire est entourée par une membrane, le sarcolemme, qui reçoit le stimulus nerveux et dont la dépolarisation déclenche la contraction.

Chaque myofibrille (figure 2) est pour sa part enveloppée par un réseau riche en calcium (Ca^{++}), le reticulum sarcoplasmique, et par des tubules qui communiquent avec le sarcolemme.

Ces tissus participent à la transmission de l'influx nerveux et aux échanges ioniques.

La myofibrille se compose également de filaments parallèles, alternativement épais et minces, de myosine respectivement ; c'est la disposition de ces filaments qui confère à la myofibrille son aspect strié, en délimitant des bandes sombres (bandes A) et claires (bandes I).

La distance entre deux stries Z est l'unité de contraction musculaire ou sarcomère. Sa longueur varie en fonction de l'état de contraction du muscle.

Fig. 1: Organisation générale du muscle.

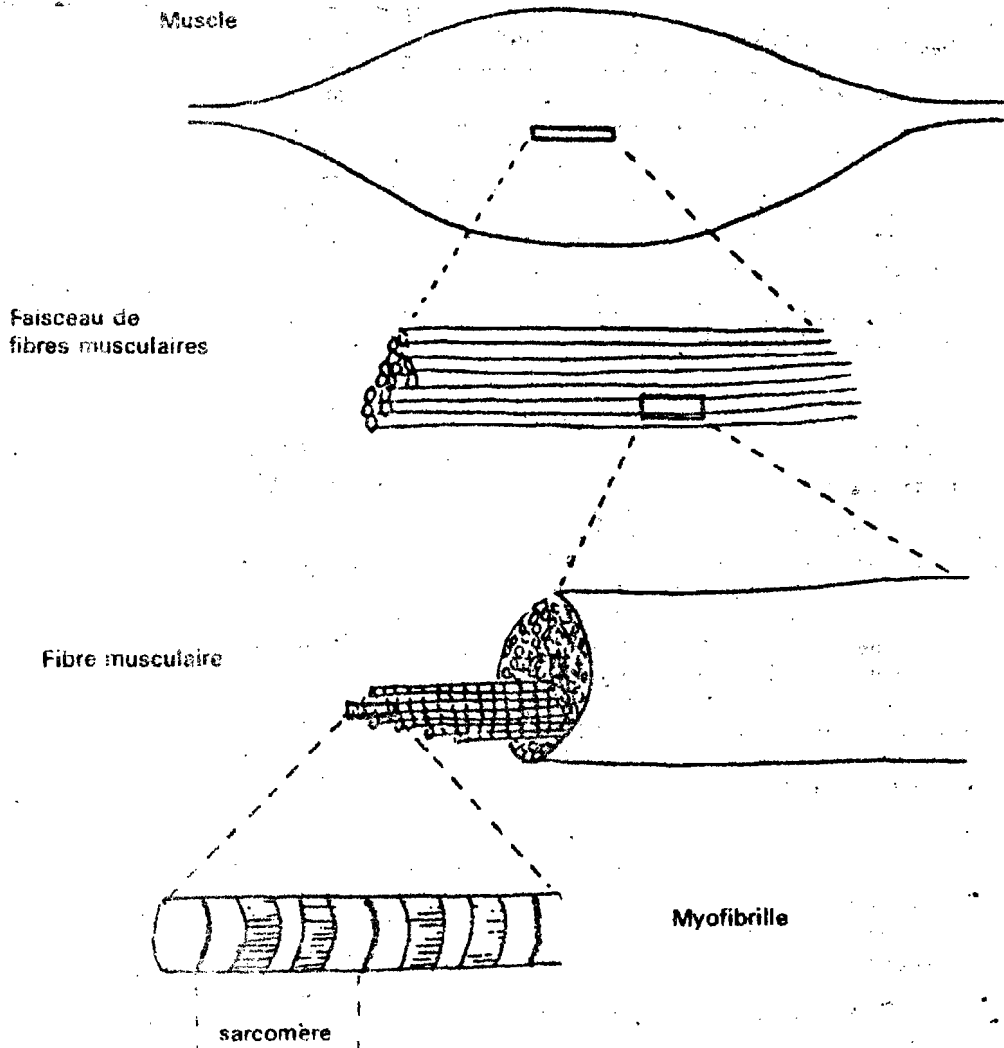


Fig. 2: Coupe longitudinale d'une myofibrille.

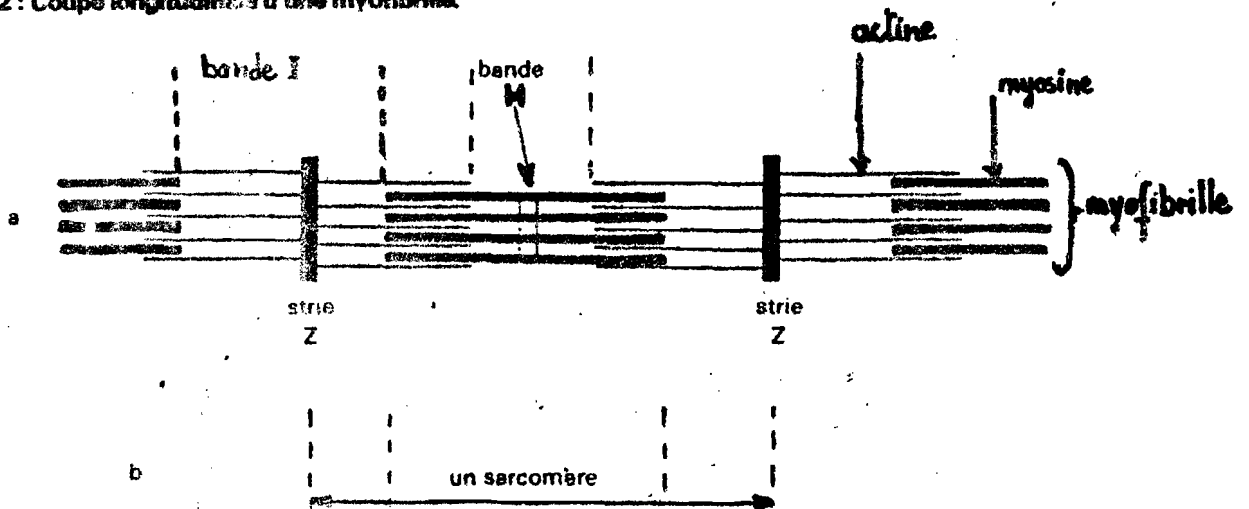


FIG: 3-1

Myosine : sections transversale et longitudinale.

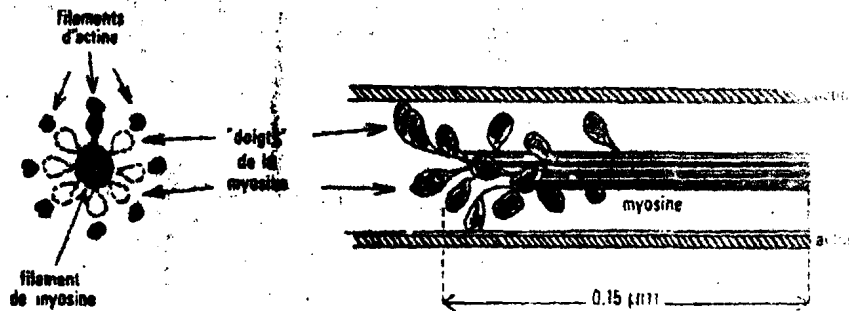
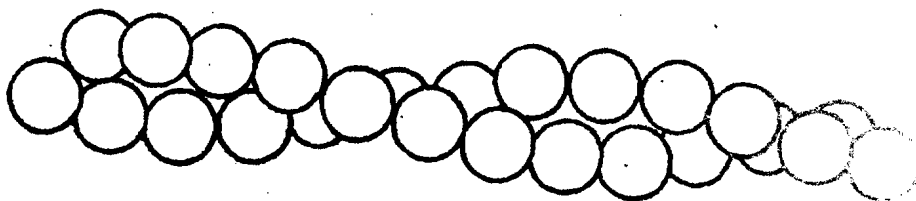


FIG: 3-2

Filament d'actine fibreuse.



La molécule de myosine est constituée par deux chaînes protéiques enroulées ensemble, qui présentent surtout vers une extrémité plusieurs zones en α hélice et à l'autre extrémité plusieurs groupements SH ; c'est cette partie plus volumineuse de la molécule de myosine qui interagit avec l'actine, et qui possède, caractère très important, une activité ATPasique (28).

Un filament de myosine (figure 3-1) est constitué d'un faisceau d'une vingtaine de molécules décalées d'environ 6 nm l'une par rapport à l'autre de telle sorte que leurs extrémités volumineuses forment des projections ou "doigts" disposés en spirale autour du faisceau (38).

Le filament de myosine mesure 10 nm de diamètre et 1,5 μ m de longueur. Ce sont les doigts oscillants qui réalisent la contraction du muscle ; ils "s'accrochent" aux sites actifs des filaments d'actine, tirent ceux-ci sur environ 10 nm, les abandonnent, reviennent à leur position initiale, s'accrochent en un autre point du filament d'actine, le tire encore d'un "cran" et ainsi de suite (12).

La vitesse de contraction musculaire implique qu'un doigt accomplisse 50 à 100 tractions par seconde. Ce qui est compatible avec la vitesse de l'action ATPasique de la myosine ; c'est en effet l'hydrolyse de l'ATP qui fournit l'énergie nécessaire à la contraction musculaire (12).

L'actine (figure 3-2) se rencontre sous deux formes : l'une globulaire G - actine, l'autre fibreuse F - actine qui résulte de la polymérisation de la première en filaments, constitués par deux chaînes enroulées en double hélice (38) et comprenant tous 300 à 400 monomères, tous orientés dans le même sens. Ces filaments dont le diamètre est d'environ 5 nm et la longueur 2 μ m, comprennent aussi d'autres protéines, disposés le long de l'hélice de F - actine, notamment la tropomyosine, la troponine et l' α actine ; les deux premiers sont sensibles aux ions Ca^{++} et participent par ce fait au déclenchement de la contraction, la dernière intervient dans la jonction entre le filament d'actine et la strie Z.

2.1.2 Biochimie de la contraction musculaire

Un système complexe comprenant de l'actine et de la myosine, de l'A T P, des ions Mg^{++} et Ca^{++} entre en réaction dans la contraction musculaire.

L'A T P outre son activité énergétique est en rapport avec la contraction et le relâchement musculaire (35).

L'effet de relâchement repose sur le fait que l'A.T.P occupe la place de l'actine dans les liaisons avec la myosine et empêche ainsi leur interaction.

La disparition de l'A T P (par l'action ATPasique de la myosine) aboutit à une contraction permanente des filaments (par rigidité cadavérique). Mais les composants du sarcoplasme empêchent cette disparition.

Le déclenchement de la contraction repose sur l'hydrolyse et sur la resynthèse de l'A.T.P : l'excitation entraîne un arrêt temporaire de l'activité des inhibiteurs du sarcoplasme, une hydrolyse de l'A T P et une contraction, la reprise de l'inhibition permet la resynthèse de l'A.T.P et par suite le relâchement du muscle.

La levée de l'inhibition est produite par les ions Ca^{++} qui, accumulés dans les vésicules, diffusent dans le sarcoplasme lors de l'excitation et sont ensuite à nouveau absorbés par les vésicules (pompe à Ca). En l'absence d'excitation l'action des vésicules cesse.

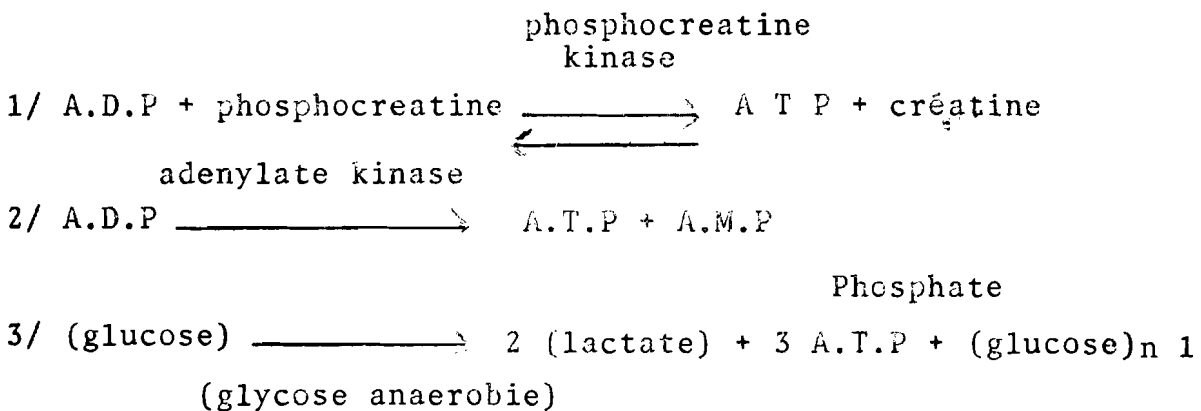
La contraction commence dès que la concentration en Ca^{++} atteint 10^{-7} M et s'arrête quand celle-ci descend en dessous (12).

L'actine et la myosine se combinent sans augmentation de viscosité pour former l'actomyosine. Les filaments d'actomyosine jouent un grand rôle dans le fonctionnement du muscle ; en présence d'ions Mg^{++} ils se contractent sous l'effet de l'A.T.P.

Le mécanisme intime de la contraction musculaire repose sur le glissement des filaments d'actine sur ceux de myosine. C'est un déplacement qui correspond à la modification de la largeur de la bande

sombre (bande anisotrope) de la fibre musculaire striée. Sous l'action de la myosine, l'A.T.P transfère la liaison phosphate obtenue sur un groupe acide de l'actine. Il est ensuite échangé avec le "S" d'un groupement SH ; par des réactions ultérieures (35) au cours desquelles les liaisons perdent de plus en plus d'énergie, l'actine et le myosine s'associent lorsque finalement le groupe acide de l'actine libéré par hydrolyse est rephosphorylé, le processus recommence (35).

Normalement la teneur en A T P reste à peu près constante. Ce composé se forme par trois voies.



Les deux premières réactions interviennent immédiatement ; la troisième entre en jeu quand l'apport d'oxygène par le sang n'est plus suffisant pour que le métabolisme demeure aérobie. Ce qui arrive par exemple lors de la contraction violente du muscle normal, après la saignée de l'animal ou bien dans les conditions in vivo (28).

La contraction musculaire est donc accompagnée de l'apparition de créatine et de phosphate, d'une baisse de la teneur en glycogène (lequel fournit du glucose) et de la formation d'acide lactique.

Au cours de la récupération aérobie (repos ou travail musculaire modéré) l'acide lactique disparaît. Il y a formation d'ATP par l'intermédiaire de l'acide pyruvique (un acide cétonique produit du catabolisme du glucose et initiateur du cycle de Krebs par formation d'acétyl-coenzyme A par décarboxylation). Cet ATP sert à rétablir la réserve de phosphocréatine.

2.1.3 Rigidité cadaverique ou rigor mortis

Le rigor mortis diffère de la contraction musculaire normale par le fait que la rigidité n'est pas induite par le relargage d'ions Ca^{++} du réticulum sarcoplasmique (sous l'effet de la dépolarisation due à l'influx nerveux), sauf dans le cas de la rigidité précoce. Cependant les deux phénomènes ont en commun la dégradation de l'ATP par l'ATPase de la myosine et sa régénération passagère grâce à la phosphocréatine (33).

Ceci explique la différence de cinétique des deux phénomènes : rapide et réversible dans la contraction musculaire normale, lente et irréversible dans la rigidité (33).

L'installation de la rigidité cadaverique est directement perceptible sur la carcasse : la musculature devient progressivement raide et inextensible dans les heures ou exceptionnellement dans les minutes qui suivent la mort de l'animal. Ce phénomène résulte de l'épuisement du composé qui permet au muscle vivant de conserver son élasticité et qui par ailleurs fournit de l'énergie nécessaire au travail musculaire, l'ATP (14).

L'ATP inhibe la combinaison de filaments d'actine et de myosine/Se^{qu} combinent en actomyosine et l'ensemble de l'appareil myofibrillaire se transforme, en un système rigide, il n'y a plus de déplacement relatif possible des filaments contractiles, donc plus d'élasticité : le muscle devient inextensible.

Dans le muscle de bœuf, ce processus demande environ 8 heures (après la mort de l'animal) à la température ambiante ordinaire.

On peut distinguer dans l'établissement de la rigidité mortis

On peut distinguer dans l'établissement de la rigor mortis trois phases successives qui ont été bien décrites par Valin (46).

On observe d'abord une phase de latence durant laquelle l'extensibilité du muscle reste constante, c'est-à-dire identique à l'extensibilité au moment de l'abattage. La durée de cette phase varie largement selon le niveau des réserves énergétiques du muscle, elle peut être pratiquement nulle chez les animaux épuisés, pour lesquels l'absence de réserves s'oppose à la resynthèse de l'A.T.P.

Ensuite prend place une période d'installation proprement dite qui voit la décroissance rapide et l'annulation de l'extensibilité.

Enfin la phase de rigor installée au cours de laquelle le muscle est parfaitement inextensible.

L'entrée en rigor s'accompagne d'une contraction plus ou moins marquée selon les conditions de température et le niveau des réserves énergétiques.

A température élevée, basse, ou chez les animaux épuisés, le raccourcissement peut être relativement important, mais il reste toujours faible par rapport à celui observé dans la contraction in vivo.

La tension développée est également minime par comparaison à celle que peut développer un muscle vivant (14).

Il faut toutefois remarquer que dans les conditions pratiques de l'abattage et du traitement des carcasses, seuls pourront se raccourcir les muscles qui ne sont pas strictement maintenus à leur longueur de repos ou même en extension par leur attache sur le squelette (14).

Ces modifications physiques vont de pair avec de nombreuses transformations biochimiques dont les principales sont l'hydrolyse

de composés phosphorylés riches en énergie (phosphocreatine et A.T.P) et du glycogène qui constitue la forme de réserve glucidique du muscle.

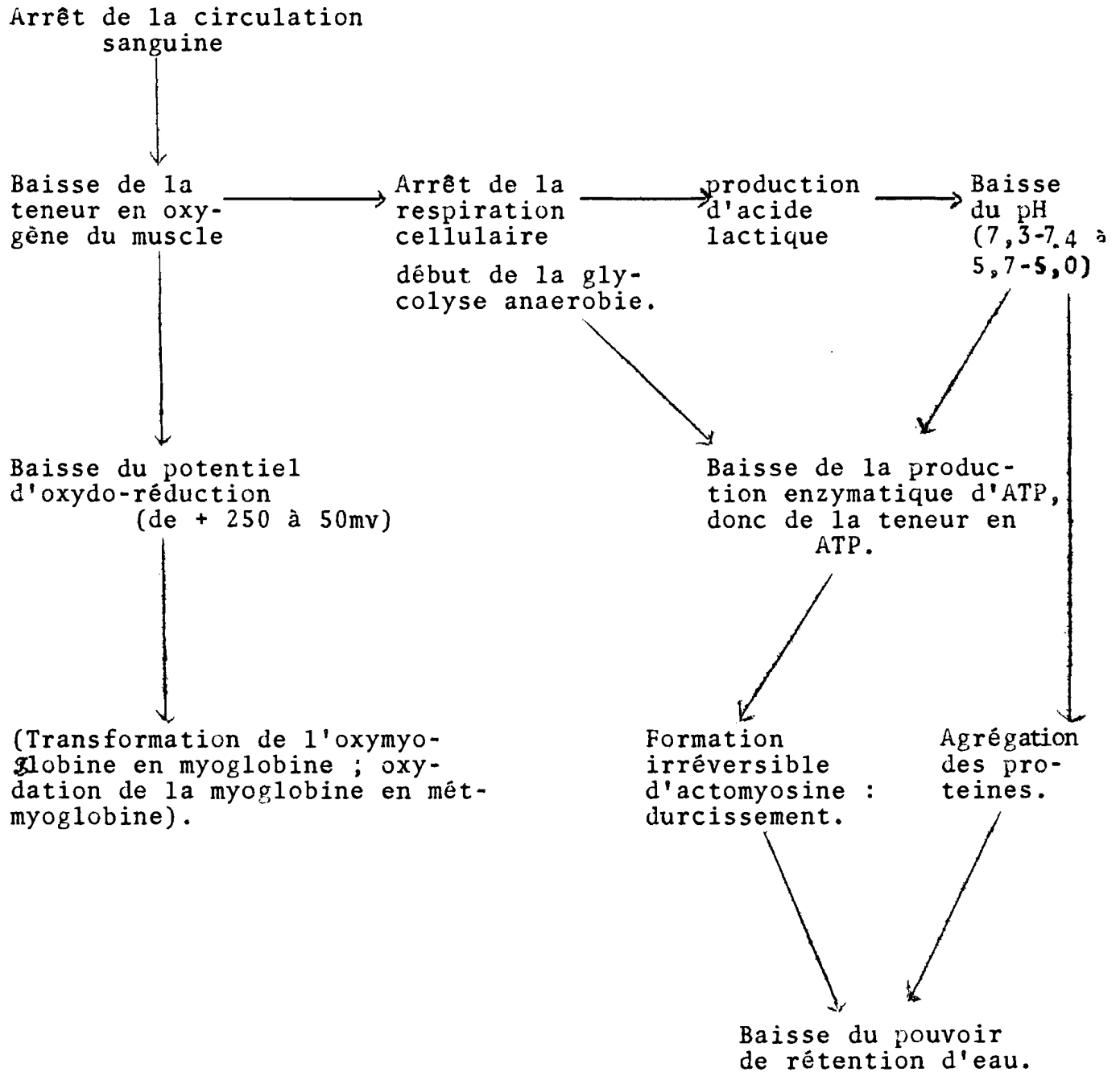
Bendall (5) s'appuyant sur d'abondantes données expérimentales et des considérations théoriques a montré que la myosine A.T.P ase joue le rôle le plus important dans les conditions ordinaires.

