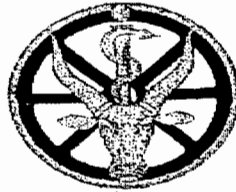


UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES
E.I.S.M.V.

ANNEE 1996



N° 48

**ETUDE DES RELATIONS ENTRE LES DIFFERENTS ESTIMATEURS
DE L'ETAT D'ENGRAISSEMENT DES CAPRINS TROPICAUX**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 17 Décembre 1996
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
pour obtenir le grade de **DOCTEUR VETERINAIRE**
(**DIPLOME D'ETAT**)

par

Otto - Vianney MUHINDA
né le 22 Août 1968 à Tambwe (RWANDA)

JURY

- Président : **Monsieur Moussa Lamine SOW**
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- Rapporteur : **Monsieur Charles Kondi AGBA**
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Membres : **Monsieur Assane MOUSSA**
Professeur à l'E.I.S.M.V.
- : **Monsieur Mamadou BADIANE**
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- Directeurs de thèse : **Madame Maïmouna CISSE**
Docteur ès Physiologie animale, chercheur à l'I.S.R.A.
- : **Monsieur Ayao Clément MISSOHOU**
Maître-assistant à l'E.I.S.M.V. de Dakar

ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES

**ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES
ET MEDECINE VETERINAIRES**



~*~

ANNEE UNIVERSITAIRE 1995-1996

~*~

COMITE DE DIRECTION

1. LE DIRECTEUR

- Professeur François Adéhayo ABIOLA

**2. LE DIRECTEUR ADMINISTRATIF
ET FINANCIER**

- Monsieur Jean Paul LAPORTE

3. LES COORDONNATEURS

- Professeur Malang SEYDI
Coordonnateur des Etudes
- Professeur Justin Ayayi AKAKPO
Coordonnateur des Stages et Formation
Post-Universitaires
- Professeur Germain Jérôme SAWADOGO
Coordonnateur Recherche-Développement

LISTE PERSONNEL DU CORPS ENSEIGNANT

. PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV

. PERSONNEL VACATAIRE (PREVU)

. PERSONNEL EN MISSION (PREVU)

. PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV (PREVU)

1. PERSONNEL ENSEIGNANT EISMY

A. DEPARTEMENT SCIENCES BIOLOGIQUES ET PRODUCTIONS ANIMALES

CHEF DU DEPARTEMENT

Professeur ASSANE MOUSSA

S E R V I C E S

1. - ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Kondi Charles AGBA
Mamadou CISSE

Maître de Conférences Agrégé
Moniteur

2. - CHIRURGIE - REPRODUCTION

Papa El Hassane DIOP
Mame Balla SOW
Ali KADANGA

Professeur
Moniteur
Moniteur

3. - ECONOMIE RURALE ET GESTION

Cheikh LY
Hélène FOUCHER (Mme)
Marta RALALANJANAHARY (Mlle)

Maître-Assistant
Assistante
Monitrice

4. - PHYSIOLOGIE-THERAPEUTIQUE-PHARMACODYNAMIE

ASSANE MOUSSA
Christain NGWE ASSOUMOU
Mouhamadou CHAIBOU

Professeur
Moniteur
Moniteur

5. - PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO
Jean Népomuscène MANIRARORA
Soulèye Issa NDIAYE

Professeur
Docteur Vétérinaire Vacataire
Moniteur

6. - ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Gbeukoh Pafou GONGNET
Ayao MISSOHOU
Roland ZIEBE

Maître-Assistant
Maître-Assistant
Moniteur

B. DEPARTEMENT SANTE PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENT

CHEF DE DEPARTEMENT

Professeur Louis Joseph PANGUI

S E R V I C E S

**1. - HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES ALIMENTAIRES
D'ORIGINE ANIMALE (H I D A O A)**

Malang SEYDI	Professeur
Mouhamadou Habib TOURE	Moniteur
Mamadou DIAGNE	Docteur Vétérinaire Vacataire

2. - MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Justin Ayayi AKAKPO	Professeur
Rianatou ALAMBEDI (Mme)	Maître-Assistante
Kokouvi SOEDJI	Moniteur

**3. - PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES
ZOOLOGIE APPLIQUEE**

Louis Joseph PANGUI	Professeur
Morgan BIGNOUMBA	Moniteur
Alexandre GITEGO	Docteur Vétérinaire Vacataire

**4. - PATHOLOGIE MEDICALE-ANATOMIE PATHOLOGIQUE
CLINIQUE AMBULANTE**

Yalacé Yamba KABORET	Maître-Assistant
Pierre DECONINCK	Assistant
Balabawi SEIBOU	Moniteur
Hamman ATKAM	Moniteur
Félix Cyprien BIAOU	Docteur Vétérinaire Vacataire

5. - PHARMACIE - TOXICOLOGIE

François Adébayo ABIOLA	Professeur
Papa SECK	Moniteur

II. - PERSONNEL YACATAIRE (Prévu)

. Biophysique

Sylvie GASSAMA (Mme)

**Maître de Conférences Agrégé
Faculté de Médecine et de Pharmacie
UCAD**

. Botanique

Antoine NONGONIERMA

**Professeur
IFAN
UCAD**

. Agro-Pédologie

Alioune DIAGNE

**Docteur Ingénieur
Département «Sciences des Sols »
Ecole Nationale Supérieure
d'Agronomie (ENSA)
THIES**

III. - **PERSONNEL EN MISSION (Prévu)**

. Parasitologie

- Ph. DORCHIES

Professeur
ENV - TOULOUSE

- M. KILANI

Professeur
ENMV - SIDI THABET

. Anatomie Pathologie Générale

- G. VANHAVERBEKE

Professeur
ENV - TOULOUSE

. Pathologie du Bétail

- Th. ALOGNINOUBA

Professeur
ENV - LYON

. Pathologie des Equidés et Carnivores

- A. CHABCHOUB

Maître de Conférences Agrégé
ENMV - SIDI THABET

. Zootechnie-Alimentation

- A. BEN YOUNES

Professeur
ENMV - SIDI THABET

. Denréologie

- J. ROZIER

Professeur
ENV - ALFORT

- A. ETTRIQI

Professeur
ENMV - SIDI THABET

. Physique et Chimie
Biologiques et Médicales

- P. BENARD

Professeur
ENV - TOULOUSE

. Pathologie Infectieuse

- J. CHANTAL

Professeur
ENV - TOULOUSE

. Pharmacie-Toxicologie

- L. EL BAHRI

Professeur
ENMV - SIDI THABET

- G. KECK

Professeur
ENV LYON

. Chirurgie

- A. CAZIEUX

Professeur
ENV - TOULOUSE

. Obstétrique

- MAZOUZ

Maître de Conférences
IAV Hassan II - RABAT

IV - PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV

1 - MATHÉMATIQUES

Sada Sory THIAM

Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

. Statistiques

Ayao MISSOHO

Maître-Assistant
EISMV - DAKAR

2 - PHYSIQUE

Issakha YOUM

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

. Chimie Organique

Abdoulaye SAMB

Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

. Chimie Physique

Serigne Amadou NDIAYE

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

Alphonse TINE

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

. Chimie

Abdoulaye DIOP

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

3- BIOLOGIE

. Physiologie Végétale

Papa Ibra SAMB

Chargé d'Enseignement
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

Kandioura NOBA

Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

4 - BIOLOGIE CELLULAIRE

. Reproduction et Génétique

Omar THIAW

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

5- EMBRYOLOGIE et ZOOLOGIE

Bhen Sikina TOGUEBAYE

Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

6 - PHYSIOLOGIE ET ANATOMIE COMPAREES DES VERTEBRES

Cheikh Tidiane BA

Chargé d'enseignement
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

7 - BIOLOGIE ANIMALE

D. PANDARE

Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

Absa Ndiaye GUEYE (Mme)