L'activité liée à l'actomyosine n'intervient de façon conséquente, que dans des cas où, le déroulement normal de la rigor mortis est perturbé par exemple par des interventions d'ordre technologique comme la contracture par le froid.

L'ensemble des réactions d'hydrolyse et de resynthèse de l'A.T.P se traduit par la libération d'un proton par molécule de lactate formée, donc un abaissement du pH musculaire. Ce dernier évolue, chez les animaux bien nourris et bien reposés avant l'abattage, jusqu'à une valeur d'environ 5,4 à 5,7 variables selon les muscles et les espèces.

Les modifications du tissu musculaire après la mort sont résumés au tableau 3.

Tableau n° 3 : Modifications du tissu musculaire
après la mort d'après (8)



Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du moment d'abattage, la dureté de la viande s'atténue, sa texture après cuisson devient meilleure, parallèlement, le pouvoir de rétention d'eau augmente.

Cette amélioration s'arrête à la phase de maturation.

2.1.4 Maturation

Classiquement il a été admis que la maturation constituait la phase d'évolution post-mortem survenant après l'installation de la rigor mortis, encore que la plupart des phénomènes hydrolytiques qui s'y développent, débutent dans les premiers instants suivant l'abattage. Après la rigidité cadavérique le muscle qui a perdu irréversiblement toute propriété d'extensibilité et ne développe plus aucune tension, va être progressivement dégradé dans une suite de processus complexes au cours desquels s'élaborent en grande partie divers facteurs qui conditionnent les qualités organoleptiques et en particulier la tendreté (28).

Cette maturation ne semble pas résulter d'une dissociation des liens qui se sont établis entre actine et myosine, mais plutôt du détachement des filaments d'actine de la strie Z, sous l'influence, soit de modifications ioniques, soit d'enzymes : les cathepsines provenant des lysosomes fragilisées par abaissement du pH (14).

Les enzymes protéolytiques endogènes du muscle n'ont pas d'action sur les myofibrilles, ni sur le collagène (38) à moins que le tissu soit maintenu à 37°C, on ne constate en effet aucune protéolyse notable de la viande pendant la maturation, que celle-ci ait lieu à 0 ou à 25°C.

2.2 Caractéristiques physiques

2.2.2 pH

Depuis longtemps on sait que l'évolution du pH musculaire est caractérisé par une acidification progressive, dont la vitesse dépend de la température et de l'état reposé ou fatigué de l'animal avant l'abattage. Partant de 7,2, il atteint un niveau variable qui dépend de l'espèce animale et de la situation anatomique du muscle (33).

Selon Laurent (27) le pH ultime se situe dans la gamme 5,5 à 5,9 chez les bovins.

L'utilisation du glocogene et la chute du pH qui lui est liée, n'évoluent pas à la même vitesse à tous les stades de la période post-mortem.

Bate et Smith (3) ^{montrent} qu'il y a une accélération, lorsque la valeur du pH correspond à la suppression de l'obstacle que constituent les membranes à la mobilité des ions. Il en résulte une rapide égalisation du pH à travers les cellules. La glycolyse se poursuit ensuite à une vitesse réduite, jusqu'à ce que le stock de glycogène disparaisse complètement ou que le pH ait atteint la valeur 5,4 qui inhibe la lactico deshydrogenase .

Même s'il reste du glycogene à ce moment, la glycolyse cesse dans le cas normal habituel ; dans les viandes fievreuses, il en est autrement. Bate et coll. (4) et Marsh (32) ont montré que la température a un effet sur la vitesse de chute du pH.

Pendant la maturation le pH remonte légèrement, de quelques dixièmes, les accélérations microbiennes accélèrent plus tard cette élévation (33).

2.2.2 Conductibilité

C'est la capacité d'un corps ici le muscle, à transmettre, un courant électrique, de la chaleur ou du froid.

Elle est fonction du pH et augmente au cours de la maturation.

Ici l'effet est manifeste lorsque le sens du courant est appliqué perpendiculairement à l'axe des fibres musculaires ; ceci s'explique par le passage d'ions à travers les sarcolemmes et justifie la pénétration plus facile de sels au cours du salage ou du saumurage de viande rassise que dans la viande pantelante. On mesure la résistance opposée au passage du courant au moyen de deux électrodes plantées dans le muscle.

La résistivité, inverse de la conductibilité diffère selon qu'on la mesure dans le sens des fibres musculaires ou transversalement. Peu après la mort la résistivité mesurée dans la viande de boeuf est de 1 700 à 2 000 ohms/cm/cm² transversalement et 70p. 100 des valeurs précédentes lors de mesures longitudinales. Les deux valeurs décroissent à mesure que la rigor se développe et normalement atteignent 200 à 400ohms en rigor ; la différence entre les deux valeurs en long et en travers est alors minime.

Ces mesures de Banfield (2) et Callow (9) ont été au départ des explications des phénomènes de la rigor. La résistance au passage du courant dans le muscle est liée à la possibilité de passage des ions à travers les sarcolemmes, à la proportion d'eau et d'ions minéraux libres dans les tissus.

Callow montre la corrélation entre la grande valeur de la résistivité et l'état de fatigue des animaux, puis, entre sa valeur et celle du pH : la résistivité diminue en même temps que le pH du muscle.

2.2.3 Température

Repéré dans l'ampoule rectale de l'animal vivant, elle est de 38,5°.

Cependant deux clochers thermiques correspondent aux deux principaux repas (matin et soir). La température est plus élevée

chez le veau (39 - 40°C) au cours de la phase luteale du cycle oestral et chez les animaux en production. La température rectale d'une vache gestante de 6 mois ou en pleine lactation (3 mois après la mise bas) est de 39,5 - 40°C.

La zone de neutralité thermique est celle du moindre effort pour les processus de thermoregulation ; à un niveau de nutrition donné, c'est l'intervalle de temps auquel correspond une thermogenèse minimale et une thermolyse dans laquelle n'interviennent pas la sudation et/ou l'accélération des mouvements respiratoires (39). Cette zone de neutralité thermique varie beaucoup selon les espèces, l'âge et le niveau de production de l'animal.

Après la mort la température au sein des grosses masses musculaires s'élève, d'abord légèrement de 1°C, par suite des fermentations qui se déroulent et de la cessation de la régulation thermique physiologique.

Puis elle diminue jusqu'à se mettre en équilibre avec la température de stockage. La vitesse de refroidissement dépend de la température ambiante, de l'état d'engraissement, de la vitesse de circulation de l'air qui accélère les échanges thermiques ; elle est plus grande dans les muscles superficiels plats qu'au sein des grosses masses musculaires.

La température est un facteur essentiel de l'évolution post-mortem.

Bate-Smith et Bendall (4) ont montré que l'abaissement de la température ralentit la vitesse d'apparition de la rigor.

Cependant Locker et Hagyard (30) et Casseus et Neuwbold (20) ont constaté une accélération, si le muscle est placé à une température proche de 0°C. Ceci du fait de la mise en oeuvre à ces basses températures d'une activité A.T.P. asique : l'actomyosine - A.T.P. ase.

2.2.4 Point cryoscopique ou point de congélation

Il est de l'ordre de - 0,55 et va baisser progressivement au fur et à mesure que la maturation s'installe jusqu'à une valeur d'environ - 1,2°C. Autrement dit le point cryoscopique s'abaisse lorsque le pH diminue.

Le point cryoscopique est intéressant à connaître, puisque mis à profit lors de la conservation de la viande par le froid.

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES

1. Matériel

1.1. Animaux

L'abattage des bovins à l'abattoir de Dakar, concerne généralement trois races d'animaux : le Zébu, le Ndama, le Djakoré.

1.1.1. Zébu

Le zébu peul sénégalais ou zébu gobra vit à l'Ouest du pays, dans les anciennes provinces du Baol, du Djolof, du Cayor, au nord de la province du Sine-Saloum et le long du fleuve Sénégal au sud de la Mauritanie et au nord-ouest du Mali. Autrement dit c'est un animal qu'on rencontre dans la zone sahélo-soudanienne.

Le Zébu gobra est un animal de grand format avec 1,25 m à 1,40 m de taille au garrot, atteignant le poids de 300 à 400 kg chez le mâle et 250 à 350 kg chez la femelle (24).

La tête est assez longue, les cornes sont longues chez le boeuf et la vache (70 à 80 cm), courtes chez le taureau.

La bosse est très développée ; la robe est généralement blanche avec parfois du blanc rayé, du rouge-pie ou du froment.

Le Zébu gobra est un très bon animal de trait, docile et résistant . Il est utilisé au joug et au portage.

Les aptitudes de cet animal concernent également la production de viande. le zébu peul est en effet le meilleur modèle de boucherie parmi les Zébus de l'Afrique Occidentale. Prêt pour l'abattage à 5 ans, il fournit un rendement de 50 à 53 p.100 en première qualité et en qualité moyenne 48 p.100 (24).

1.1.2. Ndama

Le berceau de la race est en Guinée, dans le Fouta Djallon. cette race, très rustique, possédant une grande tolérance aux trypanosomiasés s'est acclimatée dans de nombreuses régions : au Sénégal, au Sud du Mali et du Burkina Faso, au nord de la Côte d'Ivoire, au Togo, au Bénin.

La conformation générale dans son ensemble, semble parfois un peu massive et trapue pour les taureaux, mais les formes sont harmonieuses et d'une grande finesse chez la vache .

La race est de petite taille ; la hauteur au garrot varie entre 0,95 m et 1,10 m ; les vaches sont plus petites que les taureaux et plus encore que les boeufs. Ces derniers atteignent rarement plus de 1,18 m.

Le poids d'un bœuf adulte, tel que les animaux se trouvent pendant la période des pluies, est rarement inférieur à 250 kg, et peut atteindre parfois, pour les sujets de forte taille, 350 kg.

La tête est large et forte, avec des cornes en lyre effilée à l'extrémité. Les poils sont fins et courts. La robe présente toutes les nuances du fauve, mais la plus répandue est fauve ordinaire. Elle présente toujours un renforcement de ton aux extrémités et s'éclaircit au contraire sous le ventre et à la face interne du membre. On voit encore des robes très foncées, jusqu'au noir franc, ou pie noire, pie fauve mais rarement complètement blanche.

La peau est fine, souple et forme un fanon peu marqué qui n'existe que dans la partie inférieure de la poitrine. Les muqueuses sont roses mais presque aussi fréquemment noires (24).

La vache est peu laitière. Les mamelles sont peu développées, avec de petits trayons cylindriques. La quantité de lait sécrétée en pleine période de lactation est en moyenne de 1 à 2 litres par jour, durant 5 à 6 mois. Le lait est très riche en matière grasse.

La race paraît mieux douée dans la production de viande. Le rendement moyen des bœufs en bon état de chair pendant la saison des pluies est généralement supérieur à 50 p.100. Parfois même certains individus, mieux conformés que leurs congénères, donnent un rendement en viande nette de 55 p.100. La viande est bonne de grain serré mais un peu sèche et peu infiltrée de graisse. Le bœuf peut être utilisé au transport ou au labour. Il faut avoir soin de ne pas lui imposer de trop grandes fatigues ou de violents efforts. En moyenne 380 kg sur roues à la vitesse de 4 km/heure. (24).

Le cuir de la Ndama est de très bonne qualité quand il est bien dépouillé et conditionné. Il pèse environ 4 kg.

1.1.3. Djakoré

Le Djakoré du Sénégal est un métis de Zébu gobra et de Ndama. On

Tous les types intermédiaires entre la Ndama et le Zébu gobra sont regroupés sous le nom de Djakoré (13).

Ce sont des animaux d'assez grande taille mesurant 135 cm au garrot. La bosse reste peu marquée et apparaît en position plus antérieure que chez le Zébu. Le squelette est relativement léger : les cornes minces de longueur variable mais généralement longues.

Les robes sont assez diverses mais le type le plus fréquent est unie de couleur claire, blanchâtre, grisâtre au froment.

Il existe peu d'informations sur les paramètres de production du Djakoré en milieu traditionnel. Quelques données ont été établies en station au Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) de Bambey et au Laboratoire National d'Élevage et de Recherche Vétérinaires (LNERV) de Hann.

Hamon (22) cite les informations suivantes, obtenues au CNRA de Bambey, qui donne une idée des poids que peut atteindre cet animal : 140 kg pour les femelles et 259 pour les mâles à 1 an, tandis qu'à 3 ans les femelles font 236 kg et les mâles 260 kg.

Selon Pugliese et Calvet (34) des mâles Djakoré de 3 à 5 ans ont réalisé un gain de poids journalier moyen de 938 g pendant un essai d'embouche intensive de 112 jours.

L'indice de consommation moyen était de 8,1. Tant au point de vue gain de poids qu'efficacité de la ration, le Djakoré se classe dans cet essai comparatif en position intermédiaire avec des résultats inférieurs à ceux du Zébu mais supérieurs à ceux de la Ndama.

Un type particulier de Djakoré appelé métis de Bambey a été élevé à partir de 1911 au CNRA de Bambey. Ce métis est en fait un croisement stabilisé de 13/16 de Ndama et de 3/16 de Gobra (29). Ce métis est un animal qui a le gabarit du Zébu et la conformation et la robe Ndama.

Le mâle adulte mesure entre 1,25 et 1,28 m par rapport à 1,05 m à 1,10 m pour la Ndama en Casamance.

Il est impossible de ne pas parler d'alimentation quand on s'intéresse aux productions des animaux. Il demeure que, la majorité des bovins abattus à Bakar, sont nourris au pâturage naturel. La valeur du pâturage naturel en milieu tropical est difficile à connaître avec précision, dans la mesure où la composition de ce pâturage en diverses espèces végétales et l'appetabilité des espèces présentes ne sont pas connues (21).

En saison sèche les pâturages sont médiocres car, ils ne permettent pas de couvrir les besoins d'entretien de l'UBT (Unité bétail tropical). Sa valeur est donc inférieure à 0,45 UF/kg de matière sèche et 25 g de MAD/kg de matière sèche. Une valeur approximative a été retenue par Gueye (21).

0,4 UF de matière sèche ; 20 g de MAD/kg de matière sèche

La consommation volontaire de ce type de pâturage se situe à environ 2 kg de matière sèche/100 kg de poids vif (21).

En saison des pluies la valeur alimentaire du pâturage est fortement accrue : 0,55 UF/kg de matière sèche pour 50 g de MAD/kg de matière sèche (27). Le gain de poids varie entre 100 et 300 g/j/animal.

Toujours d'après Guèye (21) le niveau moyen d'ingestion de ce type de pâturage se situe à 2,5 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif.

Les animaux sont acheminés ainsi aux abattoirs, avec différents états d'embonpoint, pour y subir les transformations nécessaires à l'obtention du produit livré au consommateur : la viande.

1.2. Circuits de production de la viande

Dans le circuit de la viande, interviennent plusieurs professionnels :

Le dioula est l'élément le plus proche de l'éleveur. Souvent parent de ce dernier, il arrive sur la base d'un compromis à acheter plusieurs têtes de bétail et les convoie aux foirails des centres de consommation. Le transport se fait par véhicule ou par piste.

1.2.1. Circuit traditionnel

Au niveau du foirail, le dioula est représenté par le Téfanké ; c'est un bon indicateur, il connaît les moments favorables de la vente de l'animal sur pied, l'état des marchés. usant de sa force jusqu'à l'extrême, il joue le rôle de parfait spéculateur, détermine et fixe toutes les modalités de la vente (16).

L'absence de toute objectivité dans la fixation des prix de vente, la pénurie engendrée figure parmi les détours utilisés par le Téfanké pour se faire des bénéfices considérables. Le Téfanké en particulier incarne le refus à toute modification de l'état actuel des circuits commerciaux.

Les chevillards sont ceux qui achètent les animaux et les font abattre. Ils sont souvent victimes de la spéculation au niveau des foirails. Ils se voient presque contraints de collaborer avec les Téfankés et Dioulas. Ainsi se forme le symbole du refus au changement dans les transactions commerciales des bovins.

Les bêtes achetées souvent à crédit, mal nourries et fatiguées produisent 30 à 40 % de viande (16). Ceci est bien en deça du rendement moyen des Gobras (48 p.100) et des Ndamas (50 p.100).

Le chevillard est alors obligé, pour se rattraper, de proposer un prix de vente supérieur à celui fixé par les autorités compétentes. Le boucher détaillant assure le transport de la viande des abattoirs au marché, le stockage et la découpe du produit.

1.2.2. Circuit modernisé

Parallèlement à ce circuit traditionnel, se trouve le circuit modernisé. C'est là qu'interviennent les sociétés ou projets d'élevage comme la SOLESP. Pour l'essentiel c'est un circuit plus raccourci et les abattages beaucoup plus réguliers.

Dans le circuit traditionnel, d'ailleurs de loin le plus important, l'éleveur ne vend ses animaux que pour faire face à un besoin pécuniaire (cérémonies familiales, achat de vivres...).

Cependant dans la logique économique du système de production, il faut voir que l'accumulation du cheptel constitue une stratégie de gestion du risque. Car le déséquilibre entre la charge animale et le disponible alimentaire est tel,

De plus au cours des années l'élevage s'est installé dans le milieu traditionnel comme un mode de vie. En effet l'importance du troupeau détermine le rang social de l'éleveur et lui permet en même temps de prendre part à la vie sociale par la création d'une unité de consommation et d'une unité de production.

1.3. Particularités de la préparation des bovins à l'abattoir de Dakar

Les animaux à partir du foirail font environ 2 km pour rejoindre les parcs de stabulation qui sont dans l'enceinte des abattoirs. ce transfert se fait la veille de l'abattage entre 19 et 20 h, si bien que la stabulation ne dure que 12 h.

La diète hydrique est appliquée pendant moins de 24 h, en particulier si on sait que les animaux à abattre ne sont triés que la veille enfin d'après-midi.

Le procédé permet d'atténuer la bactériémie digestive, qui prend une allure beaucoup plus importante après la mort de l'animal, d'autant plus que le rôle neutralisateur du foie cesse.

Dans les parcs de stabulation, très souvent, les animaux se bagarrent. Parce qu'en effet les espèces différentes ne sont pas séparées et que les gros animaux ne sont pas attachés.