Maître-Assistante
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

8 - ANATOMIE ET EXTERIEUR
DES ANIMAUX DOMESTIQUES

Charles Kondi AGBA

Maître de Conférences Agrégé
EISMV - DAKAR

9 - GEOLOGIE

A. FAYE
R. SARR

Facultés des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

10 - TP

Maguette MBOW (Mlle)

Monitrice



DEDICACES

A mon père **Juvénal KANANGIRE** et à mon parrain **Théogène TWAGIRAYEZU**,
Je vous ai très tôt perdus de vue mais pas de cœur, que Dieu daigne accueillir vos âmes auprès de Lui.

A ma mère,
Recevez ce travail comme une part de ma reconnaissance pour tous les sacrifices consentis et un témoignage de ma profonde affection.

A mes frères et sœurs,
Les vrais mots me manquent pour exprimer mes sentiments pour vous, que Dieu nous prête longue vie.

A **Marie-Agnès MUKAZIBERA**,
"*Uraberewe mugenzi wanjye*", merci pour tout.

A tous mes amis, nombreux pour être cités ici.

Aux étudiants rwandais à Dakar.

A vous tous que j'ai connus, qui m'avez offert l'amitié, l'affection et l'hospitalité.

A ma promotion (22^{ème}) à l'E.I.S.M.V. et à notre marraine Salamata KANE.

A ma patrie le Rwanda,
Cet ouragan est trop fort mais il passera, pour que "le lait et miel se remettent à couler".

Au Sénégal, ma deuxième patrie, merci pour tout ce que tu m'as donné.

A NOS MAITRES ET JUGES

A **Monsieur Moussa Lamine SOW**, professeur à la Faculté de Médecine et Pharmacie de Dakar, Vous nous faites un grand honneur en acceptant de présider notre jury de thèse, malgré vos multiples occupations. Vos qualités scientifiques et humaines resteront pour nous un souvenir gravé à jamais. Hommage respectueux.

A **Monsieur Charles Kondi AGBA**, professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar et notre rapporteur, La spontanéité avec laquelle vous nous avez reçu dans votre service pour une partie de ce travail, vous l'avez renouvelée en acceptant de le rapporter. En plus, notre admiration pour vos qualités scientifiques et humaines tout au long de notre formation, a fini par créer une amitié qui a discrètement grandi. Veuillez trouver ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

A **Monsieur Assane MOUSSA**, professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar, Nous sommes très heureux de vous voir siéger dans notre jury de thèse après ces années de formation, de conseils et d'amitié. Vous êtes pour nous, l'exemple même de la simplicité, de la piété, de la sagesse, du sens du travail, de la responsabilité. Profonde gratitude.

A **Monsieur Mamadou BADIANE**, professeur agrégé à la Faculté de Médecine et Pharmacie de Dakar, Vous avez facilement accepté de siéger à cet auguste jury de thèse. C'est pour nous un réel plaisir de compter sur un homme dont l'envergure est la vôtre. Sincères remerciements.

A **Madame Maïmouna CISSE**, docteur ès physiologie animale, chercheur à l'I.S.R.A., Vous avez inspiré le sujet de notre thèse, initié et dirigé sa réalisation avec rigueur, franchise et disponibilité. Nous avons trouvé chez vous une forte personnalité et des qualités scientifiques et humaines qui nous resteront exemplaires. Vous nous avez initié à la recherche, et sans votre effort supplémentaire, nous n'aurions pas terminé ce travail dans de bonnes conditions. Trouvez ici notre humble reconnaissance.

A **Monsieur Ayo Clément MISSOHOU**, maître-assistant à l'E.I.S.M.V. de Dakar, C'est avec un immense plaisir et une entière disponibilité que vous nous avez dirigé dans ce travail. Votre gentillesse et votre compréhension ont renforcé notre admiration en votre personne. Que Dieu veuille bien vous pousser encore plus haut. Sincère gratitude.

REMERCIEMENTS

A vous tous qui, de près ou de loin, avez contribué à la réussite de ce travail,

Au Fonds Européen de Développement, pour m'avoir permis de mener mes études vétérinaires jusqu'au bout et pour tout votre soutien,

Au corps professoral de l'E.I.S.M.V. de Dakar, pour les connaissances acquises,

Au docteur Abdou FALL, chef de URA/PA à l'I.S.R.A., pour votre apport personnel à la fin de notre thèse,

Au docteur Yalacé Yamba KABORET, pour la disponibilité de son service,

Au personnel de L.N.E.R.V. de Hann, particulièrement au Labo Chimie, pour toute l'usure qu'a provoquée la faisabilité de ce travail,

Au personnel de la station de Sangalkam,

A Bayla DIAGNE, BOUGALEB et Mesdames DIAGNE et DIOUF, pour votre serviabilité,

A toi qui as retouché la dernière fois ce travail.

S O M M A I R E

INTRODUCTION GENERALE

PREMIERE PARTIE: NATURE ET IMPORTANCE DES RESERVES CORPORELLES, METHODES D'ESTIMATION
--

INTRODUCTION

Chapitre 1: NATURE ET IMPORTANCE DES RESERVES CORPORELLES

I. FRACTION LIPIDIQUE

- I.1: Adipocytogénèse et importance physiologique
 - a- Formation des tissus adipeux
 - b- Importance physiologique
- I.2: Nature des tissus adipeux
- I.3: Métabolisme des tissus adipeux

II. FRACTION PROTEIQUE

III. AUTRES FRACTIONS

Chapitre 2: METHODES D'ESTIMATION DES RESERVES CORPORELLES

I. METHODES DE LABORATOIRE

- I.1: Abattage et dissection
- I.2: Bilans alimentaires
- I.3: Dosage des métabolites sanguins
 - a- Lipoprotéine-lipase
 - b- Acides gras non estérifiés (AGNE)
 - c- Bétahydroxybutyrate
- I.4: Utilisation des marqueurs
 - a- Eau marquée
 - b- Urée
- I.5: Estimation par la composition du lait
- I.6: Taille des adipocytes
 - a- Définition
 - b- Mesure du diamètre adipocytaire
 - c- Relation entre le diamètre adipocytaire et l'adiposité totale
- I.7: Composition qualitative de la viande
 - a- Structure du muscle
 - b- Evolution musculaire
 - c- Qualité de la viande

II. METHODES DE TERRAIN

- II.1: La pesée
- II.2: La barymétrie
- II.3: La notation de l'état corporel

LISTE DES FIGURES

Pages

Figure 1: Schéma de l'essai, des abattages et des dissections	23
Figure 2: Schéma de la découpe	24
Figure 3: Evolution du poids vif et de la note d'état corporel au cours de l'essai alimentaire	32
Figure 4: Evolution de la hauteur au garrot et du périmètre thoracique au cours de l'essai alimentaire	34
Figure 5: Evolution de la hauteur aux sangles et de la longueur scapulo-ischiale au cours de l'essai alimentaire	35
Figure 6: Evolution de la longueur et de la largeur de la croupe au cours de l'essai alimentaire.....	36
Figure 7: Evolution de la longueur et de la largeur de la tête au cours de l'essai alimentaire.....	37
Figure 8: Paramètres de mensurations effectués sur les carcasses.....	39
Figure 9a: Diamètre des adipocytes correspondant aux notes 1 et 2.....	47
Figure 9b: Diamètre des adipocytes aux notes 3 et 4	48
Figure 9c: Diamètre adipocytaire correspondant aux note 5	49
Figure 10: Evolution de la teneur en lipides corporels (totaux, en g (a) ou en g/kg du poids vif vide (b) en fonction de la note d'état corporel chez les Djallonké	52
Figure 11: Evolution de la teneur en lipides corporels (totaux, en g (a) ou en g/kg du poids vif vide (b) en fonction de la note d'état corporel chez les sahéliennes	53

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Composition chimique et valeur nutritive de la ration	30
Tableau 2: Variation du poids vif, des paramètres de mensurations corporelle et de la note d'état corporel des chèvres au cours de l'essai alimentaire	31
Tableau 3: Variation des paramètres de mensuration et du poids des découpes de carcasses des chèvres avant et après abattage	38
Tableau 4: Variation de la note d'état et des paramètres de composition corporelle chez les chèvres abattues	43
Tableau 5: Composition chimique corporelle des chèvres abattues	44
Tableau 6: Notes moyennes attribuées par les observateurs aux chèvres abattues	45
Tableau 7: Diamètre adipocytaire (da) en μm	46
Tableau 8: Corrélation entre la note d'état et les paramètres de mensuration et de composition corporelle	50
Tableau 9: Caractéristiques du gras sternal et du poids des gras ruminal et périrénal par classe de note d'état	51

ABREVIATIONS

A.D.F. : Ad Detergent Fiber

A.G.N.E. : Acides Gras Non Estérifiés

C₁ : Cervicale 1

C_{x1} : Coccygienne 1

D₁ : Dorsale 1

F.A.O. : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

g/j : gramme par jour

g/kg : gramme par kilogramme

I.S.R.A. : Institut Sénégalais de Recherches Agricoles

L.N.E.R.V. : Laboratoire National de l'Élevage et de Recherches Vétérinaires

L₁ : Lombaire 1

M.A.D. : Matières Azotées Digestibles

M.A.T. : Matières Azotées Totales

M.G. : Matières Grasses

ml : millilitre

M.M. : Matières Minérales

M.O. : Matières Organiques

M.S. : Matières Sèches

NaCl : Chlorure de sodium

NDF : Non Detergent Fiber

° C : degré Celcius

P.V. : Poids vif

U.F. : Unités Fourragères

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

- a- Comment estimer la note d'état corporel
 - 1. *La notation visuelle*
 - 2. *La notation par palpation*

DEUXIEME PARTIE : ETALONNAGE DE LA METHODE DE NOTATION DE L'ETAT CORPOREL

INTRODUCTION

Chapitre 1: MATERIEL ET METHODES

I. MATERIEL

- I.1. Site de l'étude
- I.2. Grille de notation de l'état corporel
- I.3. Animaux et schéma de l'essai

II. METHODES

- II.1. Prélèvements et mesures
 - a- Quantités ingérées
 - b- Notes d'état corporel
 - c- Pesées et mensurations
 - d- Abattage et dissection
 - e- Diamètre adipocytaire
- II.2. Analyses chimiques
 - a- Composition chimique des rations
 - b- Composition chimique corporelle
 - Teneur en eau corporelle
 - Teneur en matière sèche
 - Teneur en matière minérale
 - Teneur en matière azotée totale
 - Teneur en matière grasse
- II.3. Analyses statistiques

Chapitre 2: RESULTATS ET DISCUSSION

I. RESULTATS

I.1. Valeur nutritive des rations, niveau de consommation et variation du poids vif et de la note d'état au cours de l'essai alimentaire

- a. Valeur nutritive des rations et quantités ingérées
- b. Evolution du poids vif et de la note d'état corporel
- c. Evolution des paramètres de mensuration corporelle
 - Hauteur au garrot

- Périmètre thoracique
- Hauteur aux sangles
- Longueur scapulo-ischiale
- Longueur et largeur de la croupe
- Longueur et largeur de la tête

I.2. Notes d'état et composition corporelle des chèvres

- a. Note d'état corporel
- b. Après abattage
- c. Après analyse chimique
 - Teneur en eau
 - Teneur en protéines
 - Teneur en lipides

I.3. Exactitude de la méthode de notation de l'état corporel

- a. Reproductibilité
- b. Signification biologique
 - Diamètre adipocytaire
 - Relation entre la note d'état et la teneur en lipides corporels

II. DISCUSSION

II. 1. Effet de la race et du niveau alimentaire sur les paramètres étudiés

II. 2. Validité de la méthode de notation de l'état corporel : Relations avec les autres estimateurs

CONCLUSION GENERALE

313: OP 2 ADP C

INTRODUCTION

La connaissance de l'évolution de la composition corporelle au cours de la croissance et de l'engraissement est une étape nécessaire à l'évaluation des besoins nutritionnels des animaux. Elle est quasiment inexistante en Afrique tropicale (RICHARD, 1988).

L'évolution du poids des organes et des composantes tissulaires (os, muscles, dépôts adipeux) au cours de la croissance chez les ovins est relativement bien connue grâce aux travaux réalisés depuis longtemps aux USA (LOHSE et al., 1971) en Nouvelle-Zélande (FOURIE et al., 1970; KIRTON et al., 1972) et en France (BENEVENT, 1971; BOCCARD et DUMOND, 1973). Par contre, les travaux sur l'évolution de la composition chimique ont été plus limités. Ils ont été souvent effectués sur une courte période de la vie, par exemple avant le sevrage (JAGUSH et al., 1970; ANDREWS et ORSKOV, 1970; KIRTON et al., 1974). Enfin ces études ont concerné des béliers castrés dont le développement est différent de celui des mâles entiers, de croissance rapide, utilisés en production de viande.

Dans le but d'estimer les besoins énergétiques et azotés, la composition corporelle des béliers Peul-peul a été étudiée au Sénégal avec des mesures indirectes de l'eau corporelle à partir de l'espace de diffusion de l'eau lourde (RICHARD, 1988). Chez la chèvre, les recherches ont été en général moins poussées, à plus forte raison celles sur sa composition corporelle.