Les animaux sans étourdissement sont égorgés dans la salle de saignée. La contention des bovins est assurée par deux cuvriers, tandis qu'un troisième, avec un couteau bien tranchant saigne d'un coup les animaux.

Le bovidé git alors sur le plancher couvert de sang, si bien que ceux qui sortent directement du couloir d'amenée tombent fréquemment à la suite de glissades, se relèvent tant bien que mal avant d'être tués.

Les cadavres sont accrochés aux rails par leur membres postérieurs, après section de l'extrémité des membres antérieurs au niveau du carpe (genou) et du tarse (jarret) pour les membres postérieurs. La tête elle, est sectionnée à hauteur de l'articulation atlo-occipitale. Cette phase est appelée prédépouille.

La dépouille par contre, se passe à la salle d'habillage. Elle consiste en une séparation du cuir de la carcasse par section ou dilacération du tissu conjonctif sous jacent et comprend deux étapes : la parfente et le décollement du cuir.

La parfente englobe trois types d'incisions, toutes ventrales.

La première va de l'encolure au pubis ; la deuxième concerne les deux membres postérieurs et part des jarrets pour rejoindre la première incision. La troisième part des genoux et va rencontrer la première.

Le décollement du cuir se fait au couteau. Les ouvriers commencent souvent par les faces latérales passent au train antérieur et terminent par le train postérieur.

La fente longitudinale du sternum, avant l'éviscération est réalisée à l'aide d'une scie automatique.

L'éviscération est d'abord abdominale puis thoracique.

La paroi abdominale est ouverte, avec un couteau, sur une longueur de la ligne blanche.

Les ligatures du rectum et du cardia n'étant pas pratiquées, le contenu des sacs digestifs ont alors toutes les chances d'aller souiller les cavités abdominale et thoracique.

Les réservoirs digestifs sont sortis de haut en bas. Tous les organes sont enlevés sauf le rein. La vessie est soigneusement enlevée pour éviter de déverser de l'urine sur la carcasse. Le foie est ensuite séparé de la vesicule biliaire.

Après la fente du sternum, l'éviscération thoracique se poursuit par l'ouverture du diaphragme et le décollement de l'ensemble coeur, poumon, trachée, oesophage en une seule pièce.

L'éviscération doit être la plus précoce possible, au plus tard 30 mn après la mort. En effet la prolifération microbienne continue après la mort, avec le passage des microbes à travers la paroi intestinale, la contamination et du péritoine et de la paroi abdominale. Il y a secondairement une fermentation donnant une odeur désagréable à la paroi abdominale.

La fente est obligatoire chez les gros animaux et non chez le veau. C'est une opération qui se pratique au niveau de la colonne vertébrale sur le plan médian et divise ainsi la carcasse en deux.

A l'abattoir de Dakar la scie automatique utilisée est plus grande que celle servant à la fente du sternum.

Lorsque les deux demi-carcasses arrivent en fin de chaîne pour présentation à l'inspection sanitaire, elles sont **douchées** sur les deux faces.

Ceci permet :

- d'éliminer du sang, du lait lorsque la femelle est en lactation, de l'urine, des contenus des sacs digestifs, de la sciure d'os et d'autres débris comme le pus des abcès, des poils etc.
- d'améliorer la présentation de la carcasse
- de favoriser la bonne conservation de la viande par élimination/^{de} microorganismes
- de saturer les chambres froides et minimiser ainsi la perte de poids

Pour obtenir un refroidissement rapide, et en même temps, maintenir les pertes au minimum, il faut disposer d'une grande capacité de réfrigération et d'un flux rapide et uniforme d'air dans les chambres de réfrigération.

L'évaporation de l'eau des tissus superficiels de la viande chaude à une température atmosphérique de 20 à 25°C représente à peu près la moitié ou les 3/5 de la déperdition de chaleur, pendant les premières phases du refroidissement (31).

Cependant lorsque cette opération est bien conduite, on évite une perte excessive de poids, qui risque d'entraîner la dessiccation des tissus superficiels et une altération marquée de l'apparence de la viande.

Lorsque le refroidissement est effectué dans de bonnes conditions, pendant 24 heures, on dit que la perte de poids peut varier entre 1 et 3 p.100. En réalité la valeur inférieure est très difficile à atteindre et la valeur supérieure représente un chiffre trop élevé, qu'il faut éviter à tout prix (31).

En attendant d'être emportées par les bouchers, les carcasses sont conservées dans les chambres froides. C'est là une nécessité, car il n'est pas possible de synchroniser exactement l'abattage et le destockage.

En principe l'emploi de ces salles permet de refroidir les denrées, qui restent ainsi suspendues dans une atmosphère propre sans se trouver en contact avec d'autres carcasses, jusqu'à ce que la viande ait pu se rassir.

Nous avons toutefois constaté qu'aux abattoirs de Dakar, il est quasiment impossible de trouver une température ambiante inférieure à 8°C. Par ailleurs, les chevillards vendent leur marchandises sans se soucier de l'état des muscles quant à la maturation. Dès qu'un client se présente, il est servi soit avec les carcasses de la veille, soit avec celle du jour. Le manutention se fait par des manoeuvres qui portent les carcasses sur le dos. Leurs accoutrements garantissent tout sauf la non souillure de la viande.

Dans cette partie des abattoirs réservée à l'abattage des bovins, ce qui frappe d'emblée est la multitude de gens gravitant au tour des animaux, tout le long de la chaîne de transformation, depuis les parcs de stabulation jusque dans les chambres froides.

Il est évident que cela ne réduit pas les risques de contamination des carcasses d'autant plus que la séparation des secteurs sains et souillés n'est pas scrupuleuse. Ainsi nous avons eu l'occasion, à deux reprises, de voir des animaux vivants dans la salle d'habillage. Mais il est par contre très fréquent, pour ne pas dire de règle, que les viscères et les cuirs, au cours de leur manutention croisent la chaîne de transformation des carcasses de bovins.

La majeure partie des gens rencontrés sur la chaîne de transformation des bovins sont présents pour éviter les pertes de poids d'animaux occasionés par les employés de la S.E.R.A.S. En effet ces agents qui possèdent des couteaux pour travailler profitent de la situation pour prélever de la viande.

A la fin de la chaîne, un animal peut perdre jusqu'à 5 kg de viande sans tenir compte de la perte de poids due à la dessiccation des tissus.

Au bout du compte, les pertes s'avèrent importantes pour les chevillards quand on connaît les difficultés avec lesquelles ils parviennent à acheter les animaux aux téfankés.

1.4.1. pH-mètre

Il s'agit d'un appareil qui permet de déterminer l'acidité ou l'alcalinité d'une solution. Le pH-mètre utilisé est le "pH-mètre poignard".

Il tient juste dans la main. Cette présentation ultra légère (250 g) sans câble est idéale pour les mesures en série.

La valeur affichée par l'appareil est le pH. Il est défini comme étant le logarithme négatif de la concentration en ions hydrogène ($\log \frac{1}{H^+}$) et varie de 0 (très forte acidité) à 7 (neutre) jusqu'à 14 (très forte alcalinité).

La réponse d'une électrode est basée sur l'équation de NERST : qui se réduit dans ce cas à :

$$\text{Millivolt} = \text{constante} + 0,198 K \log (H^+)$$

où K correspond à la température absolue.

Dans le cadre de ce travail, l'électrode de pH employé s'adapte directement sur le boîtier. c'est une électrode combinée assemblant un élément de mesure et un élément de référence.

L'électrode de mesure possède une membrane de verre qui se polarise en fonction du pH. La membrane est "universelle" en ce sens qu'elle permet de travailler entre pH=0 et pH=14, et jusqu'à 110°C.

L'électrode de référence fournit un potentiel de référence grâce à une bougie interne contenant un couple oxydo-réducteur bien défini. Elle est en contact électrique avec le milieu à mesurer, par l'intermédiaire d'un électrolyte : le KCl. L'électrode est séparé du milieu par le diaphragme.

La référence est le couple Ag/AgCl universel limité à 0°C et à 110°C.

Le diaphragme sert à amoindrir la perte d'électrolyte de l'électrode de référence, tout en assurant un ~~contact~~ électrique, dont la résistance ne doit pas être trop élevée.

Le "pH-mètre poignard" est alimenté par une pile de 9 volts conférant une autonomie de 500 heures.

1.4.2. Thermomètre

C'est un thermomètre médical, renfermant l'intervalle de température entre 0 et 40°C. Ce qui est largement suffisant, quand on sait que la température normale d'un bovin varie entre 38 et 38,5. Il peut certes arriver qu'un animal ait une température supérieure à la normale, mais comme l'inspection sanitaire ante-mortem est réalisée, un tel animal ne peut pas être abattu.

Immédiatement après l'abattage, la température du muscle s'élève généralement de 1°C : c'est le clocher thermique.

Il résulte des fermentations qui se déroulent et de la cessation de la régulation thermique physiologique.

Par ailleurs, étant donné qu'aux abattoirs de Dakar, la congélation n'est pas appliquée, il en ressort que les températures des chambres froides ne peuvent pas aller au-dessous de 0°C.

L'idéal des températures pour le ressuage varie de 0 à 1°C tandis que l'entreposage nécessite des variations entre 0 et 2°C.

Ainsi la graduation du thermomètre médical entre -10°C et 70°C nous a permis de prendre toutes les températures des animaux.

2. Méthode

2.1. Mesures sur l'animal

Les mesures de pH ont toujours en lieu à quatre périodes différentes et sur quatre muscles.

La première mesure se situe à une quinzaine de minutes après la mort. Elle vient juste après le douchage et l'inspection, car il fallait des carcasses salubres pour pouvoir terminer les mesures de pH sur chaque animal.

La deuxième mesure intervient à 2 h après la mort ; les animaux se trouvent alors dans les salles de réfrigération. Ils y sont également lors de la troisième mesure (à 5 h après la mort) et la quatrième mesure (à 24 h après la mort).

Les animaux abattus à Dakar, le sont sous le numéro du chevillard correspondant. En effet dans le but d'éviter la confusion pour ne pas dire les vols de carcasses au moment du destockage, chaque chevillard voit ses animaux identifiés par son numéro d'abattage. Cette reconnaissance est effectuée par deux employés de la S.E.R.A.S. L'un reste dans la salle de saignée et marque les animaux avant qu'ils ne passent dans la salle d'habillage. L'autre est en poste sur la chaîne, avant l'enlèvement total de la peau. Il lit le numéro sur le cuir et le reporte sur les deux faces mises à nu.

Par conséquent sur les parcs de stabulation on ne peut faire de différence entre les animaux d'un tel chevillard et ceux d'un tel autre.

Il nous fallait ainsi identifier les animaux à étudier, car par exemple sur un lot de 10 animaux du chevillard numéro 13, la reconnaissance à l'intérieur des salles de réfrigération était indispensable. Sinon nous risquions de faire une première mesure sur un animal A, une deuxième mesure sur un animal B, une troisième mesure sur un animal C et une quatrième mesure sur un animal D.

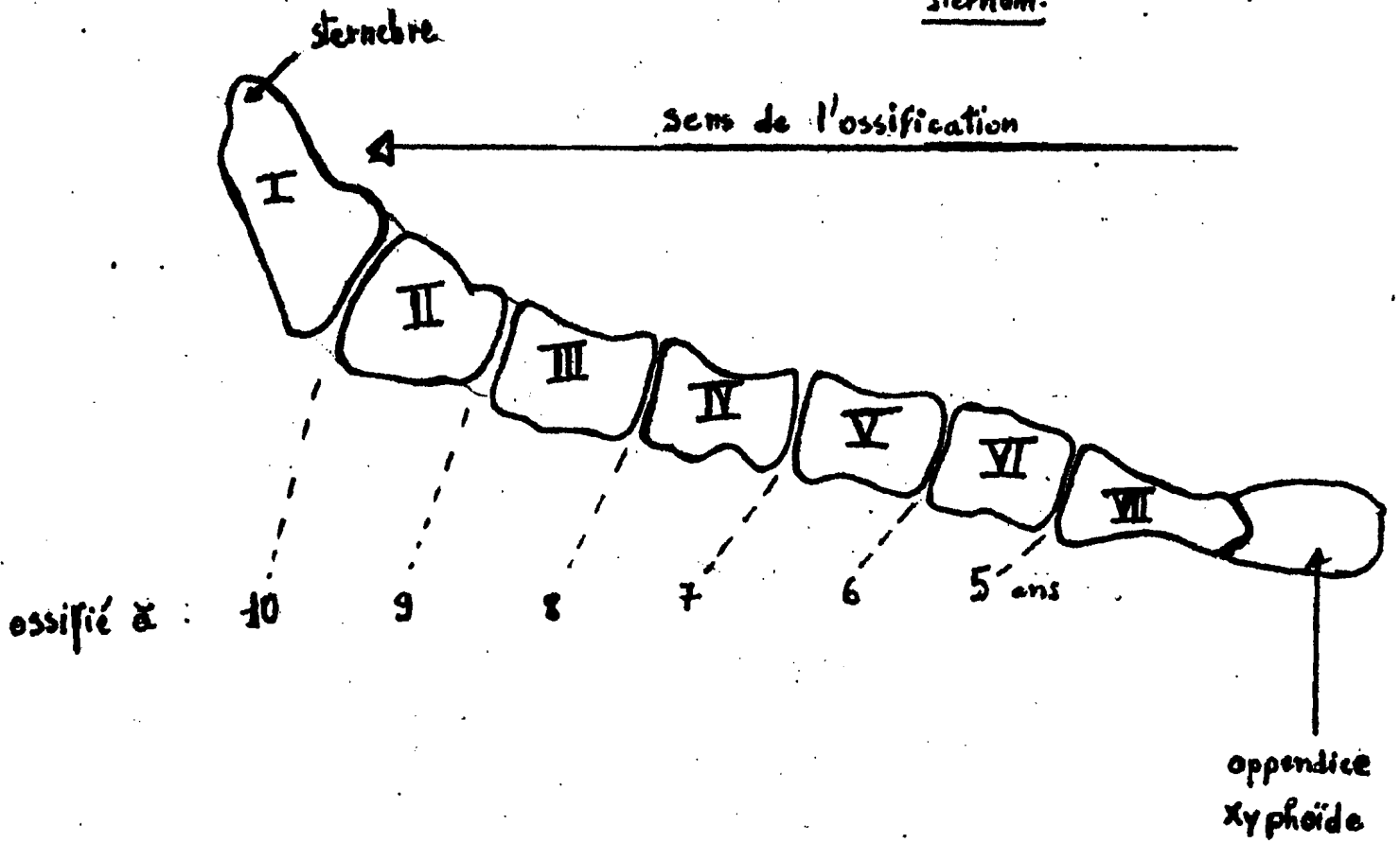
Avec l'encre bleu on inscrivait alors une lettre d'alphabet sur la face interne de la paroi thoracique.

Pour notre travail la collecte de données a consisté à la détermination de l'âge, du sexe, à la mesure du pH des muscles et au même moment de la température.

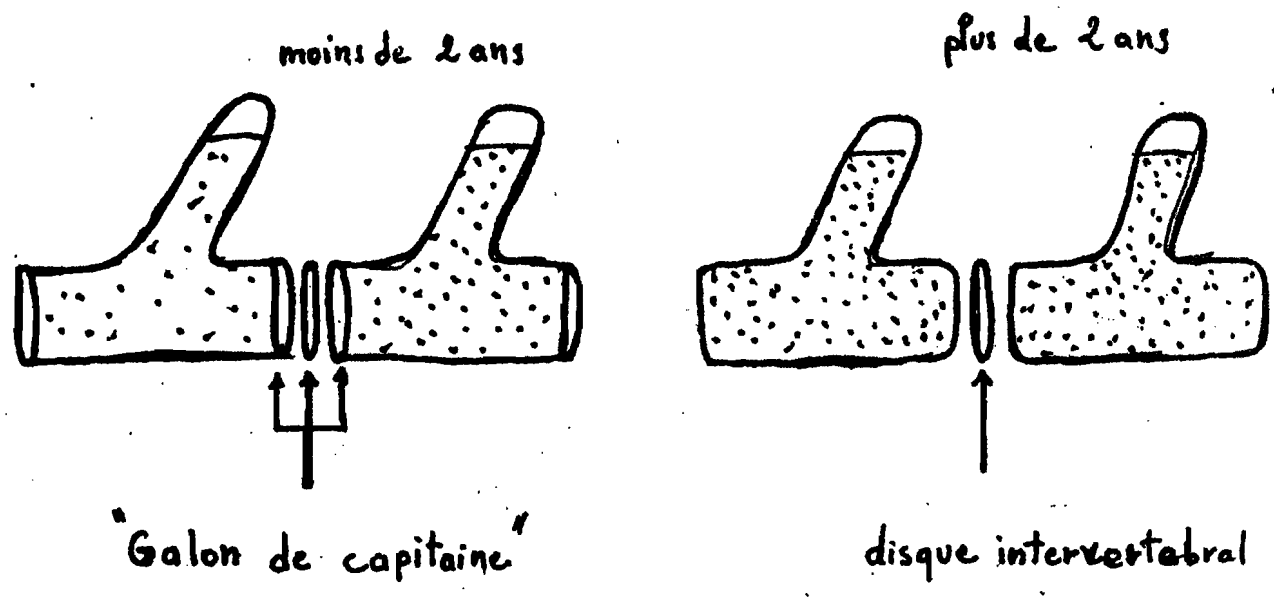
2.1.1. Détermination de l'âge

Elle s'est faite par vérification du degré d'ossification des cartilages de conjugaison. Après fente de la carcasse, le sternum est divisé en deux parties identiques, ainsi que les vertèbres dorsales.

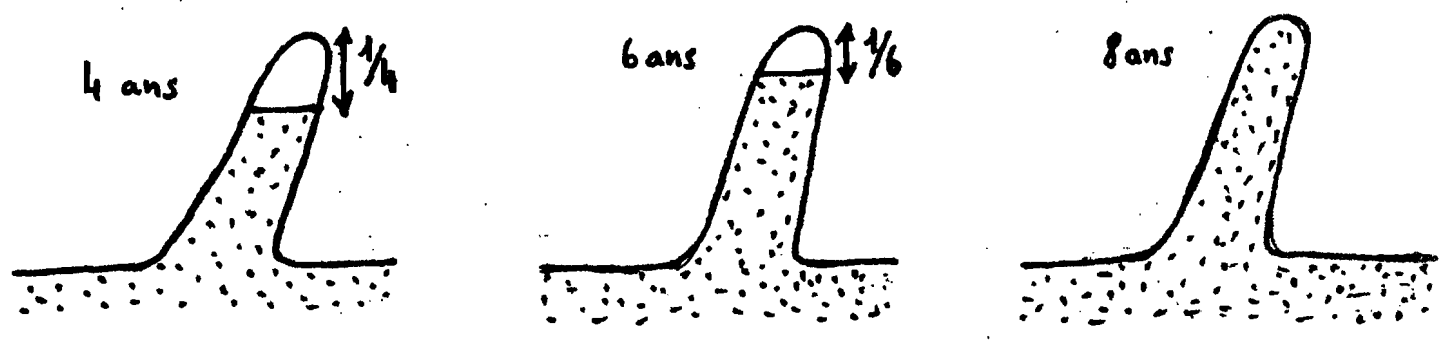
schema -1 : ossification des cartilages du sternon.



Schema 2 : Corps des vertebres dorsales



Schema 3 : apophyse epineuse des vertebres dorsales



Un simple coup d'oeil permet de voir l'état des différents cartilages de conjugaison. Le sternum est un ensemble d'os constitué de 7 sternèbres.

L'intervalle entre deux sternèbres représente un cartilage de conjugaison. On trouve donc 6 intervalles et en même temps, 6 cartilages de conjugaison.

Il est établi que l'ossification du premier cartilage se fait à 5 ans. Ce cartilage est celui se trouvant entre la sixième et la septième sternèbre. Cette dernière sternèbre se trouve en rapport, sur le plan topographique, avec l'appendice syphoïde qui lui est en rapport avec le diaphragme. En d'autres termes on peut affirmer que l'ossification des cartilages de conjugaison se fait dans le sens inverse de celui de l'identification des sternèbres allant de 1 à 7. Donc l'ordre d'apparition de l'ossification est décroissant (schéma I).