Notre travail porte sur les relations entre les différents estimateurs de l'état d'engraissement des deux races caprines rencontrées au Sénégal (Djallonké et Sahélienne). Il comprend deux parties: la première est une synthèse bibliographique sur le thème étudié, et la deuxième partie, consacrée à l'expérimentation, rapporte le matériel et les méthodes utilisés, les résultats obtenus et leur interprétation.

Première partie

**NATURE ET IMPORTANCE DES RESERVES
CORPORELLES,
METHODES D'ESTIMATION**

INTRODUCTION

L'accumulation des graisses des réserves corporelles varie sous l'influence de nombreux facteurs. Ces variations ont des conséquences importantes sur la production quantitative et qualitative de la viande (BERANGER et ROBELIN, 1977 ; WILSON, 1987; POISOT, 1988b).

L'état d'engraissement est le poids des dépôts adipeux séparables par dissection, ou le poids des matières grasses déterminées par analyse chimique, dans la carcasse ou dans le corps entier de l'animal, rapporté au poids de la carcasse ou de la masse corporelle. Cet engraissement, dont dépend l'état corporel, est modifié par plusieurs facteurs longtemps étudiés et connus. Les plus importants sont l'alimentation (JARRIGE, 1972), le sexe (MUKHOTY et BERG, 1971) et le génotype (ROBELIN et GEAY, 1975).

①

Chapitre 1: NATURE ET IMPORTANCE DES RESERVES CORPORELLES

Les réserves corporelles sont essentiellement constituées par les lipides, et les protéines dans une moindre mesure.

I. LA FRACTION LIPIDIQUE

Elle constitue la plus grande réserve de l'organisme. Chez les ruminants, elle est la base de la production d'énergie dynamique de stockage à travers laquelle passe 10 à 80% du flux quotidien de l'énergie (EMERY, 1981). Elle joue un rôle de tampon énergétique entre les besoins des animaux et les apports de l'alimentation. Utilisés en période de forts besoins et de bilan énergétique négatif ou de déficit alimentaire, les lipides sont reconstitués en période de faibles besoins ou de pléthore alimentaire (POISOT, 1988a).

Ces lipides déterminent la valeur commerciale des animaux sur pieds et la qualité organoleptique des carcasses. Leur valeur calorifique en fait un élément très important du coût alimentaire (CISSE et al., 1994b).

I.1. L'ADIPOCYTOGENESE ET IMPORTANCE PHYSIOLOGIQUE

a. La formation des tissus adipeux

Selon CHEVREMONT (1942) la graisse primaire dérive d'ébauches particulières d'origine histiocytaire. Ces ébauches sont d'abord privées de graisses puis on y voit apparaître et augmenter en nombre les gouttelettes lipidiques qui finissent par confluer. A la fin de cette évolution, la cellule possède une grosse goutte lipidique et elle ne se distingue plus de la cellule adipeuse adulte. Elle est arrondie et volumineuse. Cette graisse primaire est localisée dans les tissus adipeux périrénal, péripharyngien, à la région génitale et à la face.

La graisse de formation secondaire (chez les mammifères et les oiseaux) provient des cellules histiocytaires particulières: "histiocytes graisseux", dérivant elles-mêmes des cellules parenchymateuses ou conjonctives (CHEVREMONT, 1942). Ces histiocytes graisseux renferment d'abord un nombre élevé de petites gouttelettes lipidiques et de vacuoles non entourées de membranes sub-microscopiques. Les lipides forment d'abord quelques petites gouttes disposées en rosette autour du noyau puis celles-ci confluent en une grosse goutte refoulant le cytoplasme et les organites à la périphérie de la cellule sous forme d'un liseré épais au niveau du noyau. Cette graisse secondaire se rencontre partout où le tissu conjonctif lâche est abondant (tissu adipeux sous-cutané, mésentère, épiploon,...)

b. L'importance physiologique

A l'âge adulte, le nombre d'adipocytes paraît constant (BONNET, 1973) et les graisses secondaires sont utilisées avant les graisses primaires.

Durant l'amaigrissement et la dénutrition grave, l'adipocyte de formation secondaire se rapetisse et devient semblable à un fibrocyte (atrophie simple). La cellule d'origine primaire reprend l'aspect qu'elle avait au stade foetal, sans gouttelettes lipidiques ou seulement avec les gouttelettes minuscules. Sa propriété spécifique est de persister à l'état latent. L'obésité provient de l'hypertrophie des adipocytes dans les deux types de formation (KNITTLE, 1974).

I.2. LA NATURE DES TISSU ADIPEUX

La dissection des carcasses a permis de localiser les lipides dans les tissus sous-cutanés (lipides sous-cutanés), dans les tissus musculaires (lipides intramusculaires et intermusculaires), dans les tissus adipeux profonds (omental, mésentérique, périrénal, péristomacal, péricardique) et dans les os (tissus adipeux de la moelle osseuse).

Le tissu adipeux est caractérisé par la présence de cellules adipeuses (adipocytes) dans un fin tissu conjonctif constitué de réseau de fibres de réticuline. Il contient de nombreux capillaires sanguins. C'est dans l'adipocyte que se produisent la synthèse, le stockage et la libération des lipides. Quarante à 50% des matières grasses corporelles sont situées dans les dépôts adipeux et la teneur en matières grasses du muscle augmente avec la proportion de tissus adipeux dans la carcasse (CALLOW, 1948; POISOT, 1988a).

Le coefficient de corrélation entre la proportion de dépôts adipeux et la teneur en matières grasses de la viande désossée est de $r=0,99$ et celui entre les dépôts adipeux et la teneur en matières grasses du corps entier des animaux les plus maigres est $r=0,96$ (ROBELIN, 1975). Chez la chèvre, le tissu adipeux sous-cutané est presque négligeable. En revanche les tissus adipeux profonds sont bien développés (CHILLIARD et al., 1981).

I.3. LE METABOLISME DU TISSU ADIPEUX

Le renouvellement des lipides des tissus adipeux a été mis en évidence chez toutes les catégories de ruminants. Mais on ne maîtrise pas le contrôle et l'importance selon le stade physiologique ou l'état nutritionnel de l'animal. En effet, il y a peu de mesures directes du renouvellement de lipides dans l'ensemble des tissus adipeux, certains ont tenté de faire des estimations en utilisant différentes méthodes (TRENKLE et GASPERIN, 1982; TRAN, 1986). Ces dernières bien qu'imprécises gardent le mérite de mettre en évidence les variations importantes du métabolisme des lipides chez les ruminants. Les tissus adipeux sont donc l'objet de synthèses, de dépôts et de mobilisations permanents mais d'intensité variable.

Les tissus adipeux se développent d'abord par hyperplasie (augmentation du nombre d'adipocytes) puis par une combinaison d'hyperplasie et d'hypertrophie (grandissement de la vacuole lipidique). On ne connaît que très peu l'évolution du tissu adipeux au cours de la vie de l'animal. On sait cependant que différents tissus adipeux de l'organisme se développent à des vitesses différentes, le tissu adipeux intramusculaire se développant le moins vite. Il existe des différences selon le génotype et le sexe (VERMOREL, 1981).