Le deuxième cartilage situé entre la cinquième et la sixième sternèbre s'ossifie à 6 ans.

Le troisième cartilage à s'ossifier est celui entre la cinquième et la quatrième sternèbre ; ceci à 7 ans.

L'ossification du quatrième cartilage compris entre la quatrième et la troisième sternèbre s'effectue à 8 ans.

Le cinquième cartilage à s'ossifier est celui entre la troisième et la deuxième sternèbre, à l'âge de 9 ans.

Le dernier cartilage qui s'ossifie est entre la première et la deuxième sternèbre. Le phénomène intervient à l'âge de 10 ans.

L'observation de la moitié du sternum nous permet de déterminer l'âge des animaux, mais à condition que ces derniers ne soient pas trop jeunes ou trop vieux.

Pour les animaux ayant plus de 10 ans d'âge, la détermination se fait par la dentition (1^b). mais comme les têtes sont enlevées au début de la salle d'habillage, il est difficile d'être et au poste d'inspection des têtes et au poste d'inspection des carcasses, pour déterminer l'âge des animaux par les dents et mesurer le pH et la température des différents muscles. Nous nous sommes contentés de dire pour les animaux ayant tous les cartilages sternaux ossifiés qu'ils ont plus de 10 ans d'âge.

Les corps des vertèbres dorsales permettent de savoir si les animaux ont moins de deux ans ou plus.

La section médiane de la colonne vertébrale, laisse apparaître à la fois les vertèbres dans leurs longueurs et leurs hauteurs, mais aussi les disques vertébraux.

Les faces des corps vertébraux en rapport avec les disques sont le siège d'une ossification. Si elle n'a pas encore eu lieu, on voit l'image caractéristique avec 3 zones blanchâtres, faisant penser au "galon de capitaine" (schéma n°2). Le bovin est alors âgé de deux ans.

Après ossification l'âge de l'animal est à coup sûr supérieur à 2 ans. L'apophyse épineuse des vertèbres dorsales a permis de déterminer l'âge à 4 ans. A cet âge le 1/4 de l'apophyse épineuse n'est pas ossifié et reste blanchâtre. A 6 ans le 1/6 de la longueur ne l'est pas. A 8 ans tout est ossifié (schéma n° 3).

Avec ces méthodes l'âge est déterminé pour tous les animaux sauf pour ceux de 3 ans. Il n'est pas exagéré de dire que tout animal dont l'âge n'a pas pu être déterminé par les différentes méthodes précédentes est du coup âgé de 3 ans.

2.1.2. Détermination du sexe

Chez les bovins, les organes génitaux externes sont bien visibles sur les carcasses. Le penis, les testicules, la vulve ou la mamelle permet de donner le sexe.

Mais comme après la fente, le parage débarrasse la carcasse du corps caverneux et des organes génitaux internes (ovaire, utérus, ligament large) il a fallu trouver une autre méthode.

La tubérosité antérieure épaisse de la symphyse ischio-pubienne combinée à la présence de la racine du corps caverneux après parage permettent de dire qu'il s'agit d'un mâle.

Finalement ce sont trois critères qui ont permis de donner le sexe des différents animaux de l'échantillon (Tableau n°4).

(:	:)
(	Caractères	mâle	femelle
(:	:)
(:	:)
(	Organes génitaux	penis/testicules	vulve/mamelle
(	externes	:)
(:	:)
(:	:)
(	Symphyse ischio-	épaisse tubérosité	mince tubérosité
(	pubienne	antérieure	antérieure
(:	:)
{	:	:	}
{	Racine du corps	présente	absente
{	caverneux	:	}
{	:	:	}
(:	:)

Au Sénégal pour favoriser le renouvellement du cheptel, un certain nombre de mesures d'interdiction d'abattage a été pris, c'est ainsi qu'il est interdit d'abattre :

- les mâles de moins de deux ans
- les femelles gestantes
- les femelles non stériles de moins de 10 ans.

2.1.3. Mesure de pH

Elle a concerné quatre muscles, à savoir le pectoral ascendant, le long dorsal, le demi-membraneux, le demi-tendineux. Ce sont des muscles rouges striés, attachés au squelette et possédant la faculté de contraction.

Le pectoral ascendant est un muscle volumineux, épais, entièrement charnu. Il s'insère d'une extrémité sur la face ventrale du sternum, et de l'autre sur le tubercule de l'humérus ou trochin.

En contraction le muscle tire l'angle scapulo huméral vers l'arrière. Le pectoral ascendant participe ainsi à la détente et à la locomotion. Le long-dorsal est un muscle rachidien médial, entièrement charnu. Il s'insère proximalelement sur l'extrémité supérieure des côtes, plus précisément sur le tubercule du muscle long-costal. L'insertion distale se fait sur la crête iliaque.

C'est le plus épais des muscles rachidiens médiaux. Sa fonction apparaît dans le redressement du thorax, la rigidification du pont thoracolumbaire et à la flexion latérale de la colonne vertébrale.

Le demi-membraneux est long, épais, et entièrement charnu. Plus volumineux que le demi-tendineux, il s'insère pour son extrémité proximale sur la tubérosité ischiatique ou plus précisément le revers latéro-caudal et la table ischiatique. L'insertion distale est double : le premier faisceau se fixe sur l'épicondyle médial du fémur tandis que le second faisceau va sur le revers médial du condyle médial du tibia.

Le muscle demi-tendineux comprend une portion charnue et une autre aponévrotique. C'est le plus caudal des muscles de la cuisse. L'insertion proximale a lieu sur la tubérosité ischiatique, autrement dit sur le revers ventro-médial et sur la table ischiatique. Distalement il se fixe sur le revers médial de la crête tibiale par l'intermédiaire du fascia jambier.

Les muscles demi-membraneux et demi-tendineux, ont une fonction commune. Lorsque le membre est au soutien, les deux sont flechisseurs de la jambe. Si le membre postérieur est à l'appui, ils sont agents de l'impulsion de la ruade, du cabret et de plus sont adducteurs du membre.

Pour prendre le pH de chacun de ces muscles, nous avons procédé à une petite incision avec un scalpel afin de pouvoir introduire l'électrode dans la masse charnue. L'électrode combinée est rincée pour éviter d'avoir des interactions entre les différentes mesures.

Mais avant toute mesure il fallait calibrer le pH-mètre. Les électrodes de pH vieillissent et leurs réponses changeant avec la température (6), un pH mètre doit pouvoir compenser ces variations. c'est le rôle des procédés de calibrage faits à l'aide de solution tampon dont la valeur de pH est connue avec précision.

A pH 7 une électrode parfaite indique 0mV. On corrige les dériviations grâce au tampon pH et au bouton de standardisation.

C'est la correction d'asymétrie.

Une électrode produit théoriquement $-59,16$ mV par unité de pH (6). Les électrodes n'étant pas parfaites et vieillissant, il faut compenser cette dérivé par un deuxième point d'étalonnage à pH 4. C'est la correction de pente.

Pour le calibrage nous avons utilisé deux solutions tampons, une à pH 7 et une autre à pH 4. L'utilisation du tampon à pH 4 se justifie par le fait qu'au cours de l'évolution normale du muscle après la mort, le pH qui était initialement neutre baisse. Cette chute de pH résulte de la dégradation du glycogène et de l'accumulation dans les cellules musculaires d'acide lactique.

L'étalonnage consiste à mettre l'appareil en marche, à introduire l'électrode dans la solution tampon à pH 7 et veiller à ce que l'affichage corresponde au pH de la solution. Le procédé est similaire pour le tampon de pH 4.

Les solutions tampons étant gardées à la température ambiante, la température d'étalonnage fut ainsi fixée à une moyenne de 25°C .

L'équation de NERST fait apparaître la température comme une variable. Lors de la mesure du pH des muscles, dont les températures sont bien différentes de celle de l'étalonnage, la correction de la lecture par le bouton de compensation s'imposait :

2.1.4. Mesure de la température

Elle s'est effectuée presque au même moment que la mesure du pH. Comme une incision est pratiquée pour introduire l'électrode de pH-mètre dans le muscle, c'est cette ouverture qui est utilisée dès que l'électrode est retirée. Le thermomètre reste ainsi dans le muscle pendant environ 1 mn.

La lecture se fait juste après le retrait.

2.1.5. Appréciation de la rigidité cadavérique

L'installation de la rigidité cadavérique s'accompagne d'une perte d'extensibilité du muscle. EN boucherie on dit que "la carcasse ne rend pas la poignée de main". C'est cette particularité qui est utilisée ici pour constater

l'absence ou la présence de rigidité du muscle. S'il y a rigidité, les carcasses étant suspendues, en soulevant le membre antérieur toute la carcasse suit le mouvement. Dans le cas contraire sauf le membre antérieur est concerné par le mouvement et dès qu'il est soulevé, il redescend (l'animal rend la poignée de main).

En Somme chez chaque animal, quatre séries de mesures sont effectuées.

Pour la première série, après étalonnage, rinçage de l'électrode, correction de la température, puis marquage sur la face thoracique interne, une incision est pratiquée sur un muscle en question. Il s'ensuit l'introduction de l'électrode du pH-mètre, la lecture de la valeur de pH affichée. Le retrait de l'élément combiné permet de la rincer à l'eau distillée, continue dans une pissette.

Chaque muscle reçoit la même traitement et l'électrode combinée est introduite à peu près au même niveau dans la masse charnue, tant pour les différentes séries de mesure que pour l'ensemble des animaux de l'échantillon. Ceci est d'autant plus important que la valeur du pH n'est pas la même sur toutes les parties d'un seul muscle (36).

Avant de laisser partir une carcasse, l'âge et le sexe sont déterminés, la rigidité cadavérique appréciée.

Les mesures se poursuivent alors dans les chambres froides suivant le même procédé à 2 h, 5 h, et 24 h après la saignée.

2.2. Méthodes de calcul

2.2.1. Test du χ^2 (chi-carré) (44)

Pour éprouver l'indépendance de variable, à partir du tableau de contingence à 1 lignes et n colonnes, on détermine d'abord pour chaque case l'effectif calculé dans l'hypothèse d'indépendance, qui est le produit total de sa ligne par le total de sa colonne, divisé par le total des lignes et colonnes.

On forme ensuite : $\chi^2 = \sum \frac{(O - C)^2}{C}$ pour l'ensemble des cases

où désigne l'effectif observé et C celui calculé.

Au χ^2 trouvé correspond un risque alpha qui est donné par la table par rapport à un degré de liberté ddl = (1-1) (n=1)

Si Alpha est supérieur à 5 p. 100 il n'y a pas de liaison significative

Si Alpha est inférieur à 5 p.100 la liaison est significative et Alpha mesure son degré de signification.

Cette méthode n'est valable que si les effectifs calculés égalent ou dépassent 5.

2.2.2. Analyse de variance (39)

La comparaison de plusieurs moyennes provenant d'échantillons indépendants prélevés au hasard dans une population normale et de variance identique se fait par l'analyse de variance ou test F. Il consiste à comparer la variabilité d'un échantillon à un autre à la variabilité des mesures dans un même échantillon par le rapport de variance .

$$\frac{s^2_x}{s^2_y}$$

Le rapport calculé est comparé à la valeur critique donnée par la table de F en tenant compte du nombre de degré de liberté.

Si la valeur calculée est supérieure à la valeur tabulée, l'hypothèse nulle de l'absence de différence entre les moyennes peut être rejeté au risque donné par la table.

T R O I S I E M E P A R T I E : RESULTATS,DISCUSSION
PROPOSITIONS D'AMELIORATION

I. Résultats et discussion

1.1. Résultats

1.1.1. Présentation statistique des résultats

La répartition des moyennes de pH figure dans le tableau n° 5. Contrairement à beaucoup de travaux antérieurs, nous avons tenu compte non seulement du pH ultime des muscles mais aussi des valeurs du pH juste après abattage (environ 15 mn), 2 heures après abattage et 5 heures après abattage. Dans ce tableau figurent également les températures et les écart-types des muscles aux périodes de mesures. Les indices 1, 2, 3 et 4 correspondent respectivement à 1/4 d'heure, 2 h, 5 h et 24 h après abattage.

Pour chaque muscle le pH diminue lorsque l'indice augmente. C'est à dire que plus le temps après saignée est long plus le pH est bas.

Cette diminution va de pair avec celle de la température. Le pH initial est plus élevé variant entre 6,22 et 6,40 pour des températures de 32 à 35°C. Le pH ultime reste plus faible entre 5,64 et 5,77 pour des températures presque constantes de 12 à 13°C.

Le pH ultime du demi-membraneux et du demi-tendineux sont plus faibles que ceux du long dorsal et du pectoral ascendant.

Les écarts-types trouvés sont tous inférieurs ou égaux à 0,43.

	Moyennes de pH	Températures moyennes (°C)	Ecart-types	Effectifs d'animaux
DM ₁	6,27	35	0,40	200
DM ₂	6,02	28	0,34	200
DM ₃	5,83	23,5	0,29	200
DM ₄	5,64	13	0,41	200
DT ₁	6,22	35	0,41	200
DT ₂	6,02	28	0,35	250
DT ₃	5,82	23,5	0,30	250
DT ₄	5,66	13	0,29	250
LD ₁	6,28	34	0,43	200
LD ₂	6,09	24	0,34	200
LD ₃	5,68	12	0,33	200
LD ₄	5,68	12	0,32	200
PC ₁	6,40	32	0,40	250
PC ₂	6,16	21,5	0,34	200
PC ₃	6,01	17	0,31	250
PC ₄	5,7	12	0,31	200

Les résultats de l'appréciation de la rigidité cadavérique sont consignés dans le tableau n° 6.

Tableau n° 6 : Rigidité cadavérique chez les 200 animaux

	Nombre d'animaux ne présentant pas de rigidité cadavé- rique	Nombre d'animaux présentant une rigidité cadavéri- que manifeste	Températures (en °C)
5 h après abattage	147 73,5 %	53 26,5 %	13
24 h après abatta- ge	101 50,5 %	99 49,5 %	8 à 10

Le tableau ci-dessus montre que l'absence de rigidité cadavérique est plus fréquente sur les carcasses à 5 h qu'à 24 h après abattage. Au stade ultime de l'évolution (24 h), la température est plus basse, mais les animaux présentant une rigidité cadavérique sont plus nombreux. Le X^2 trouvé est 22,44 pour un degré de liberté : ddl = 1le X^2 de la table est 3,84.

Donc l'apparition de la rigidité cadavérique est liée au temps.

1.1.2. Facteurs de variation au pH

Un ensemble de paramètres détermine la variation du pH. Dans cette étude nous nous sommes surtout intéressés à ceux qui sont les plus exploitables dans les conditions de préparation et de conservation des abattoirs de Dakar. Ce sont l'âge des animaux abattus, le sexe, le type de muscle, la température et le temps.

En effet nous aurions certainement tiré beaucoup d'enseignements de l'étude des fluctuations du pH en fonction du poids, de la race, de la région d'origine. Ces paramètres définissent un mode d'élevage et une alimentation caractéristique.

1.1.2.1. Age

Les bovins abattus à Dakar sont âgés de 2 à plus de 10 ans.

Les informations tirées de l'échantillon figurent au tableau n° 7.

Tableau n° 7: Variation du pH en fonction de l'âge

Age (années)	pH musculaire	nombre d'animaux
2	5,08	1
3	5,54	1
4	5,83	6
5	5,86	23
6	5,77	28
7	5,86	4,1
8	5,81	4,3
9	6,00	30
10 et plus	6,08	27

Les animaux abattus à Dakar ont généralement au moins 4 ans.

Le pH chez les jeunes semble plus acide, même si sa variation est faible entre 4 et 8 ans (de 5,77 à 5,86).

A partir de 9 ans le pH est supérieur ou égal à 6.

La valeur du X^2 est 223,28 avec un degré de liberté de 14. Alpha est inférieur à 0,001 d'où une dépendance significative entre le pH musculaire et l'âge de l'animal.

L'analyse de variance est significative pour la majorité des muscles. Seul DT_1 présente un F supérieur à F_{13}^8 pour un risque Alpha = 0,0517 donc supérieur au risque habillage toléré 0,05 ($F = 1,97 : F_{191}^8 = 1,94$).

Globalement on peut admettre que la variabilité du pH des muscles en fonction de l'âge est significative.

Comme le montrent les figures n°4, n° 5, n°6, n°7, n°8, n°9, n°10, n°11 ; le pH musculaire a tendance à augmenter avec l'âge.

1.1.2.2. Sexe

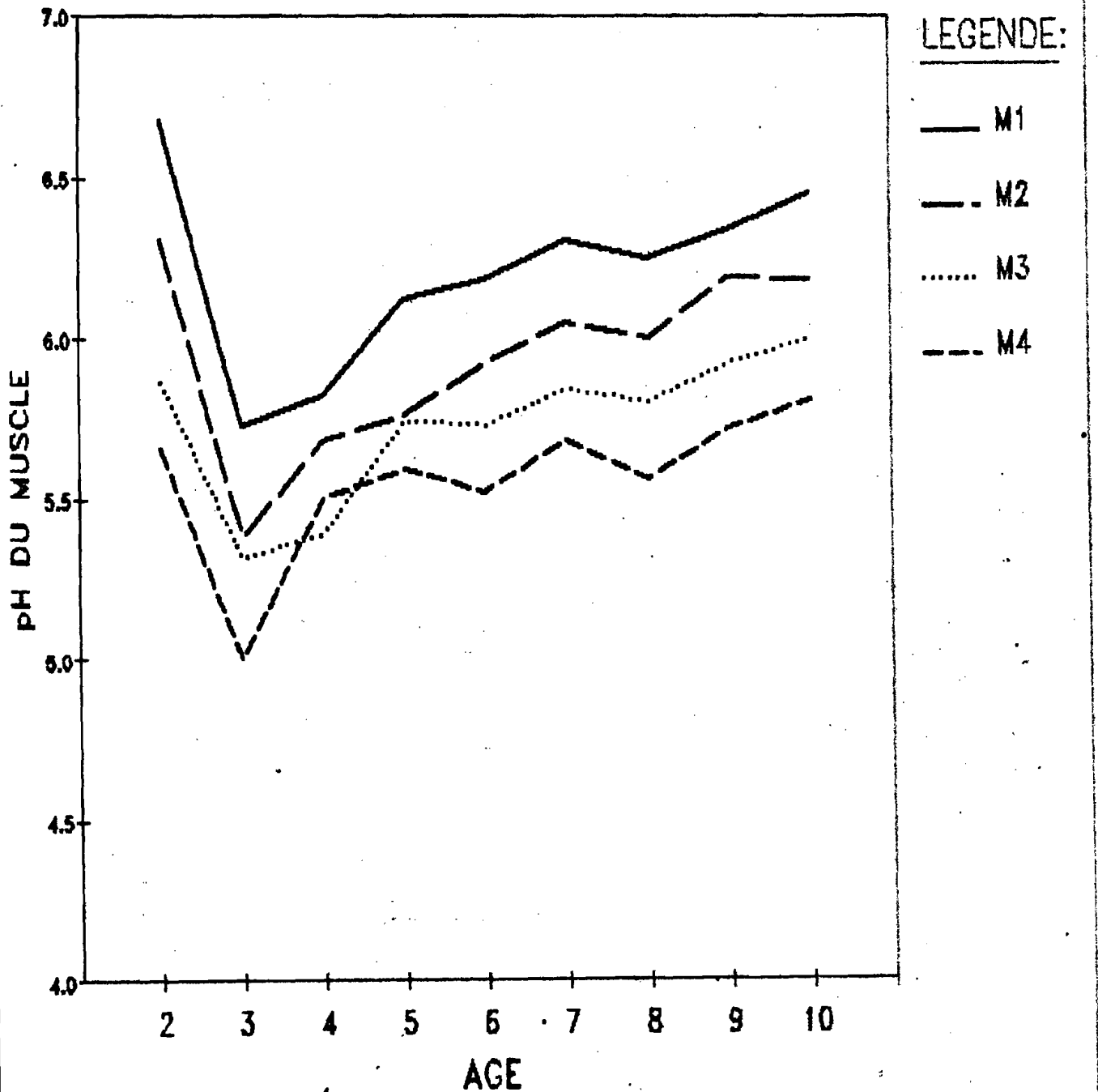
Les différences physiologiques entre individus de sexes différents font penser à une dichotomie dans l'espèce bovine par rapport au caractère pH.

Mais le test du X^2 ne détecte pas une dépendance fondamentale entre le pH et le sexe (X^2 calculé équivaut à 6,05 tandis que celui de la table vaut 11,07 pour Alpha = 0,05).

De son côté l'analyse de variance révèle une différence significative pour le sexe, les valeurs de F trouvés sont toutes inférieures à celle de la table $F_{198}^1 = 1,94$.

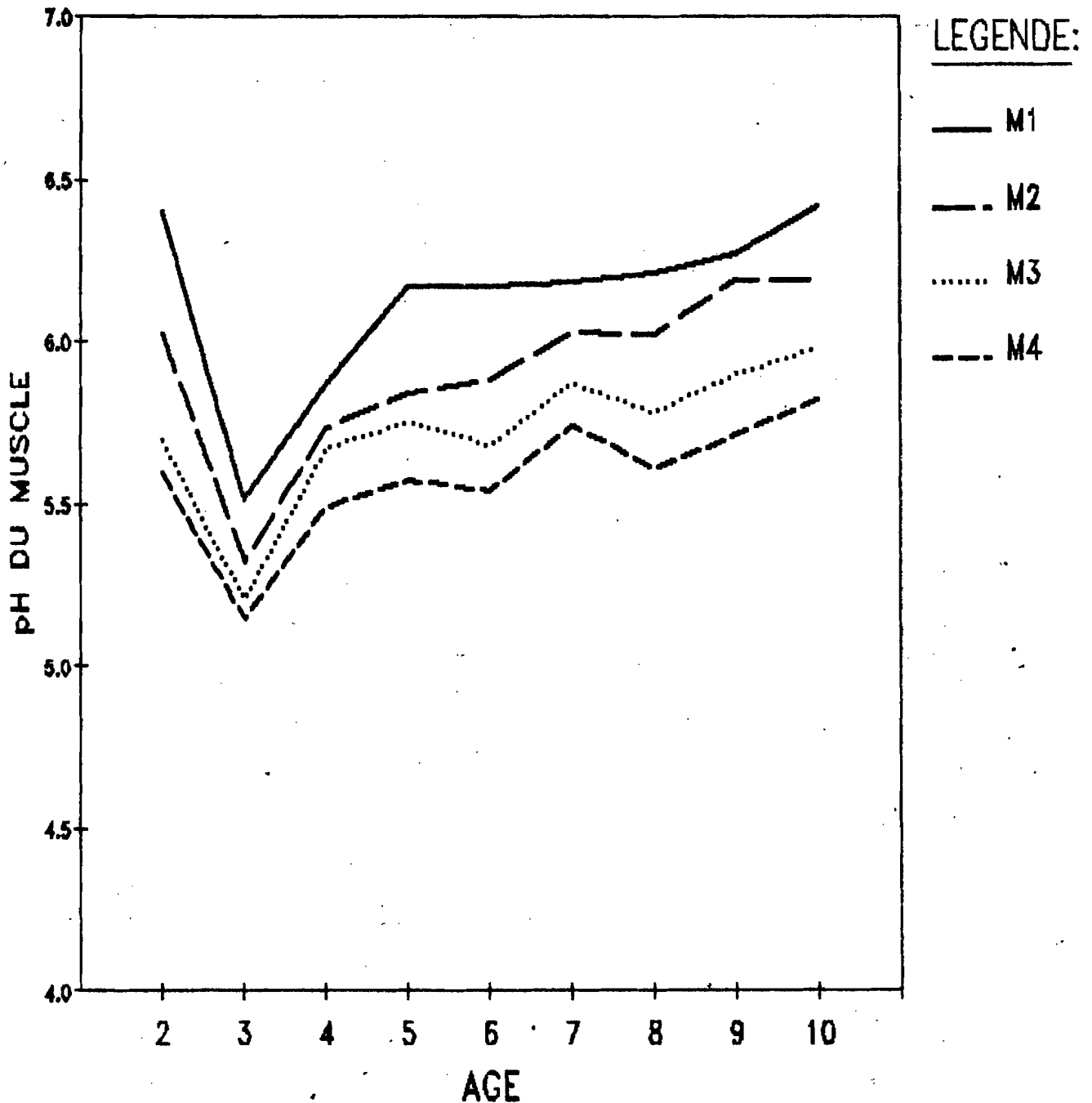
Cette constatation est manifeste sur les figures n° 12, n° 13, n° 14, n° 15.