Les réserves de lipides du tissu adipeux sous-cutané constituent la plus grande part de la mobilisation, car elles sont les dernières graisses déposées qui sont les plus labiles

(CHILLIARD, 1987a). Ainsi, les lipides des tissus adipeux sous-cutanés sont utilisés en début de mobilisation alors que les lipides des autres tissus le seront plus tard. Les lipides des os ne sont mobilisés qu'en cas extrêmes (POISOT, 1988a). Les variations des réserves corporelles lipidiques se font par la lipolyse des triglycérides des tissus adipeux (ou la mobilisation) et par synthèse des graisses corporelles (ou lipogénèse), (FRANTZ, 1988b).

Y Les acides gras sont synthétisés en quasi totalité à partir de l'acétate (95% environ) dans les tissus adipeux sauf pendant la lactation où la glande mammaire synthétise environ 40% des acides gras du lait. L'intensité de synthèse de ces acides gras augmente avec la taille des adipocytes puis diminue lorsqu'ils ont atteint la taille maximale. Elle est beaucoup plus élevée dans le tissu adipeux périrénal, et surtout dans le tissu adipeux intramusculaire.

Les acides gras synthétisés sont estérifiés et stockés en grande partie sous forme de triglycérides dans les vacuoles lipidiques des adipocytes. Ces triglycérides stockés sont hydrolysés par des lipases. Les acides gras ainsi libérés peuvent être estérifiés sur place ou transportés par le sang vers les autres tissus ou organes: c'est la mobilisation (VERMOREL, 1981). Au cours du transport, dans le foie, les acides gras sont réestérifiés en triglycérides, en phospholipides et esters de cholestérol, puis combinés à une apolipoprotéine pour former les lipoprotéines qui seront ensuite transportés vers le sang et les tissus.

La régulation du métabolisme lipidique est essentiellement hormonale. La mobilisation des acides gras semble être limitée par l'augmentation du taux des acides gras et des corps cétoniques dans le plasma. L'adrénaline augmente l'activité de la lipase tandis que l'insuline la réduit fortement. Chez la femelle, cette régulation suit le cycle physiologique en particulier la gestation et la lactation qui y jouent un grand rôle (BAUMAN et CURRIE, 1980; BAUMAN et al., 1982; MROSOVSKY, 1976; CHRAIBI et al., 1982, LARSEN, 1985; CHILLIARD, 1986).

II. LA FRACTION PROTEIQUE

Les réserves protéiques sont très faibles comparativement aux réserves lipidiques. Elles sont constituées surtout de protéines musculaires et sanguines (VERMOREL, 1981). Les muscles jouent un rôle important dans le métabolisme des acides aminés. Après un repos, ils captent les acides aminés dans le sang pour la synthèse protéique, et pendant le jeûne ils constituent une source d'acides aminés pour les autres tissus de l'organisme en particulier le foie.

Chez les ruminants, les réserves protéiques sont moins mobilisables que les réserves lipidiques. La chèvre n'en a que 1,0 à 1,5 kg au maximum qui ne peuvent couvrir en aucun cas un déficit alimentaire important (MORAND-FEHR, 1992). L'apport d'acides aminés exogènes est continu en raison de leurs particularités digestives. Par ailleurs, les acides aminés sont apportés de façon endogène par le catabolisme des protéines et la synthèse par les micro-organismes. Ces acides aminés sont utilisés d'une part pour la synthèse des protéines nécessaires au maintien de l'homéostasie, à l'intégrité et au bon fonctionnement de l'organisme et à la croissance. D'autre part, ils servent à la néoglucogénèse (VERMOREL, 1981).

Chez les bovins, la quantité de protéines fixée par jour est constante (180g) jusqu'au poids vif de 400 à 450 kg chez les taurillons frisons et de 240 kg chez les charolais, puis elle

diminue. Seulement 30 à 35% des acides aminés absorbés sont déposés dans l'organisme, déduction faite des besoins d'entretien, le rendement étant de 60 à 65% (VERMOREL, 1981).

Les femelles ont des réserves protéiques importantes. Une faible proportion est mobilisable au cours du démarrage de la lactation (rôle probable dans la satisfaction des besoins en acides aminés de la mamelle). Chez la brebis, les pertes en protéines en 6 semaines de lactation demeurent très faibles (toujours moins de 1 kg) alors que celles en lipides peuvent aller jusqu'à 13 kg (VERITE et PEYRAUD, 1988).

Lorsqu'une brebis doit faire appel à ses réserves énergétiques, les apports alimentaires quotidiens étant faibles, COWMAN et al.(1981) ont observé que c'est la quantité de protéines microbiennes disponibles qui constitue le facteur limitant de la production laitière, ceci à partir de 3 à 4 semaines de lactation. Ces résultats publiés par COWMAN et al.(1981) et ceux obtenus par GIBON et al. (1985), montrent que le niveau des apports azotés et la qualité des protéines distribuées peuvent non seulement réduire le poids des agneaux à la naissance ou la production laitière des brebis mais qu'ils modifient en outre le rendement d'utilisation des réserves protéiques de 0,6 à 0,9 selon l'apport azoté (BENAZZOUS, 1985).

Il est donc nécessaire de couvrir les besoins en protéines en raisonnant selon les périodes car en début de lactation chez les femelles fortes productrices, il existe une mobilisation inévitable des protéines corporelles.

III. LES AUTRES FRACTIONS

Les réserves minérales mobilisables sont également quantitativement faibles. L'importance nutritionnelle des minéraux est très bien établie (CISSE, 1985; DURAND, 1981). Les principaux minéraux (calcium et phosphore) sont localisés dans l'os et leur rôle est très évident dans la formation du squelette et des dents dont ils assurent la dureté et la rigidité (GUEGUEN et MESCHY, 1988). Cependant, chez la brebis allaitante, de même que la vache, le bilan calcique est vraisemblablement négatif en début de lactation. La reconstitution des réserves est mal connue (VERITE et PEYRAUD, 1988). Le lait de la chèvre se caractérise par une teneur élevée en chlorures et en potassium (FRENCH, 1971; BERINSTAIN-BAILLY, 1992) mais sujette des variations journalières. La plupart des laits sont pauvres en fer (JENESS, 1980).

Les glucides sont aussi constitués en réserves de glucogène qui s'accumule dans le foie et les muscles et qui est mobilisé en des moments d'effort. Leur importance est minime dans l'estimation de l'état d'engraissement.

Chapitre 2. LES DIFFERENTES METHODES D'ESTIMATION DES RESERVES CORPORELLES

Les méthodes d'estimation des réserves corporelles peuvent être différenciées en deux groupes: Les méthodes de laboratoire et les méthodes de terrain.

I. LES METHODES DE LABORATOIRE

I.1. L'ABATTAGE ET DISSECTION

C'est une méthode qui consiste à abattre et à disséquer les animaux, puis à analyser leurs organes et tissus en terme de composition chimique; c'est-à-dire à déterminer les teneurs corporelles en lipides, en protéines, en sels minéraux et en eau (AMEGEE, 1986; BOCCARD et DUPLAN, 1961). En plus, l'énergie corporelle peut être évaluée (ROBELIN et al., 1977).

Cette méthode dite "directe" permet la vérification des méthodes indirectes de prédiction des réserves corporelles des animaux vivants. Elle a l'avantage d'être précise dans l'appréciation de la composition corporelle mais elle est lourde d'emploi, coûteuse et ne permet pas d'évaluer les variations dans la composition chimique d'un même animal à travers différents stades physiologiques (JOHNSON et DAVIS, 1983).

I.2. LES BILANS ALIMENTAIRES

Ils établissent les différences entre les apports alimentaires et les besoins nutritionnels de l'animal. Des études faites ont démontré que lorsque les apports alimentaires sont inférieurs aux besoins nutritionnels, l'animal est en situation de déficit énergétique, azoté et minéral. Il réagit en comblant ce déficit par la mobilisation de ses réserves corporelles et arrive ainsi à s'adapter au milieu souvent difficile (MORAND-FEHR, 1992), aux variations des apports alimentaires (BOUTTRIER-WINCKLER et al., 1982) et même aux différents stades physiologiques (VILLETTE et al., 1981).

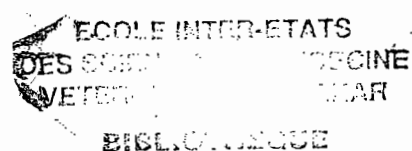
Par contre, si les apports sont supérieurs aux besoins, tous les éléments nutritifs sont en excès, et le bilan alimentaire est positif. L'adaptation de l'animal consiste à stocker le surplus des nutriments, l'excès énergétique sous forme lipidique (la plus prépondérante), les protéines sont accumulées dans les muscles et le foie en moindre mesure, de même que les éléments minéraux dans les os (SINGH et MUDGAL, 1991).

I.3. LE DOSAGE DES METABOLITES SANGUINS

a. La lipoprotéine-lipase

La lipoprotéinelipase est une enzyme de la lipogénèse localisée à l'épithélium interne des capillaires sanguins. Elle participe à la lipolyse et à l'estérification des acides gras en triglycérides dont elle favorise l'assimilation au niveau de la surface liminale des cellules du tissu adipeux (CRYER, 1981).

La lipoprotéine-lipase apparaît très tôt dans les cellules des lignées préadipocytaires, après la confluence des gouttelettes lipidiques avant toute accumulation significative des triglycérides (BJORNTORP et al., 1980; ROTHBLAT et De MARTINIS, 1977; WISE et GREEN, 1978; VANNIER et al., 1982; COOK et KOSAK, 1982; AILHAUD et al., 1985). Cette apparition précoce couplée à la détection de l'enzyme par immunofluorescence



indirecte, devrait constituer une approche utile pour des études *in vivo* portant sur la cellularité du tissu adipeux au cours de son développement.

Cette enzyme intervient dans les dépôts lipidiques au niveau du prélèvement des lipides sanguins. Dans le foie, elle estérifie les acides gras en triglycérides, en phospholipides et esters de cholestérol puis les combine à une apoprotéine pour former les lipoprotéines (forme de transport sanguin). Dans les tissus adipeux et la glande mammaire, elle participe à l'hydrolyse des lipoprotéines. C'est un indicateur de la lipogénèse et de la lipolyse (CHILLIARD et ROBELIN, 1985). L'activité de la lipoprotéine-lipase varie parallèlement au bilan énergétique des animaux. Chez les bovins, elle est élevée chez les animaux recevant une ration d'engraissement et presque nulle chez les vaches non engraisées quelle que soit l'ampleur du déficit énergétique.

b. Les acides gras non estérifiés

Les acides gras non estérifiés sont des métabolites sanguins témoins du métabolisme énergétique, en particulier lipidique qui permettent d'estimer la mobilisation des réserves corporelles.

Dans les tissus adipeux, les acides gras sont synthétisés au niveau de l'adipocyte à partir de l'acétyl-coenzyme A grâce à l'acétyl-coA carboxylase (FRANTZ, 1988b). Ces acides gras sont stockés dans la vacuole lipidique sous forme de triglycérides. Plusieurs facteurs (exercice physique, déséquilibre du bilan énergétique, stress, jeûn,...) interviennent dans l'hydrolyse de triglycérides et favorisent l'action des trois lipases successives qui libèrent les acides gras et le glycérol dans le sang. Ce dernier ne sera plus réutilisé. La captation pour estérification des acides gras par les tissus est proportionnelle à leur concentration plasmatique (GUESNET et DEMARNE, 1987) et la teneur sanguine en A.G.N.E. est liée à la mobilisation lipidique (CISSE et al., 1994b).

De façon générale, les taux plasmatiques d'acides gras non estérifiés sont reliés au bilan énergétique et un peu moins à l'activité lipoprotéine-lipase. Au point de vue individuel, l'activité de la lipoprotéine-lipase est toujours inférieure à 200 000 unités par vache lorsque la teneur plasmatique en A.G.N.E. est supérieure à 300 micro-moles, et supérieure à 500 000 unités lorsque les A.G.N.E. sont inférieurs à 250 micro-moles (CHILLIARD et ROBELIN, 1985). La relation qui en résulte (hyperbole) confirme qu'anabolisme et lipomobilisation intenses s'excluent mutuellement dans les tissus adipeux et permet d'interpréter les teneurs plasmatiques en A.G.N.E.

c. Le bêtahydroxybutyrate

Le bêtahydroxybutyrate est un métabolite du cycle énergétique qui provient de la dégradation des acides gras chez les ruminants.

Pour la plupart des tissus de l'organisme (en dehors du tissu nerveux), l'énergie utilisée provient des acides gras qui sont catabolisés dans le foie en corps cétoniques en passant par l'acétyl-coA. Ainsi, lorsqu'un animal est en déficit énergétique, son organisme fait appel à ses réserves de graisse, (CHILLIARD et al., 1983) transformant les corps cétoniques en glucose

nécessaire pour fournir l'énergie aux tissus en particulier les muscles et la glande mammaire (FRANTZ, 1988b).

Le dosage du bétahydroxybutyrate, révélateur du déficit énergétique (GUESNET et DEMARNE, 1987; FRANTZ, 1988b; POISOT, 1988a) est utilisé pour évaluer son ampleur mais il est moins spécifique pour rendre compte de la mobilisation des réserves lipidiques.

I.4. L'UTILISATION DES MARQUEURS

a. Eau marquée

L'eau marquée est utilisée depuis fort longtemps dans la recherche zootechnique. On exploite le fait que cette eau diffuse dans le secteur "eau-totale" de l'organisme et que chez un animal vivant la teneur en eau est inversement proportionnelle à la teneur en lipides corporels (PACE et RUTHBUN, 1945; WIDDOWSON, 1968; CHILLIARD et al., 1991). Lorsque l'animal ne fait pas objet d'abattage et de dissection, cette méthode a l'avantage d'être utilisée in vivo et de permettre le suivi de la dynamique des réserves corporelles par estimation du volume total d'eau corporelle sur la base du principe de la dilution (NICHOLSON, 1987b; RICHARD, 1988).