FIG 4 : EVOLUTION POST-MORTEM DU pH
DU DEMI-MENBRANEUX EN FONCTION DE
L'AGE



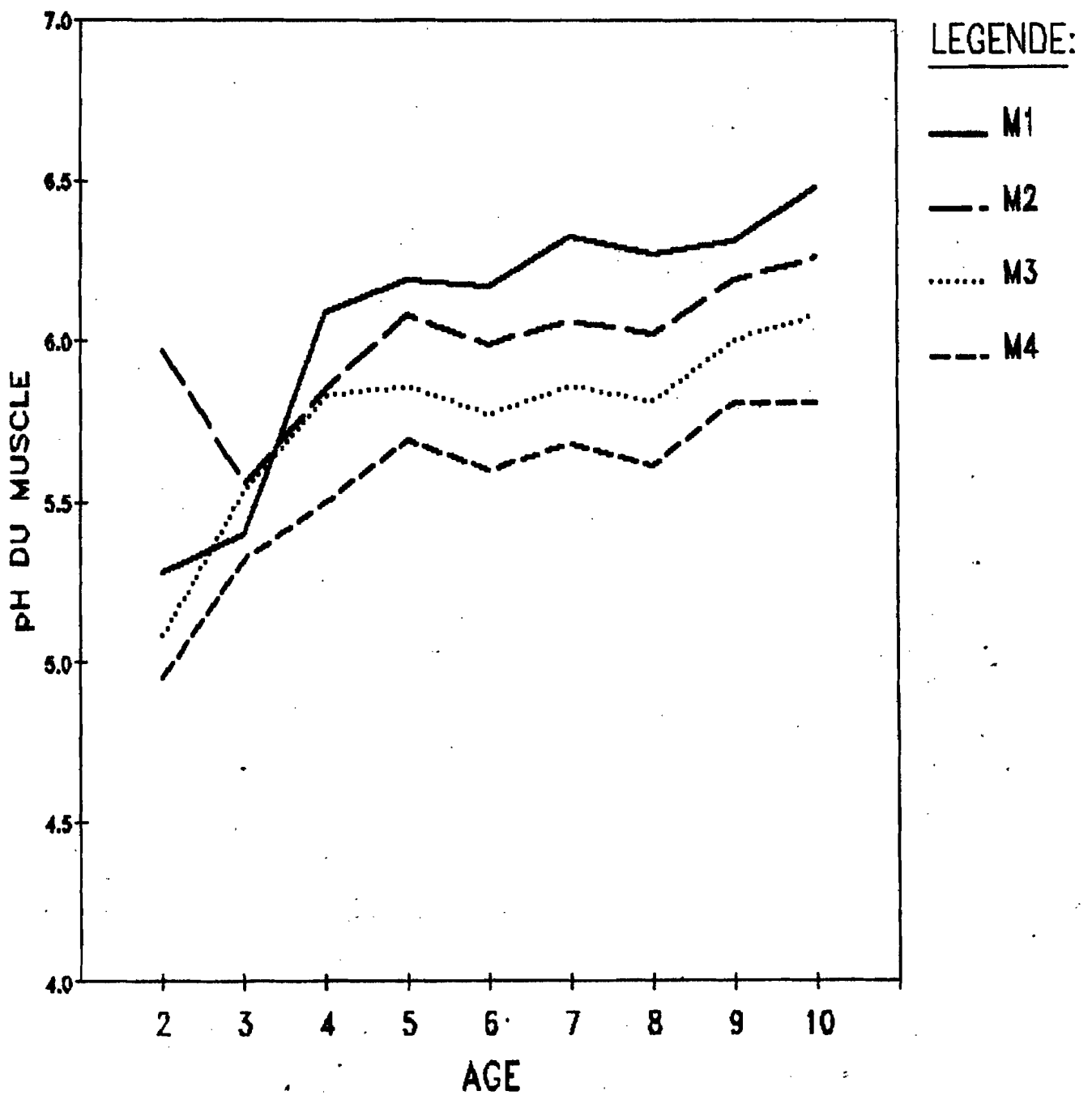
NB: M = MESURE

FIG 5: EVOLUTION POST-MORTEM DU pH
DU DEMI-TENDINEUX EN FONCTION DE
L'AGE



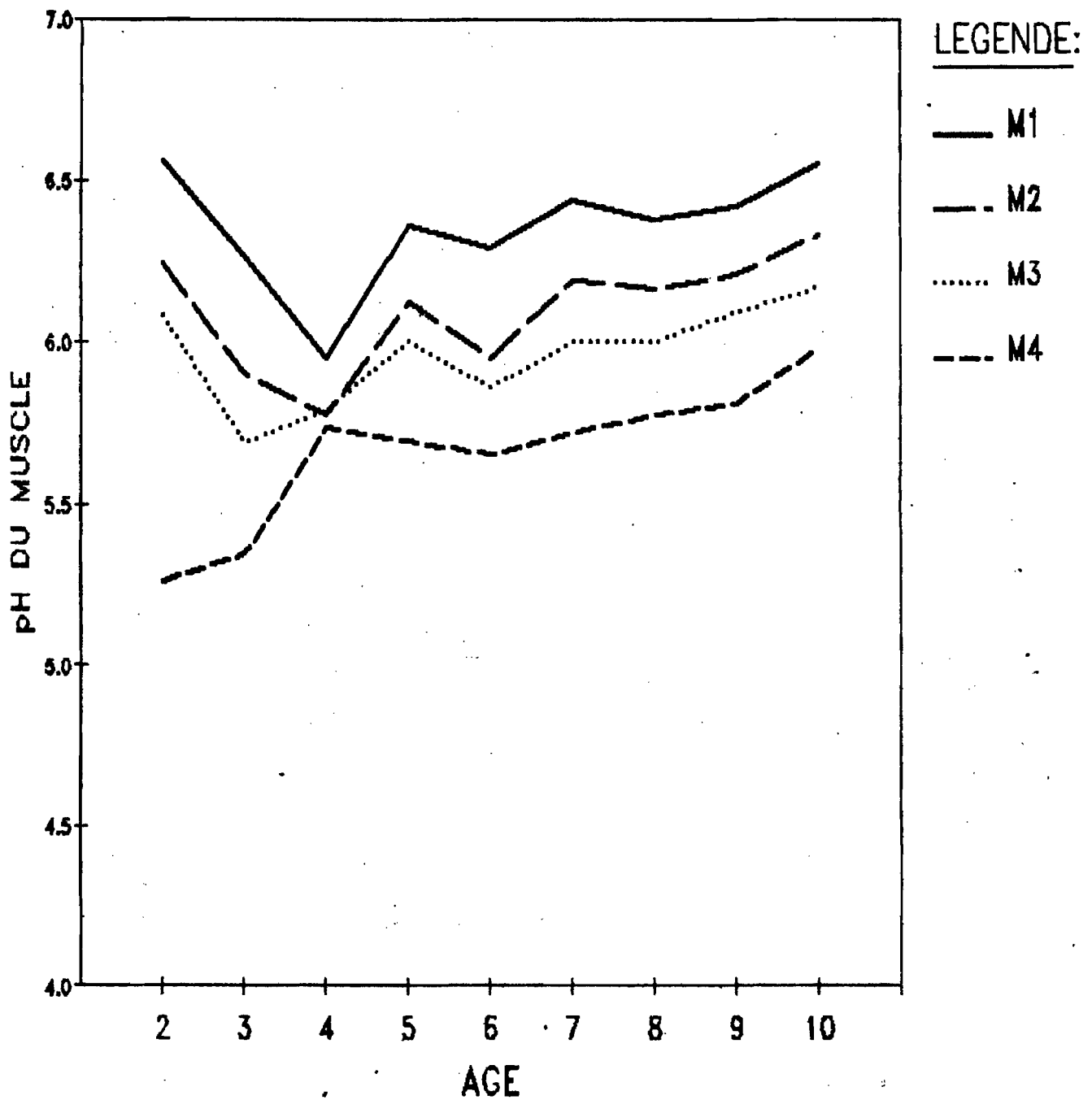
NB: M = MESURE

FIG 6 : EVOLUTION POST-MORTEM DU pH
DU LONG-DORSAL EN FONCTION DE
L'AGE



NB: M = MESURE

FIG 7: EVOLUTION POST-MORTEM DU pH
DU PECTORAL ASCENDANT
EN FONCTION DE L'AGE



NB: M = MESURE

FIG 8 : EVOLUTION POST-MORTEM DU pH
DES MUSCLES A LA PREMIERE MESURE
EN FONCTION DE L'AGE

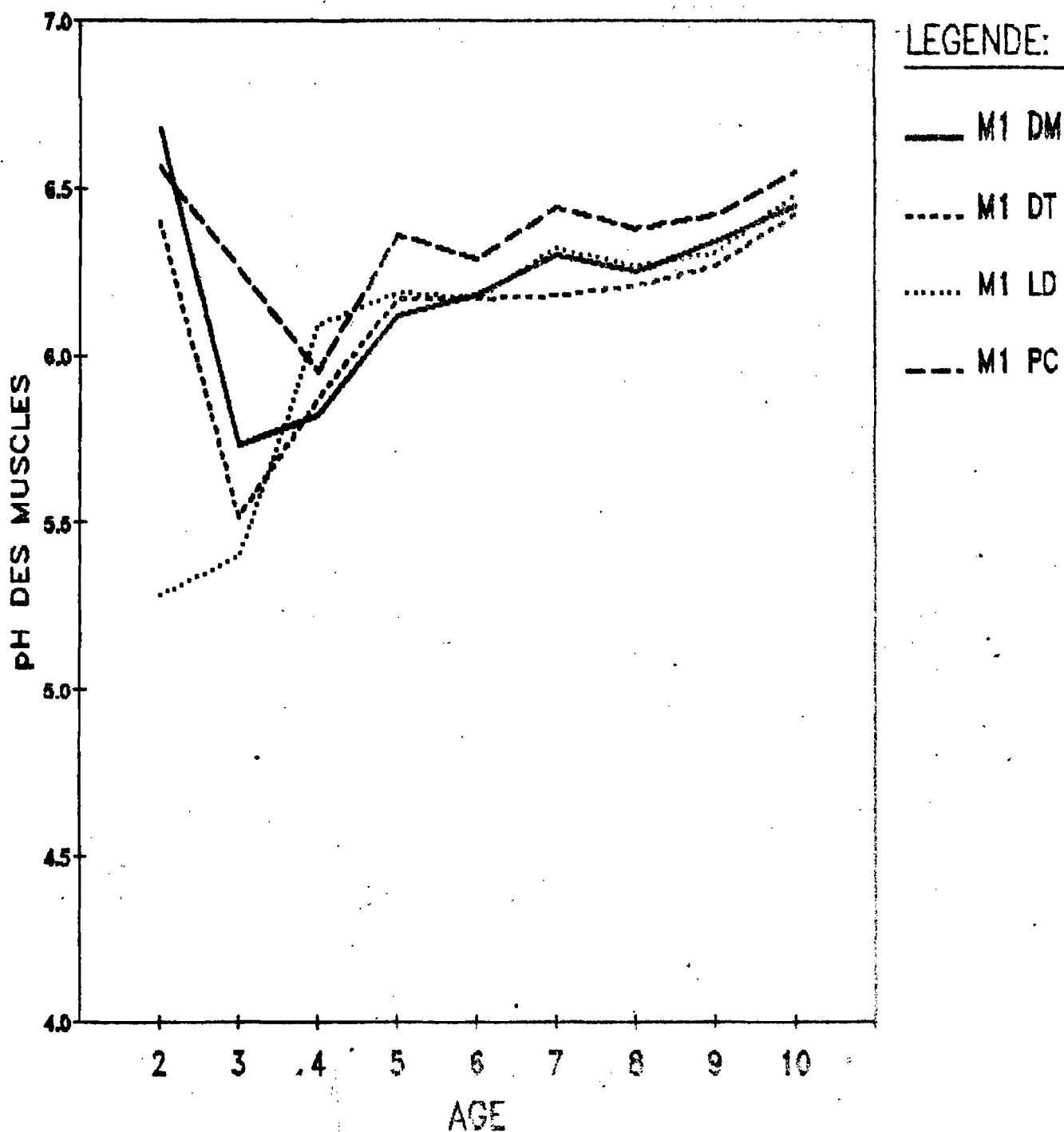


FIG 9 : EVOLUTION POST-MORTEM DU pH
DES MUSCLES A LA DEUXIEME MESURE
EN FONCTION DE L'AGE

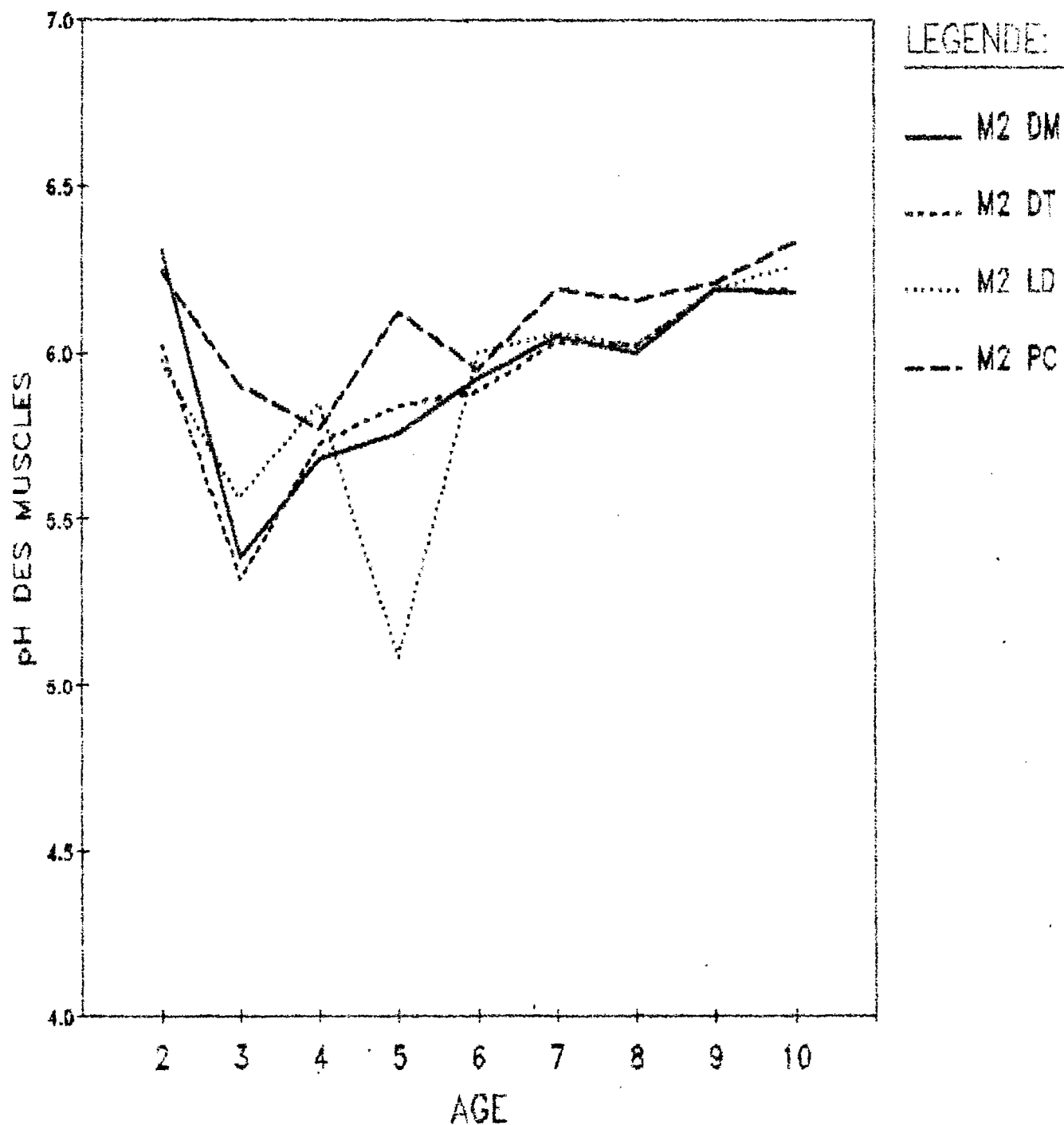


FIG 10: EVOLUTION POST-MORTEM DU pH
DES MUSCLES A LA TROISIEME MESURE
EN FONCTION DE L'AGE

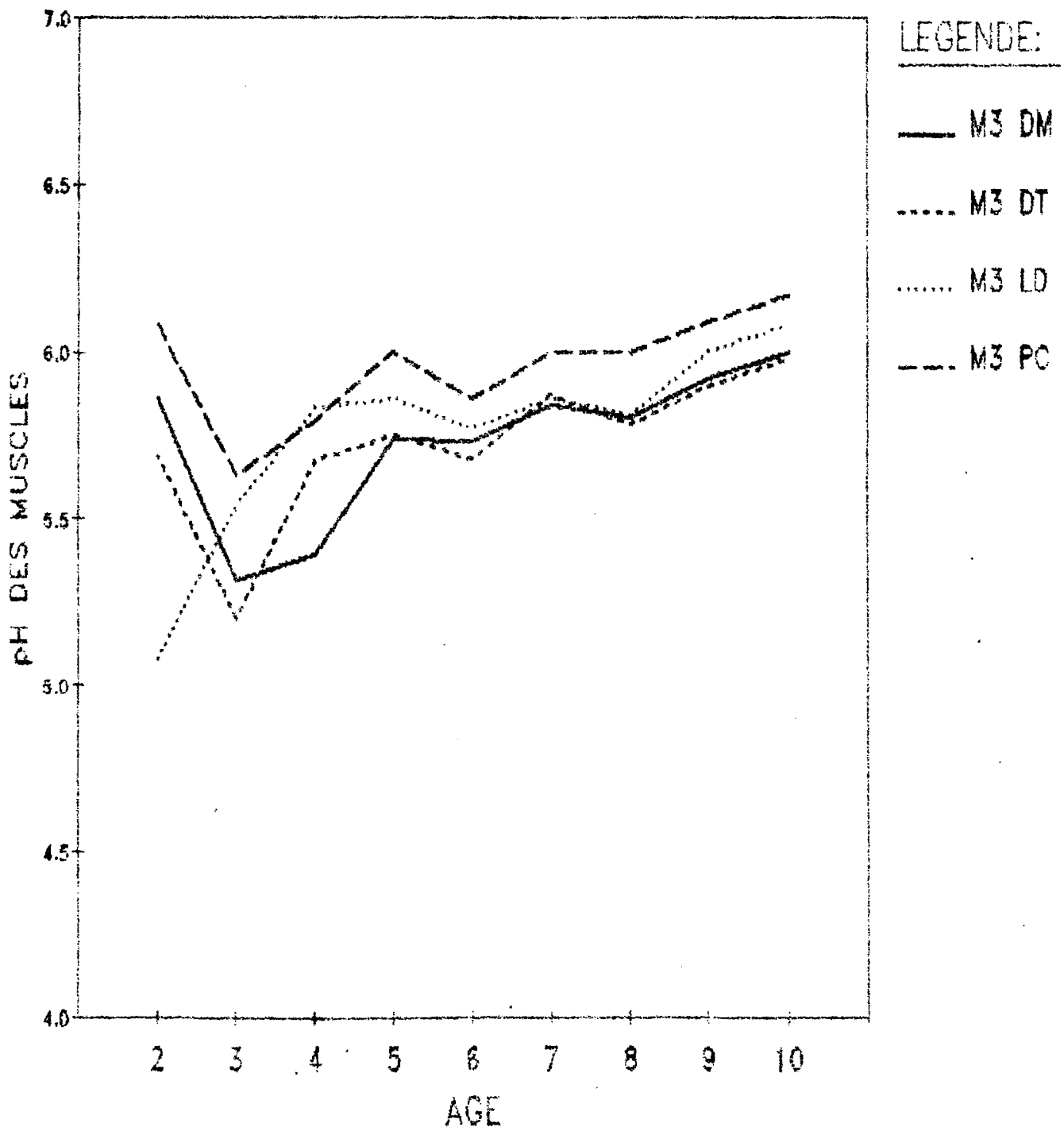


FIG. 11: EVOLUTION POST-MORTEM DU pH
DES MUSCLES A LA QUATRIEME MESURE
EN FONCTION DE L'AGE

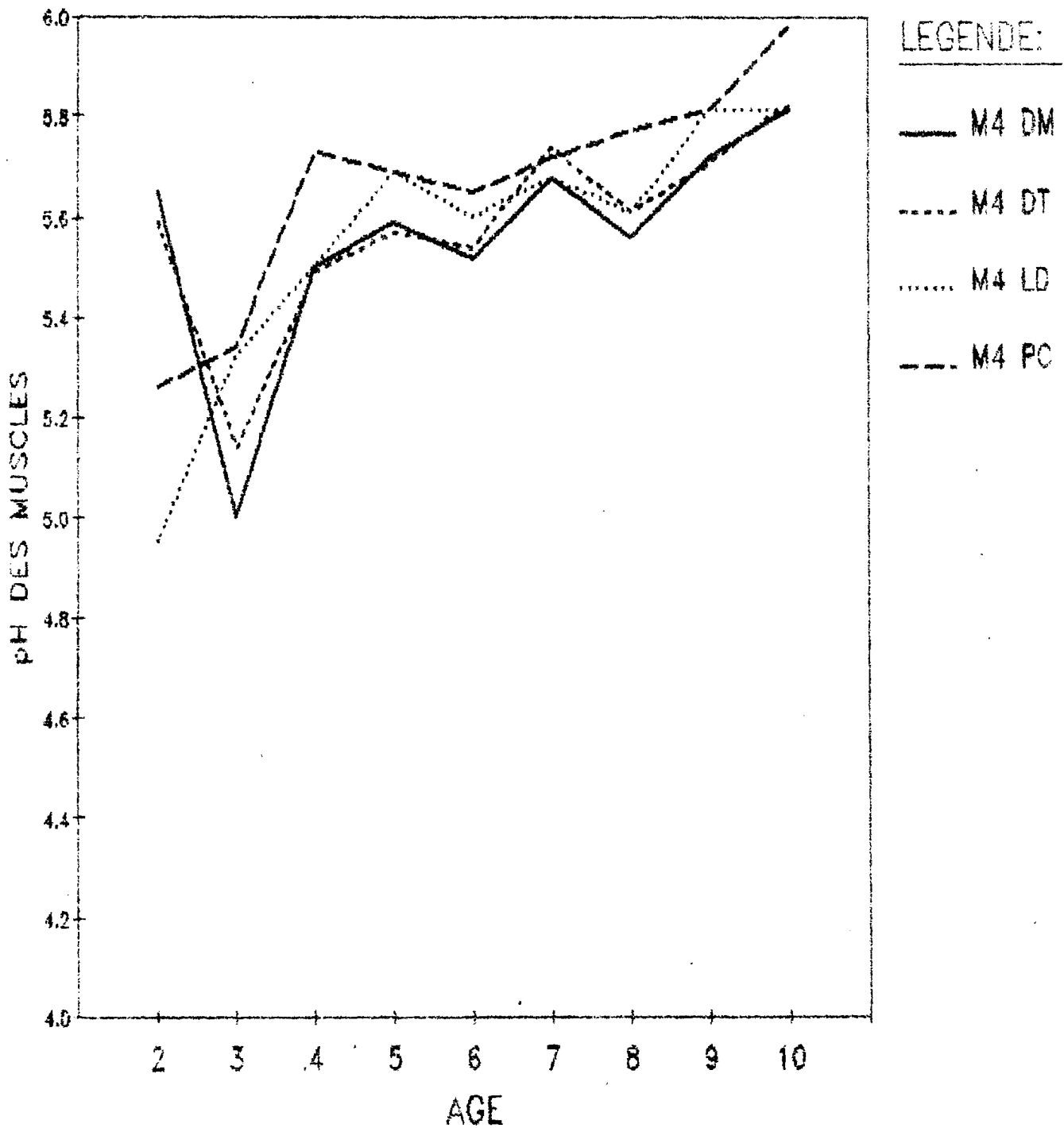


FIG 12: EVOLUTION POST-MORTEM DU pH
DU DEMI-MEMBRANEUX EN FONCTION
DU SEXE

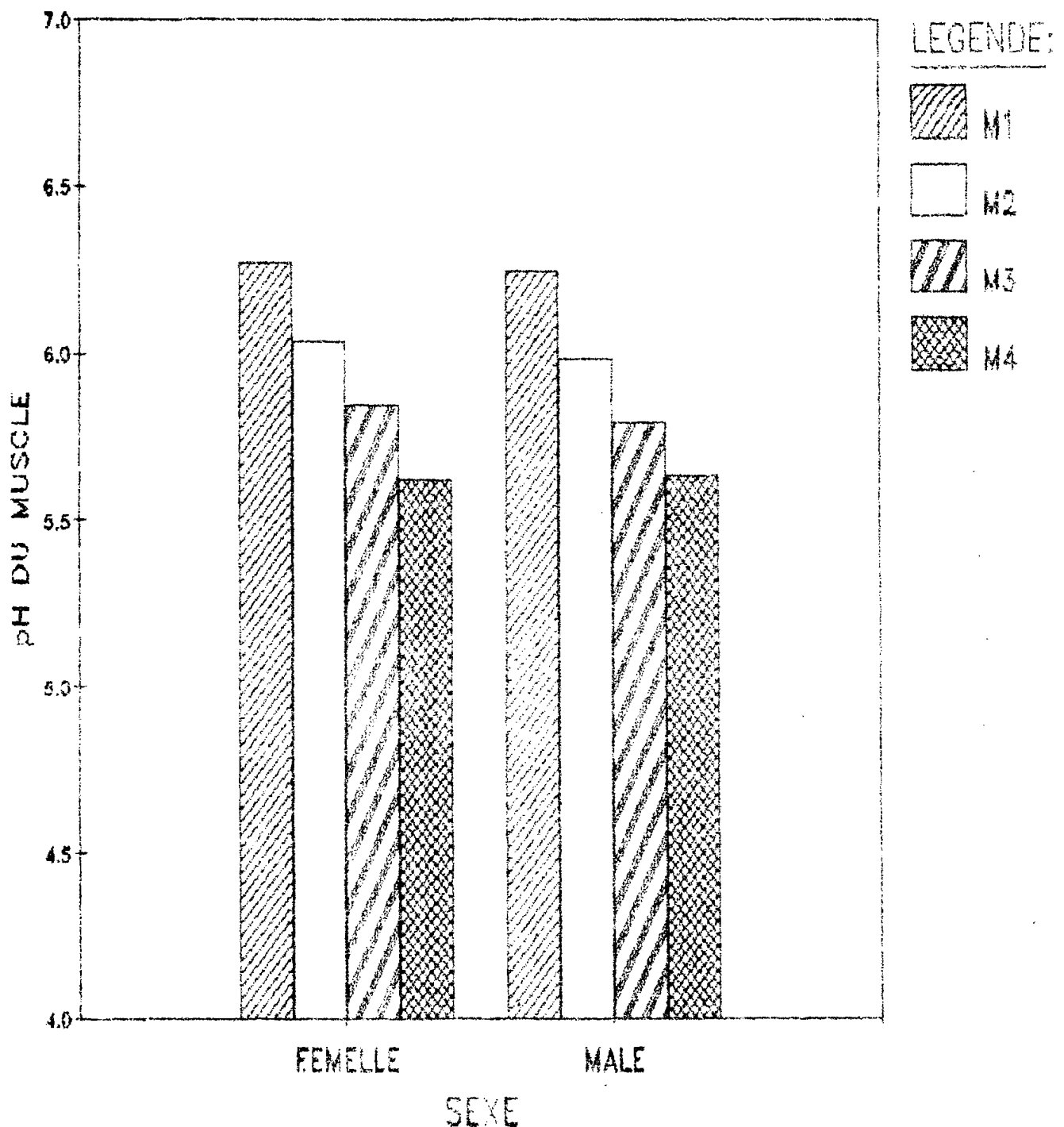


FIG 13: EVOLUTION POST-MORTEM DU pH
DU DEMI-TENDINEUX EN FONCTION
DU SEXE

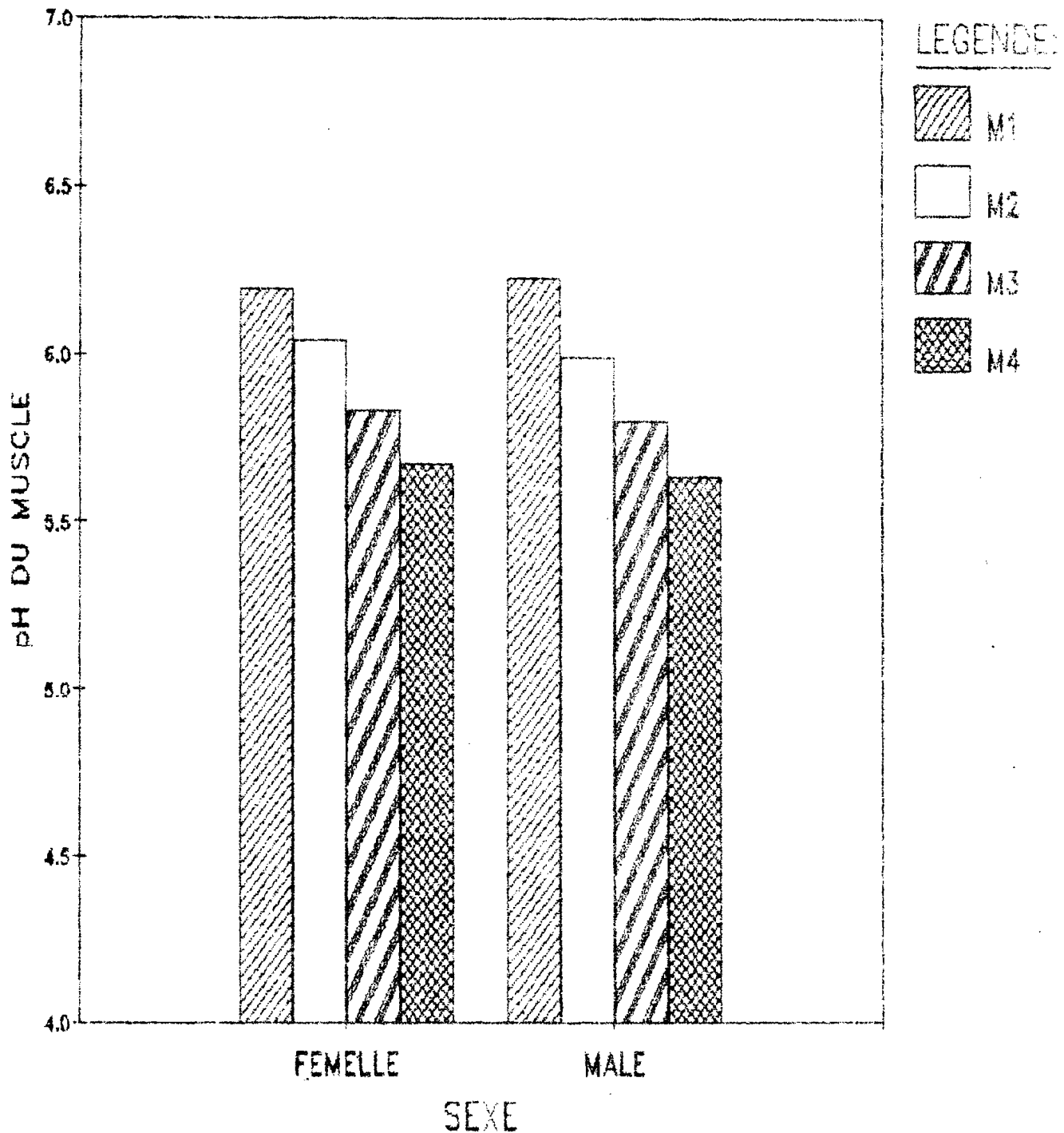


FIG 14: EVOLUTION POST-MORTEM DU pH
DU LONG-DORSAL EN FONCTION
DU SEXE

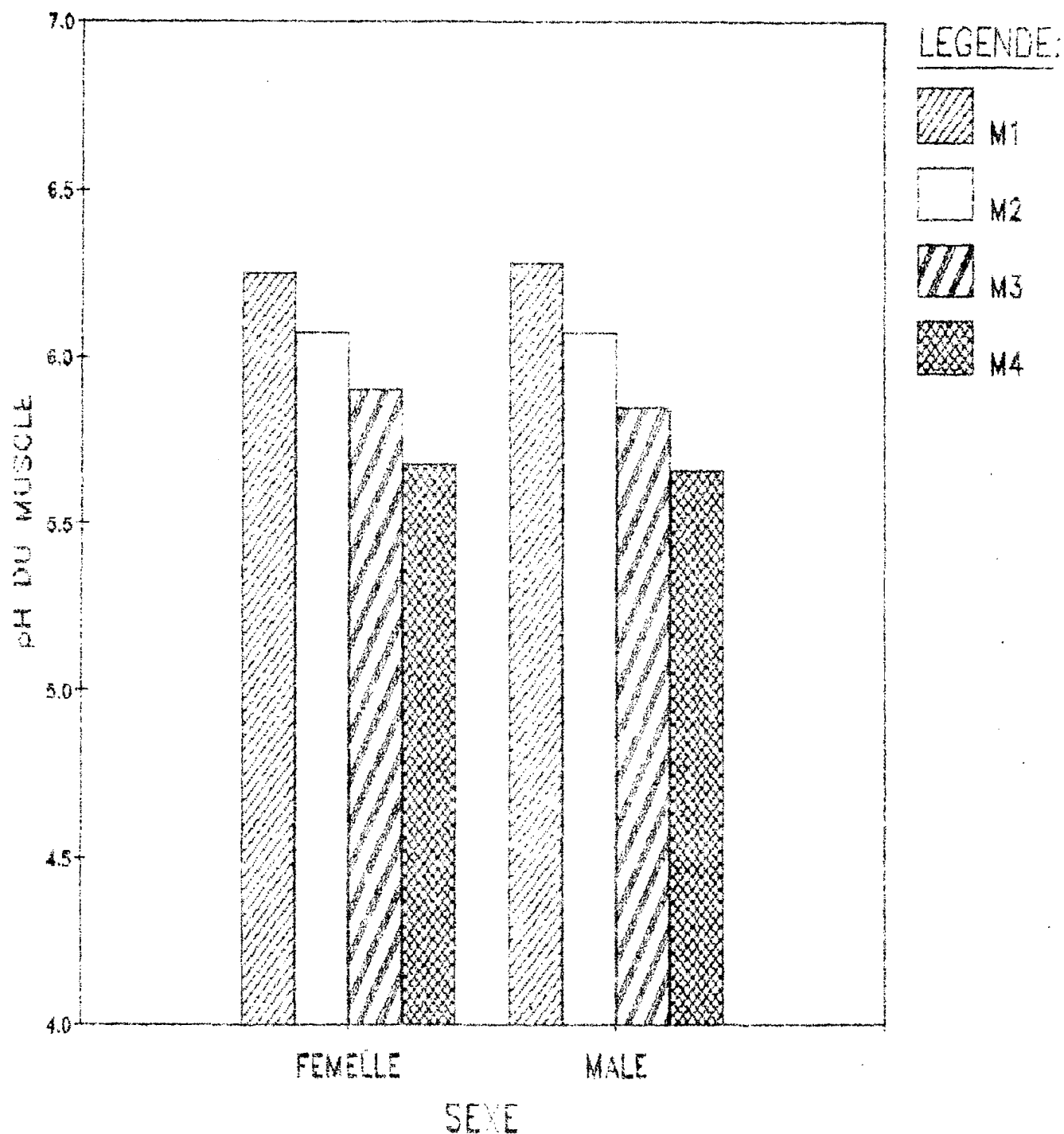
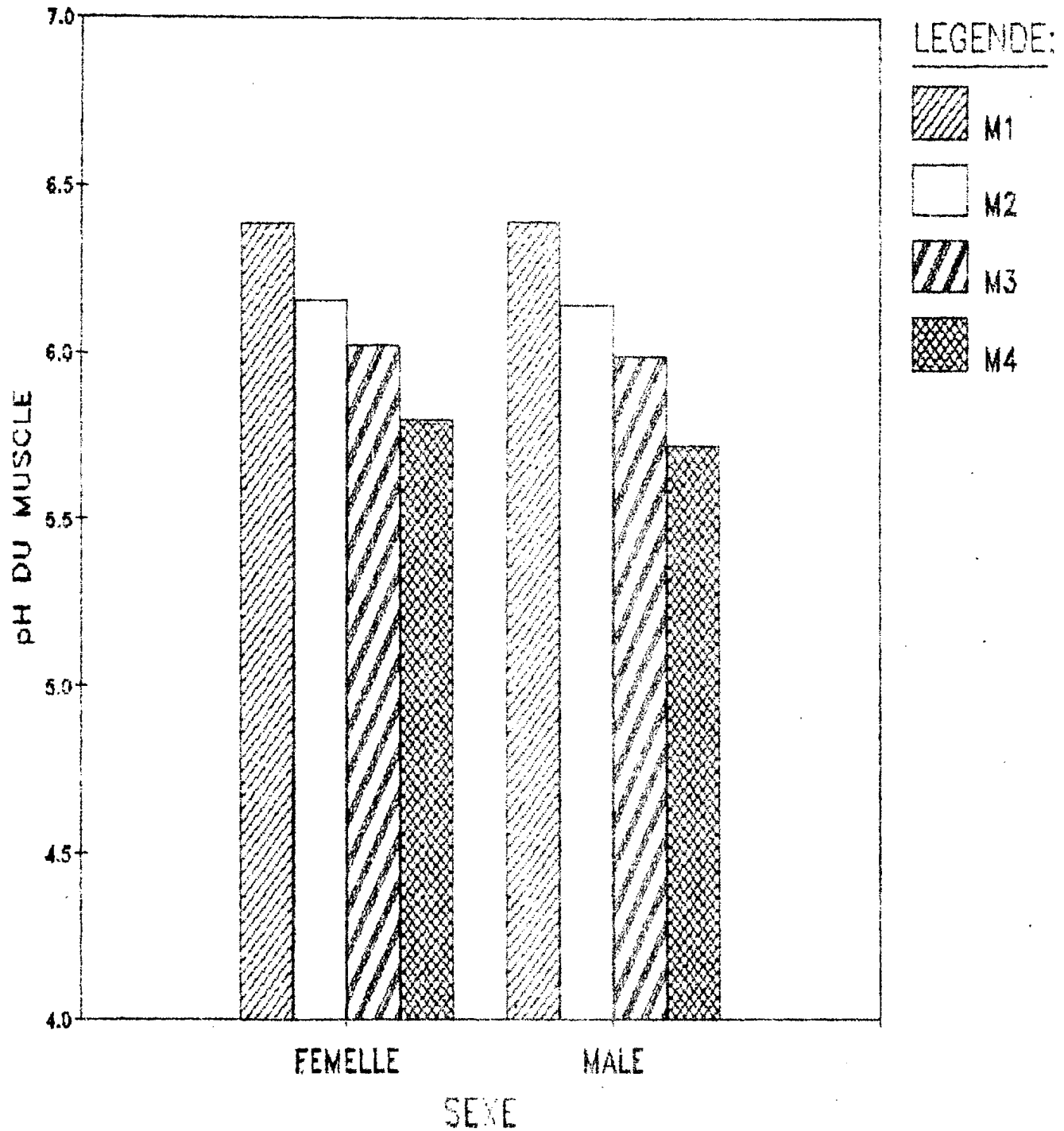


FIG 15: EVOLUTION POST-MORTEM DU pH
DU PECTORAL ASCENDANT EN FONCTION
DU SEXE



Les quatres figures précédentes ne montrent aucune relation directe entre l'évolution du pH musculaire et le sexe. Tout ce qui est évident, demeure la dimunition du pH musculaire en fonction du temps

1.1.2.3. Type de muscle

Il est établi que le pH musculaire n'est pas le même pour les différents muscles et même au sein d'un muscle il existe des variations suivant les parties : le pH ne sera pas le même à la surface et en profondeur (36).

Pour vérifier cette connaissance nous avons effectué 4 séries de mesures de pH sur 4 muscles à savoir le demi-membraneux, le demi-tendineux, le long dorsal et le pectoral ascendant (tableau n° 5).

Le χ^2 trouvé est 74,97 tandis que celui de la table pour un degré de liberté de 12 correspond à 32,90 au seuil 5 p.100.

C'est dire que l'évolution du pH entretient une relation de dépendance avec les types de muscle.

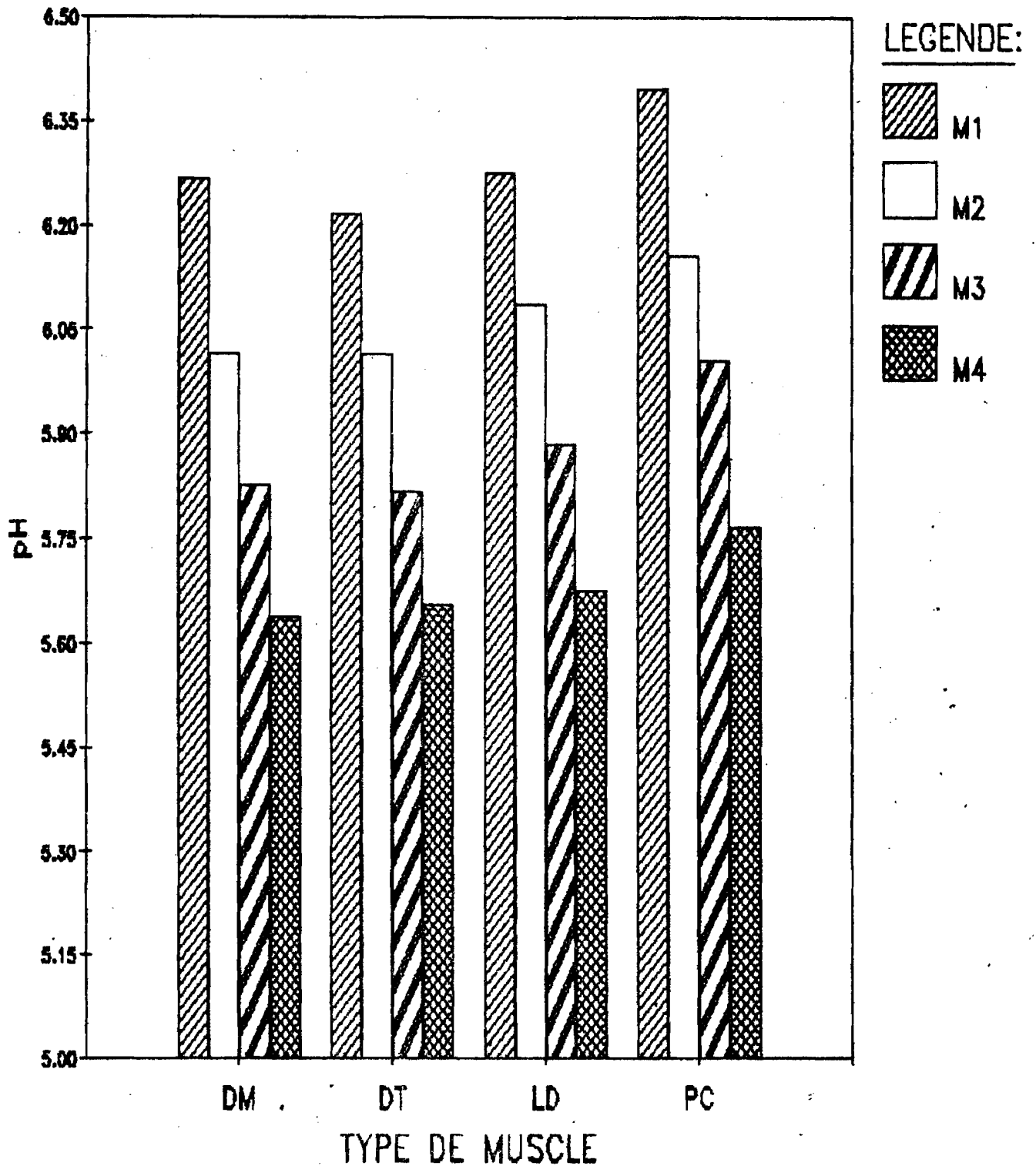
La valeur du F trouvée (1,75) est inférieure à celle lue sur la table $F_{13}^2 = 3,41$ pour alpha = 0,05.

La limite fixée par la table n'est pas dépassée, donc les muscles demi-membraneux, demi-tendineux, dorsal et pectoral ascendant ne diffèrent pas significativement du point de vue pH. (figure n° 16).

1.1.2.4. Température

Elle tient, son importance de la place occupée dans l'équation de NERNST pour déterminer le pH.

FIG 16 : EVOLUTION POST-MORTEM DU pH
EN FONCTION DU TYPE DE MUSCLE



Les résultats sont consignés dans le tableau n° 8

Tableau n° 8 : Températures en fonction des muscles

	DM	DT	LD	PC
T ₁	35	35	34	32
T ₂	28	28	24	21,5
T ₃	23,5	23,5	19	17
T ₄	13	13	12	12

Les températures de DM et DT sont rigoureusement identiques.

Le test X^2 réalisé montre une dépendance entre évolution du pH et température. Le X^2 calculé est 515,96 et le ddl = 6.

Le X^2 de la table est 12,89 au risque (5.p.100.

Le pH du muscle diminue par conséquent dans le même sens que la température. La chute de pH apparaît sur les figures n° 12, N° 13, n° 14, n° 15.

Une analyse de variance à un critère a été effectuée pour juger de la variation de la température durant le séjour de carcasses dans les chambres froides. Il ressort du test que les températures d'un muscle au cours du temps diffèrent significativement avec un risque de 1 p.100. En effet $F=61,56$ et $F_{13}^2 = 10,31$.

1.1.2.5. Temps

C'est un facteur très important pour l'évolution post-mortem de la viande et a été mis à profit dans la réalisation de notre travail en 4 séries de mesures.

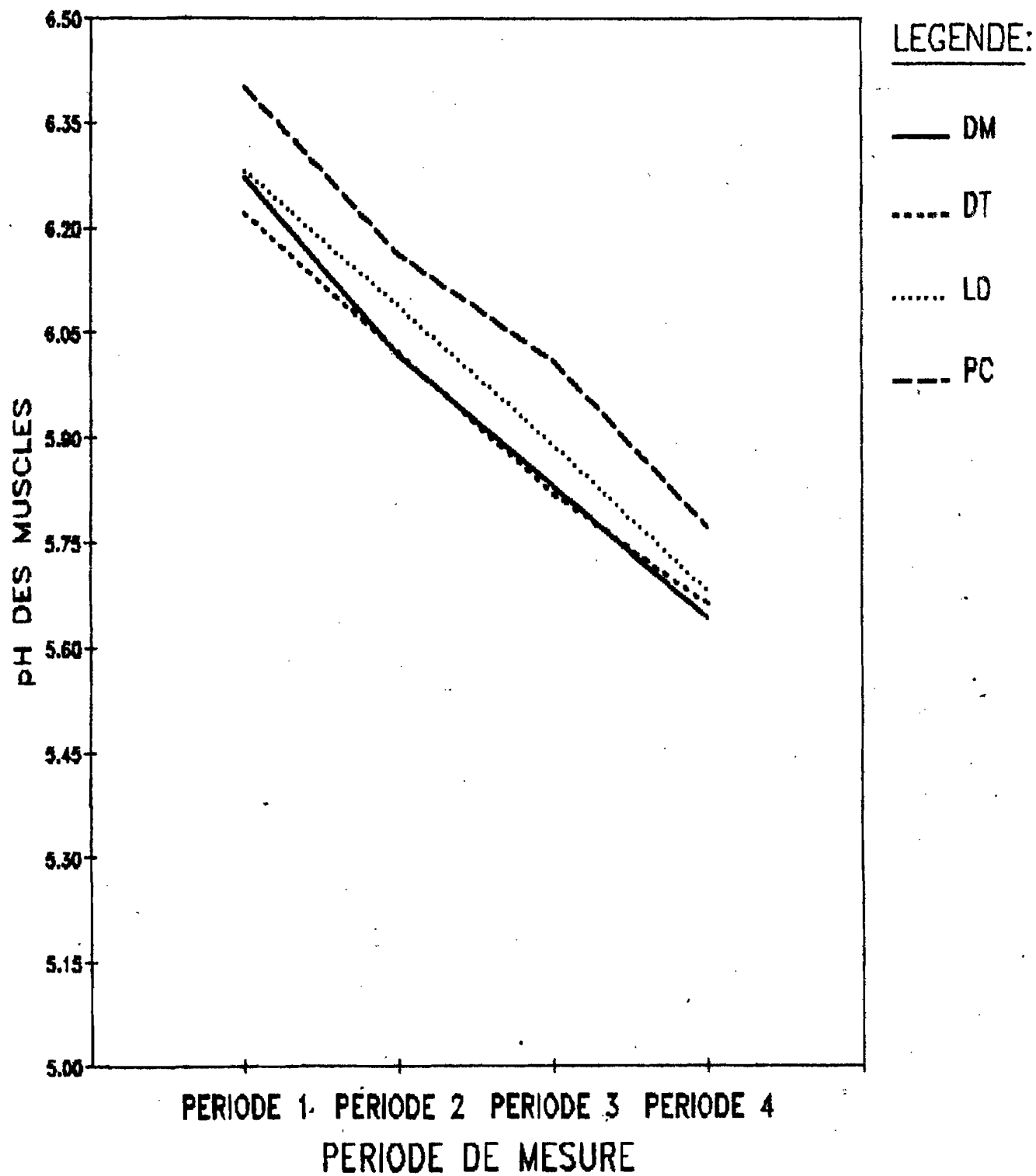
Tableau n° 9 : pH en fonction du temps (les températures correspondantes sont entre parenthèses).

Période 1 15 mn après abattage	Période 2 2 h après abattage	Période 3 5 h après abattage	Période 4 24 après abattage	Régions hébergeant les muscles
DM 6,27 (35)	4,02 (28)	5,82 (23,5)	5,64 (13)	Cuisse
DT 6,22 (35)	6,02 (28)	5,82 (23,5)	5,66 (13)	
LD 6,28 (34)	6,09 (24)	5,89 (13)	5,68 (12)	Dos
P 6,40 (32)	6,16 (21,5)	6,01 (17)	5,77 (12)	Poitrine

Pour tous les muscles, le pH diminue lorsque le temps après abattage augmente (figure n° 17). Cette baisse est presque du même ordre. Le test du χ^2 montre une dépendance nette entre le pH et le temps post-mortem ($\chi^2 = 1013,77$ ddl = 12 χ^2 de la table = 32;90)

L'intervalle de temps s'écoulant entre deux séries successives de mesures est suffisant pour faire apparaître une variation de pH significative (F tend vers l'infini tandis que $F_{13}^3 = 10,21$).