Deux types de marqueurs sont usuels car les résultats obtenus sont comparables. Il s'agit de l'eau deutériée connue sous les noms d'eau lourde ou oxyde de deutérium (^2H , isotope stable de l'Hydrogène), $^2\text{H}_2\text{O}$, HHO, D_2O ; et de l'eau tritiée encore appelée oxyde de tritium (^3H , isotope instable de l'Hydrogène). L'eau deutériée est plus souvent utilisée parce qu'elle ne présente aucun danger tant pour l'animal que pour l'expérimentateur (FRANTZ, 1988b) alors que l'eau tritiée, bien que moins onéreuse, est radioactive et nécessite des précautions d'emploi (NICHOLSON, 1987b).

Après l'injection, l'eau deutériée diffuse rapidement dans l'organisme par le sang et les liquides interstitiels pour atteindre un état d'équilibre entre 3 et 8 heures (ROBELIN, 1977, 1982; TISSIER et al., 1978, RALPH et al., 1985). Son élimination commence 24 à 48 heures après.

Des prises de sang effectuées à des intervalles de temps définis permettent de construire des équations à partir desquelles les concentrations sont déterminées, de même que l'espace de diffusion de l'eau lourde (HOUSEMAN et al., 1978; ROBELIN, 1982; CISSE, 1990). POISOT (1988b) mit au point une équation de prédiction de la composition corporelle en lipides de la chèvre créole en s'inspirant des équations déjà établies par TISSIER et al. (1978) chez la brebis et par ROBELIN (1982) chez la vache. Cette équation donne de bons résultats chez la chèvre à condition de tenir compte du stade physiologique de l'animal.

L'eau tritiée, un isotope radioactif, peut être utilisée pour estimer l'eau corporelle (KING et al., 1978, 1982; LITTLE, 1983; NICHOLSON, 1987b).

b. L'urée

L'urée est utilisée pour estimer la quantité d'eau présente dans les organes et, par conséquent, la composition corporelle. Elle a fait l'objet des travaux chez les ruminants (PRESON et KOCK, 1973) en particulier chez la vache (BARTLE et al., 1983) et la chèvre

créole (POISOT, 1988b). Contrairement à l'eau lourde, la méthode utilisant l'urée est peu coûteuse, simple d'emploi et facile à mettre en oeuvre (PRESON et KOCK, 1973).

Une solution d'urée est injectée 10 à 15 secondes d'intervalle en raison de 200 mg par kg de poids vif (DOREAU et al., 1988; POISOT, 1988b). Le dosage de l'urée est effectué sur les échantillons de sang prélevé à la jugulaire opposée à celle utilisée pour l'injection. Les méthodes de dosage de l'urée sont nombreuses (BAS et al., 1988). Le volume de l'eau corporelle est déterminé à partir des différentes équations avec comme variables, soit la concentration initiale et celle finale au temps t , soit la vitesse d'entrée et l'espace de diffusion de l'urée et le flux d'élimination d'eau dans le temps (BAS et al., 1988), soit la concentration de l'urée à l'équilibre par régression linéaire entre les temps t_{20} et t_{360} minutes après l'injection (POISOT, 1988b). L'urée diffusant très rapidement dans la plupart des compartiments hydriques mais moins dans le tractus digestif (BAS et al., 1988) permet de déterminer la quantité totale de l'eau du corps vide et du contenu digestif, et par addition, celle du corps entier (DOREAU et al., 1988).

I.5. L'ESTIMATION PAR LA COMPOSITION DU LAIT

Le lait renferme une importante quantité d'acides gras, de protéines et de glucides. Chez une vache laitière, il permet d'exporter 500 kg de matières grasses, 400 kg de lactose et 300 kg de protéines (ENJALBERT, 1994).

Les acides gras du lait relèvent de deux origines principales: Le prélèvement dans le courant sanguin des acides gras à 14 carbones et plus (triglycérides, chylomicrons, very low density lipoproteins surtout) et la synthèse par les cellules mammaires des acides gras à 16 carbones et moins. Ceux ayant entre 14 et 16 carbones sont des deux origines (ENJALBERT, 1994).

La quantité d'acides gras prélevés dans le sang peut s'accroître lorsque le taux de lipides circulants augmente, en particulier avec les rations riches en triglycérides et en chylomicrons (PARK et RAFALOWSKI, 1983), ou lors de la mobilisation des réserves énergétiques surtout en début de lactation (GUESNET et DEMARNE, 1987). La synthèse des acides gras a comme précurseur l'acétate et le bêtahydroxybutyrate, métabolites dérivés ou terminaux des produits de la fermentation ruminale (SMITH et al., 1983). Elle aboutit à la formation d'acides gras longs (18C) dont la présence dans le lait est un indicateur de la lipomobilisation. On remarque, cependant, que lorsque l'animal est bien nourri, l'interprétation de l'intensité de la mobilisation des réserves corporelles par la teneur en acides gras longs de 18 carbones devient difficile à cause des interférences dues aux acides gras d'origine alimentaire (FRANTZ, 1988b).

Les principales protéines du lait sont les caséines synthétisées au niveau de la cellule mammaire (MERCIER et al., 1982). Cette synthèse est sous le contrôle des facteurs hormonaux dont la prolactine (HOUDEBINE, 1993), les glucocorticoïdes, l'insuline et la progestérone. Le glucose, précurseur du lactose, est prélevé au taux de 14% du glucose total chez la vache laitière (MILLER et al., 1991).

Les déséquilibres alimentaires peuvent entraîner, directement après transformation des nutriments absorbés, en particulier hépatique, des perturbations des synthèses mammaires et donc des anomalies de la composition du lait. Plusieurs travaux effectués sur les variations de

la production et de la composition chimique du lait (REMOND, 1987; SCHULTZ et al., 1991; LABARRE, 1994) ont montré que les teneurs en matières grasses et en protéines évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont maximales durant les premiers jours de la lactation et minimales pendant les 2 et 3^{èmes} mois de la lactation. Elles s'accroissent enfin jusqu'en fin de lactation.

I.6. LA TAILLE DES ADIPOCYTES

Le premier but à atteindre dans la production de viande consiste à augmenter la proportion de protéines et à réduire le pourcentage des dépôts de lipides musculaires. Il est donc très important de connaître les variations affectant les cellules du tissu adipeux dans leur volume et dans leur taille lors de l'engraissement.

a. Définition

Le tissu adipeux est un tissu conjonctif lâche qui comble souvent les espaces vides entre les différents organes, caractérisé par la présence prépondérante des adipocytes insérés dans un fin réseau de fibres de réticuline. Il constitue la réserve énergétique de l'organisme à laquelle il fait appel lorsque les réserves glucidiques sont épuisées (jeun, effort physique, lutte contre le froid) ou inutilisables (diabète grave) (POIRIER et RIBAREAU DUMAS, 1981).