FIG 17: EVOLUTION POST-MORTEM DU pH DES MUSCLES EN FONCTION DU TEMPS



1.2. Discussion

Les résultats que nous venons de présenter ont permis de confirmer des connaissances jusque là théoriques pour les bovins sénégalais. Cependant quelques points méritent une attention toute particulière.

En effectuant les calculs nous avons été amené à considérer le pH moyen chez les animaux pour chaque class d'âge. Les moyennes obtenues sont purement arithmétiques, et ne permettent pas par conséquent de déterminer le pH de l'ensemble de la carcasse avec beaucoup de précision.

Selon Sornay (43) le pH de l'ensemble de la carcasse s'obtient d'après la prediction suivante :

$$\text{pH (carcasse)} = 1,2818 + 0,5780 \text{ pH (pectoral)} + 0,2049 \text{ pH (long dorsal)}$$

avec nécessairement 7 mesures pour déterminer le pH moyen d'un muscle.

Les conditions d'élevage et les particularités des animaux dans le milieu africain ne permettent pas d'appliquer cette formule.

Toujours est-il que si une erreur est commise par excès ou par défaut dans l'appréciation du pH de la carcasse en utilisant la moyenne arithmétique, le traitement est identique pour l'ensemble des 200 animaux. Si bien qu'une comparaison peut donner un minimum d'informations.

Les moyennes de pH obtenues déterminent des écart-types. La valeur la plus élevée est 0,43, inférieure à l'écart-type trouvée par Carlier et coll. (10) dans une étude du pH du long dorsal chez les taureaux : 0,46.

Sur les muscles la variabilité du pH n'est pas significative bien qu'il y ait une liaison significative entre le pH et le type de muscle. La détermination du pH de la carcasse à partir de certains muscles demeure plus que jamais logique.

Le sexe a permis de distinguer deux groupes d'animaux (mâle et femelle), les animaux castrés n'ont pas été identifiés parce que le tubérosité ischiatique et la racine du corps caverneux même si elles sont moins importantes que chez les mâles entiers sont toujours présentes.

D'après Carlier et coll. (10) le sexe représente un facteur intrinsèque de variation du pH musculaire. Mais le test du X^2 ne détecte pas une dépendance importante entre le pH et le sexe. Malgré l'existence d'une différence de pH significative. Cela veut dire, du moins pour nos animaux, que le caractère sexe pris isolément n'est pas suffisamment lié au pH pour l'influencer. par contre s'il est considéré en même temps que l'âge il contribue à déterminer l'état physiologique des animaux de chaque classe d'âge donc à faire apparaître une différence.

En effet par souci de préservation de l'espèce bovine, la réglementation sénégalaise n'autorise que l'abattage des mâles de plus de 2 ans et des femelles de plus de 10 ans. Le sexe fait donc une distinction entre deux types physiologiques. La température du muscle diminue au fur et à mesure de la durée d'entreposage. C'est la conduction qui en est responsable car le renouvellement de l'air ambiant autour de la surface corporelle (de convection) ne fait qu'accélérer les pertes de chaleur par conduction. Donc la carcasse qui a une température en moyenne au début de 35°C, va perdre de la chaleur en échouffant le milieu ambiant (39). Ce refroidissement dépend pour l'essentiel de la différence de température entre la surface corporelle et le milieu ambiant, et des conductibilités thermiques prévalentes.

Quoiqu'il en soit le refroidissement sera progressif car la différence entre la température ambiante de la salle et la carcasse n'est pas fixe. L'écart de température important au départ tend à diminuer avec la durée d'entreposage. La carcasse tend de cette sorte à prendre la température de la salle.

La température des chambres froides n'est pas constante en fin de matinée; l'introduction des animaux fraîchement abattus et l'ouverture des portes favorisant une circulation d'air vers l'extérieur de sorte que la température ne peut pas descendre en dessous de 13°C.

Par contre durant la nuit les portes sont fermées, les carcasses produisent moins de chaleur tant et si bien qu'en début de matinée la température de la salle varie entre 8 et 10°C.

Sur toutes les carcasses les pH ultimes obtenus pour les différents muscles correspondent à des températures inférieures à 7°C (50). Le non respect de la réglementation entraîne non seulement une conservation inefficace mais également des risques pour le consommateur de se voir livrer une viande de qualité bactériologique, nutritionnelle et organoleptique défectueuse.

Sur la viande la température élevée n'est pas systématiquement synonyme de putréfaction. L'acidification est en effet un facteur défavorisant car généralement la putréfaction a lieu en milieu basique (pH supérieur à 7).

Les pH ultimes obtenus à l'abattoir de Dakar sont acides (variation entre 5,64 et 5,77).

La rigidité cadavérique a tendance à ne pas se manifester à 5 h après abattage.

Quant à la résolution de la rigidité cadavérique, les résultats ne traduisent pas une tendance. La déffailance peut avoir plusieurs origines :

- Une évolution post-mortem anormale du muscle due à une teneur en ATP encore élevée, provenant soit d'une faible chute du pH soit d'une absence de glycolyse anaérobie due par exemple à un épuisement physique de l'animal.
- Une diversité d'origine des animaux reflétant leurs conditions d'élevage.

- Des conditions d'élevage entretenant un stress constant voire chronique. Dans ce cas le pH ultime est trop bas inférieur à 5,5 avec une exsudation importante. La rigor mortis ne s'installe pas et on parle de viande fiévreuse. Le stress chronique peut également entraîner un pH ultime trop élevé supérieur à 6. Il y a alors une rétention du suc musculaire, le muscle est surcoloré, la rigor mortis est renforcée précoce et durable.

L'évolution qui vient d'être relatée n'est pas en corrélation parfaite avec celle de notre expérimentation. Par ailleurs il faut dire que la température élevée conduit à une rigidité cadavérique très courte.

La durée maximale de rigidité cadavérique normale allant de 5 h après abattage à 24 h après abattage (19 heures), on peut comprendre que dans notre étude, on ait pu trouver une rigidité cadavérique chez beaucoup plus d'animaux à 24 h qu'à 5 h après la mort.

L'enseignement à tirer est que la tendreté de la viande sera affectée. La tendreté en tant que telle se distingue en tendreté conjonctive et une tendreté myofibrillaire. La richesse du muscle en tissu conjonctif diminue la tendreté, c'est dire que l'espèce, la race, l'âge, l'activité et l'état d'engraissement influent considérablement sur ce critère.

La tendreté myofibrillaire dépend pour l'essentiel du complexe acto-myosine et par la même occasion du stade post-mortem. Elle est meilleure à la maturation et médiocre à la phase de rigidité cadavérique.

La tendreté tient son importance du fait que c'est le seul facteur intrinsèque de la qualité clairement identifié par le consommateur (35). Mais elle est difficile à définir avec précision (7) et par conséquent délicate à mesurer avec exactitude.

Bien que la tendreté n'intervienne qu'à la phase ultime de l'utilisation de la viande, elle conditionne une bonne part de la satisfaction du consommateur. Dans la définition de la

qualité (45) le consommateur tient une place de choix. En effet la qualité pour quelque chose c'est d'être bonne ou mauvaise pour le consommateur. Les viandes préparées à l'abattoir de Dakar ont un pH ultime variant entre 5,64 et 5,77 donc dans les normes définies par Legras (29).

De même le pH de la période de rigor mortis tel que défini par Legras est voisin de 6. Les températures ultimes sont presque les mêmes aussi bien pour les carcasses ayant une rigidité à 24 h que pour les autres.

Il semble donc pour notre échantillon, que la rigidité cadavérique est résolue à 24 h et que les variations observées relèvent des conditions d'élevage, de préparation de la viande et éventuellement à l'imprécision de la méthode.

Toutefois cette méthode d'appréciation de la rigidité cadavérique (signe de la poignée de main de Dedieu et LAFENETRE) est importante parce qu'elle indique une base de détermination de la qualité des opérations de préparation à l'abattoir de Dakar.

II. Proposition d'amélioration

En vue de satisfaire les besoins des utilisateurs des viandes (consommateurs, transformateurs), des améliorations dans le fonctionnement de l'abattoir de Dakar font partie des desiderata.

La persistance pour certains animaux de la rigidité cadaverique à 24 h après abattage, l'indépendance entre l'évolution du pH et le sexe, mais surtout les températures de stockage supérieures à 7°C constituent les principales cibles de la lutte à mener.

Pour surmonter l'ensemble des difficultés, il faut revenir à la notion de qualité alimentaire. En effet la qualité se définit comme un ensemble de qualités intermédiaires (45) que sont les qualités d'élevage, de transport, de stabulation, de saignée, d'habillage et de conservation.

L'élevage en Afrique répond à des particularités d'ordre climatique économique voire traditionnel. Ce qu'il faut chercher dans cette organisation est de maintenir les rendements de production des animaux. On constate que les animaux perdent du poids une fois hors des zones d'élevage, et entre les mains de gens ayant une préoccupation financière trop poussée, si bien qu'ils se soucient peu de leur marchandise quant à l'obtention d'un produit final de qualité.

Une solution est d'intégrer ces intermédiaires dans la société et leur faire comprendre le rôle qu'ils peuvent jouer dans la production des animaux.

Il est également possible de favoriser l'intervention des sociétés de développement ou des groupements d'intérêts économiques dans le circuit de la viande depuis l'élevage jusqu'au produit final.

D'un autre côté cette idée peut diminuer le nombre de personnes qui gravitent autour des animaux sur toute la chaîne de préparation à l'abattoir.

Le transport ne doit pas fatiguer les animaux. Si les conditions ne permettent pas l'utilisation de moyens de transport appropriés, le repos peut être envisagé aussi longtemps que nécessaire afin de reconstituer les réserves en glycogène.

Les parcs de stabulation accueillent un nombre trop important d'animaux si bien que pour les amener à la salle de saignée, il est indispensable d'utiliser un moyen trop persuasif tel que le coup de bâton ou de barre de fer. L'élargissement des parcs de stabulation remédie à la situation, dès lors la progression par le couloir d'amenée sera plus tranquille et moins stressante parce qu'il y aura moins d'animaux par enclos.

A la saignée un système de récupération du sang permettra d'éviter les glissades des animaux. L'idéal est de faire une saignée sur animal suspendu après étourdissement. La saignée est alors beaucoup plus complète.

L'étourdissement n'est utilisé que pour faciliter la saignée. Le temps que fait l'animal pour reprendre connaissance permet de le tuer en toute quiétude.

Même si la saignée se fait au sol, avec l'étourdissement les bovins sont moins stressés puisque dès leur entrée dans la salle, ils perdent connaissance.

A la salle d'habillage et dans les chambres froides, la présence de personnes étrangères à l'abattoir est telle qu'il est difficile de cerner l'ensemble des causes d'une évolution anormale de la viande. Si le sol de la salle d'habillage est nettoyé chaque jour, les murs et les plafonds restent longtemps sans recevoir de coup de balai encore moins de brosse. Il est vrai que le sol est plus souillé, après le travail quotidien que murs et plafonds, mais ces derniers n'entraveraient pas le maintien d'une hygiène dans la salle s'ils étaient nettoyés une fois le mois.

Après la préparation de chaque animal les couteaux, scie de fente, écarteurs, balancelles à viscères digestifs, à défaut de stérilisation, doivent être nettoyés. Au moment

d'utilisation de ces instruments l'inspection sanitaire post-mortem n'est pas encore intervenue et peut déceler des affections zoonotiques.

Les carcasses préparées avec ces mêmes instruments souillés, augmentent les risques de maladie pour le consommateur par ingestion de germes responsables. Les risques persistent aussi pour les transformateurs par le contact. Même s'il n'y a pas d'affection zoonotique chez un animal, il est raisonnable d'éviter que les particularités d'une carcasse, pouvant être la cause d'une mauvaise évolution de la viande, se répande sur les autres bovins.

Par conséquent les crochets nécessitent également un nettoyage. Ce temps est à situer avant le démarrage du travail, le matin, car ils suspendent les animaux déjà préparés, dans la chambre froide jusqu'à la vente.

L'élément humain est important par les problèmes qu'il pose au respect de l'hygiène du milieu. Il faut l'éduquer, diriger son activité et lui faire comprendre que la stricte observance des règles de l'hygiène répond à une nécessité et n'est pas simplement imposée pour le brimer (31).

La première mesure d'organisation consiste à interdire l'accès de l'abattoir à toute personne non autorisée et à réduire au maximum les autorisations.

Le personnel de l'abattoir se doit de veiller :

- à son propre hygiène corporelle,
- au respect du secteur propre et à ne pas le souiller
- à ne pas avoir de contact des mains avec le cuir puis avec les parties dépouillées de la carcasse.

La conservation doit permettre d'obtenir des températures inférieures ou égales à 7°C à coeur des carcasses.

Il est vrai que les animaux fraîchement abattus, une fois dans les chambres froides voient leurs températures baisser

rapidement. Mais un effort mérite d'être accompli au niveau de la maintenance des appareils pour éviter les pannes et que ceux-ci puissent produire une température acceptable même s'ils ne sont pas neufs.

L'effort doit également être axé sur une synchronisation du destockage, afin d'ouvrir la salle de réfrigération le moins possible.

L'élément fondamental de la conservation est la non contamination des carcasses sur toute la chaîne mais surtout dans les chambres froides, car une contamination réduirait à néant toutes les mesures d'hygiène prises à l'abattoir.

Ainsi pour la manutention à défaut d'un emballage évidemment non contaminé, les ouvriers peuvent se voir imposer une tenue constamment propre.

Toutes ces suggestions favorisent la gestion de la qualité. En effet d'après Diouf (17) la gestion de la qualité est la mise en oeuvre optimale de l'ensemble des paramètres entrant dans la fabrication d'un produit pour qu'il soit de bonne qualité tout en minimisant la non qualité.

Si après toutes ces améliorations, des difficultés d'interprétation de résultats persistent, elles seraient mises sur le compte des particularités de nos races.

C O N C L U S I O N G E N E R A L E

=====

Cette étude avait pour but de suivre l'évolution du pH et de la rigidité cadavérique sur les carcasses de bovin à l'abattoir de Dakar.

Pour chaque animal nous avons effectué 4 séries de mesures de pH musculaire et de température à 15 mn, 2 h, 5 h et 24 h après abattage.

Les muscles concernés furent le demi-membraneux, le demi-tendinaux le long dorsal et le pectoral ascendant.

Sans modifier le mode de fonctionnement de l'abattoir des résultats intéressants ont pu être obtenus. En effet un certain nombre de données sont confirmées, tandis que d'autres mettent en évidence les particularités de l'abattoir de Dakar.

L'enquête menée n'a pas fait le tour des paramètres intervenant dans l'évolution du pH de la rigidité cadavérique sur les carcasses de bovins. Il convient de dire que ceux qui n'ont pas été considérés ne sont pas accessibles, du moins dans les conditions actuelles du fonctionnement de la chaîne de production de la viande.

Présentement nous sommes en mesure d'affirmer que chez les bovins abattus à Dakar, le pH évolue en fonction de l'âge du type de muscle, de la température et du temps.

Les individus les plus âgés enregistrent des pH beaucoup plus basiques.

L'augmentation de la durée après abattage correspond à une diminution de la valeur initiale du pH.

Par contre une baisse de la température signifie une chute du pH depuis son niveau de 6,30, relevé à 15 mn après la saignée, jusqu'à 5,77 à 24 h après saignée.

Quant à la rigidité cadavérique, elle semble s'installer et disparaître entre 5 h et 24 h. C'est donc dire que l'évolution a une tendance normale.

Le travail montre l'importance du pH pour juger la qualité de la viande. Cette caractéristique de la denrée résulte d'un ensemble de qualités intermédiaires, depuis l'élevage jusqu'au stockage.

La bonne réalisation des opérations intermédiaires est de nature à proposer aux consommateurs des produits jouant le rôle qui leur est dévolu dans la marche vers l'autosuffisance alimentaire.

Pour atteindre cet objectif, il faut disposer d'aliments suffisants c'est-à-dire de produits qui dépassent le rôle de lest et s'orientent vers une couverture des besoins nutritifs.

Cette étude doit être poursuivie pour pouvoir inclure les paramètres présentement non exploitables eu égard aux conditions de préparation des animaux et par là même, mettre en évidence les particularités des bovins sénégalais.

B I B L I O G R A P H I E
=====

1. Asgar (A) et Pearson (A.M.) : Influence of post-mortem upon muscle composition and meat quality, advances in foode research, 1980, 53 p.
2. Banfield (F.H) : Chemistry industry. 411 J. soc. 1935 54 p.
3. Bate - smith (E.C) : The physiology and chemistry of rigor mortis with special reference to the aging of beef advance food research, 1, 1948.
4. Bate - smith (E.C) and Bendall (J.R) : Determining the time course of rigor mortis.110. J. physiology : London 1949. 47 p.
5. Bendall (J.R) : Post mortem changes in muscle, a, vol. II. New-York : Bourne (GH, 1973, 234-309. The structure and function of muscle.
6. Bioblock scientific : Mesure du pH à l'aide d'un pH-mètre ILLKIRCH / 1989 pp. 289 et 279.
7. Boccard (M.R) : Qualité de la viande et races spécialisées, n° 32 vichy : colloque organisé par le centre national des expositions et concours agricoles dans le cadre des journées charolaises, 1974. 18 p. Cahiers CENECA.
8. Eriskey (E.J) : In journal of animal science n° 19, 1960, 404 p.
9. Callow (E.H) : Annual report of food investigation. Londres 1938. 45 p.
10. Carlier (V), Logerot (B), Carlier (P) et Rozier (J) : Etude de quelques paramètres du pH ultime des viandes de bovin-RTVA Janvier/fevrier 1983, pp. 3-8.

11. Cassens (R.G) et New bold (M.P) : In Journal of food science, n°3, 1937, 269 p.
12. Cheftel (J.C) et Cheftel (H) : Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments : volume 2, Paris : entreprise moderne d'edition, 1977, 420 p. techniques et documentation.
13. C.I.P.E.A. : Le bétail trypanotolérant d'Afrique Occidentale Centrale. Tome 1, Addis-Abeba, FAO- PNUE, 1979, 300 p.
14. C.N.E.R.N.A. : Hygiène et technologie de la viande fraîche. Paris : centre national des études et recherches sur la nutrition et l'alimentation commission "viandes et produits carnés". 1982. 352 p.
15. Cuq (P) : L'âge des animaux domestiques : 3e édition Dakar EISMV 1975.
16. Dème (A) : Etude du circuit de distribution de la viande. Rapport de stage : Dakar : IUT; 1983, 25 p.
17. Diouf (A) : Introduction à la normalisation en tant qu'outil de développement et d'amélioration de la qualité. Atelier de normalisation de la qualité agro-alimentaire. Dakar : ISN du 7 au 11 decembre 1987. 6 p.
18. FAO - OMS : 8e rapport d'experts de la nutrition, Genève 1970.
19. Fournaud (J), Graffino (C) et Jacques (R) : Contamination microbienne des carcasses a l'abattoir - industries alimentaires et agricoles, 1978 pp.273-282.
20. Gueye épouse Cissé (B) : Contribution à l'étude de la gestion de la qualité dans l'industrie des denrées alimentaires d'origine animale au Sénégal. Th. méd. vet. Dakar, 1989, n° 42.
21. Gueye (E) : Comportement ponderal des taurins NDama au cours des saisons sèches et pluvieuse : influence du regime alimentaire mars 1979 - CRZ - Kolda.

22. Hamon : Création, amélioration et performances d'une race de bovins de trait au CNRA de Bambey. Dans colloque sur l'élevage, Fort-Lamy : IEMVT pp. 503-514.
23. Hess (I) : Hygiène during meat production, in the microbiological safety of food. London academic press.
24. IEMVT : principales races d'animaux domestiques des zones tropicales d'Afrique et d'Asie du Sud-Est. Paris : Maisons Alfort, 1973 : 55 p.
25. Informations techniques des services vétérinaires : La viande : Hygiène et technologie, Paris, 1984, 292 p.
26. Journée (H.E) : Influence de quelques caractères zootechniques sur les principales caractéristiques physico-chimiques de la viande de bovins abattus entre 14 et 25 mois. Th. Docteur Ing. Dijon : 1976.
27. Laurent (C) : Conservation des produits d'origine animale en pays chaud. Presse universitaire de France, conseil international de la langue française. 1974, 154 p. Techniques vivantes.
28. Lawrie (R.A) : Meat science, 2e édition. Pergamon press LTD Headington hill, Hall, oxford : food science and technology. 419 p.
29. Legras (P) - O. Schmitt : La viande bovine Laboratoire de recherche sur la viande, paris : Institut technique d'élevage, 1973, 103 p.
30. Locker (R.H.), Hagyard (C.J) : A col shortening effects in beef muscles. J. sci. food res. 14- pp. 787-793.
31. Mann (I) : La préparation des viandes dans les pays sous développés : abattage - conservation. Cahier n° 70 Rome : FAO Progrès et mise en valeur agriculture. 205 p.

32. Marsh (B.B) : J. Sci. food agric. 1954, 5, 70.
33. Pitre (J) : Transformation du muscle en viande - facteurs de qualite des viandes - viande des bovins culars, Tome II. fascicule 1 Caen : institut du lait des viandes et de la nutrition, 1977, 398 p.
La viande connaissances biologiques et bases de la technologie.
34. Pugliese (P.L) et Calvet (H) : Type d'animal à traiter en embouche intensive ; résultats de 4 années d'expériences au Sénégal Dakar : IEMVT 1973 Colloque sur l'embouche intensive des bovins en pays tropicaux.
35. Ricard (M), Stephan (M), Loubet (E), Bobillot (J.P), Marie (D), Saint-Dizier (A) : Atlas de biologie- France : Stock, 1970, 566 p.
36. Reciprocal meat conference proceedings : the measurements of pH in muscle and its importance to meat quality vol. 36. North Dakota state university targo : american meat science association 1983.
37. Rouge (J.F) Le steak de l'an 2000. l'expansion 5-18 fèv. 1988 74-79.
38. Rozier (J) et Rosset (R) : Rec. med. vet. 4-297, 5-411, 6-573.
39. Ruckelshuck : Physiologie, pharmacologie, thérapeutique. Paris : Maloine S.A. 2^e édition, 1981, 611 p.
40. Stulze(H), Fischer (A) et Palitzsch (A) : Fleischtechnologie ernährungswirtschaft und lebensmittelrechtliche Konsequenze des tierschutzes beider tierrischen produktion. Schlacht und viehhofzeitung, 1972, 72, 4,116, 121.
-

41. Shoumkov (E.G) et Gorbataya (N.I) : Rapports 19e réunion Européenne des chercheurs en viande, Paris : 1973.
42. Soque (C) : Les outils de la gestion de la qualité
Dakar : ISN 21-23 Juin 1987. 16 p.
- 43 Sornay (J), Legras (P), Moran (J) : Cartographie du pH dans les carcasses des gros bovins, dans RTVA 1978
56 p.
44. Schwartz (D) : Méthodes statistiques à l'usage des médecins et biologistes, Flammarion médecine sciences,
3e édition, 1969, 318 p.
45. Technique et documentation : la qualité des produits alimentaires, politique, incitation, gestion et contrôle
Paris Lavoisier. 1985, 487 p.
46. Valin (C) : Stimulation électrique des carcasses.
Rev. Gen. froid 7 . 510-505.
47. Weil (J.H) : Biochimie générale, Paris : Masson,
5ème édition 1987.508 p.
Texte de législation senégalaise.
48. Décret 64087 du 6 février 1964. Arch. D.S.P.A.

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

"Fidèlement attaché aux directives de Claude BOURGELAT, fondateur de l'Enseignement Vétérinaire dans le monde, je promets et je jure devant mes maîtres et mes aînés :

- D'avoir en tous moments et en tous lieux le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire.

- D'observer en toutes circonstances les principes de correction et de droiture fixés par le code déontologique de mon pays.

- De prouver par ma conduite, ma conviction, que la fortune consiste moins dans le bien que l'on a, que dans celui que l'on peut faire.

- De ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la générosité de ma patrie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation.

QUE TOUTE . CONFIANCE ME SOIT RETIREE S'IL ADVIENNE QUE JE ME PARJURE"

Le candidat

Vu

Le Directeur
de l'Ecole Inter-Etats des
Sciences et Médecine Vétérinaires

Le Professeur Responsable
de l'Ecole Inter-Etats des
Sciences et Médecine Vétérinaires

Vu

Le Doyen
de la Faculté de Médecine
et de Pharmacie

Le Président du Jury

Vu et permis d'imprimer _____

Dakar, le _____

LE RECTEUR, PRESIDENT DE L'ASSEMBLEE DE L'UNIVERSITE DE DAKAR