L'adipocyte ou cellule adipeuse est une cellule du tissu conjonctif lâche arrondie, volumineuse dont le noyau est aplati et repoussé vers la périphérie. Le cytoplasme est réduit à une mince couronne entourant une volumineuse gouttelette lipidique et contenant les organites cellulaires habituels, en particulier, l'appareil de Golgi et les mitochondries (LENTZ, 1971). Les lipides qu'elle contient ne sont pas des réserves statiques, ils font l'objet d'un renouvellement permanent témoignant d'un métabolisme cellulaire intense.

b. Mesure du diamètre adipocytaire

L'accroissement du poids des dépôts adipeux est dû, pour une plus grande part (80%), à l'augmentation du volume (hypertrophie) des adipocytes, et en faible proportion (20%), à la multiplication du nombre des adipocytes (hyperplasie), (ROBELIN, 1981, 1985). Les fluctuations des réserves adipeuses correspondent surtout aux changements de la taille des adipocytes (ROBELIN et AGABRIEL, 1986). Il est donc logique que cette dernière soit un bon critère d'estimation de l'adiposité globale de l'animal.

Le diamètre adipocytaire peut être mesuré par la méthode de biopsie chez les bovins et les chèvres (ROBELIN et AGABRIEL, 1986; POISOT, 1988b). Le dépôt adipeux sous cutané (gras sternal chez la chèvre) est alors prélevé. Il s'accroît et est mobilisé plus rapidement que les autres dépôts (FRANTZ, 1988b). On peut aussi procéder à l'abattage et la dissection et récupérer les différents dépôts de gras de l'animal pour déterminer le diamètre des adipocytes (ROBELIN, 1981).

L'échantillon prélevé est plongé dans un liquide physiologique maintenu à 39°C. Dans un délai assez court, il est découpé en morceaux, dilacéré et mis dans une solution de fixation. Cette dernière opération est réalisée à une température voisine de 30°C (POISOT, 1988b). Après 48 à 72 heures de fixation, l'échantillon est retiré et lavé sur un tamis. Les cellules sont recueillies sur un filtre micropore. Elles apparaissent sous forme de minuscules boules noires. Une centaine d'entre elles sera mesurée, leur diamètre déterminé sur photographie soit grâce à une règle graduée, soit à l'aide de système d'analyse d'images semi-automatique (table à digitaliser raccordée à un micro-ordinateur). On peut aussi déterminer le diamètre moyen plus rapidement, par comparaison à une gamme de photographies "étalons" représentant les adipocytes de diamètres moyens différents (ROBELIN et BARBOIRON, 1988).

c. Relation entre le diamètre adipocytaire et l'adiposité totale

ROBELIN et al.(1974, 1975) ont publié des équations qui permettent d'estimer, chez les bovins, le poids total des dépôts adipeux et leur pourcentage par rapport au poids de la carcasse et au poids vif. Par la suite, ROBELIN (1981, 1982) a défini des équations qui permettent de déterminer le nombre de cellules dans chaque dépôt adipeux, le volume des adipocytes et la teneur en lipides dans chaque cellule.

L'analyse statistique des résultats obtenus par ces équations de prédiction (ROBELIN et AGABRIEL, 1986 ; POISOT, 1988b) montre que le pourcentage des dépôts adipeux par rapport au poids vif varie avec le sexe et très peu avec la race.

I.7. LA COMPOSITION QUALITATIVE DE LA VIANDE

La qualité de la viande est liée à de nombreux facteurs de variation dont la structure musculaire, son évolution physique et biochimique, etc.

a. La structure du muscle

Le muscle est essentiellement constitué de fibres musculaires et de tissu conjonctif. Au niveau du passage des vaisseaux et des nerfs se font des dépôts adipeux intramusculaires (persillé) (DUMONT, 1986).

La fibre musculaire est une cellule allongée, multinucléée, ayant un appareil contractile constitué d'actine et de myosine, situé au centre et les noyaux à la périphérie sous le sarcolemme. En fonction des caractéristiques métaboliques et contractiles on distingue trois types de myofibrilles: fibres à contraction lente et à métabolisme oxydatif, fibres à contraction rapide et à métabolisme oxydoglycolytique et des fibres à contraction rapide et à métabolisme glycolytique (BROOKE et KAISER, 1970, ASCHMORE et DOERR, 1971; PETER et al., 1972).

Le tissu conjonctif est constitué en quasi totalité de collagène, molécule protéique riche en glycine, en proline et en hydroxyproline. Ce dernier est un marqueur spécifique du tissu musculaire.

La graisse intramusculaire dépend du degré d'engraissement de l'animal. Cette graisse n'existe pas chez le jeune à la mamelle. Seules sont présentes les graisses de couverture et internes. Avec l'âge et la nourriture abondante, l'animal accumule les matières grasses qui se déposent en certains points de l'organisme ainsi qu'autour et dans les muscles (DUMONT, 1986).

b. L'évolution musculaire

Après l'abattage, la transformation du muscle en viande est dominée par les mécanismes biochimiques qui changent plus ou moins profondément la structure du muscle. Ces modifications se produisent en trois phases:

- Etat pantelant qui survient juste après abattage. Il est caractérisé par des contractions musculaires persistantes dont la durée coïncide avec la survie du système nerveux,
- Etat rigide au cours duquel la dureté de la viande atteint son maximum, le catabolisme anaérobie qui l'accompagne diminue le pH musculaire jusqu'à 5,4 et 6 (MISSOHO, 1991).
- Etat mature, caractérisé par la solubilité de la myosine, la fragmentation des protéines myofibrillaires et du cytosquelette (PENNY et DRANSFIELD, 1979; YATES et al., 1983).

c. La qualité de la viande

La qualité de la viande est une notion étendue comprenant les qualités nutritionnelle, hygiénique, technologique et organoleptique (FRAYSSE et DARRE, 1990). Seule la qualité organoleptique intervient dans la composition corporelle, elle comprend trois composantes: La tendreté, la couleur, la flaveur-jutosité (SEYDI et SAVIC, 1974; MISSOHOU, 1991).

La tendreté est l'aptitude de la viande à la mastication, au broyage, au cisaillement, à la perforation (RENOU, 1964). Les variations de la tendreté du muscle sont déterminées principalement par le tissu conjonctif et les myofibrilles (KOPP, 1971; KOPP et BONNET, 1982; BOCCARD et al., 1979; BOCCARD, 1987, 1989; PENNY, 1980) et secondairement par la teneur en lipides musculaires (DEVOL et al., 1988; KOCK et al., 1989; PRUSA et al., 1989). L'estimation de la tendreté se fait soit par un jury de dégustation, soit par des méthodes basées sur la composition chimique (teneur en hydroxyproline), sur les propriétés physiques (mesure de la force de cisaillement) ou biochimiques (stabilité thermique du collagène) du muscle (MONIN, 1990; SWATLAND, 1991).

La couleur de la viande est le caractère qui revêt le plus d'importance. Elle est due à la myoglobine (VALIN et al., 1982) et son évolution dépend des changements d'équilibre entre les trois formes de ce pigment. Elle est pourpre (myoglobine réduite), rouge vif (oxyhémoglobine) ou marron (méthémoglobine). Un pH élevé confère aux protéines musculaires une structure ouverte qui réfléchit peu de lumière et donne à la viande un aspect sombre. Inversement des pH bas confèrent à la viande une couleur claire (RENERRE, 1982).

La flaveur et la jutosité sont déterminées par la teneur en lipides intramusculaires. Les lipides les plus importants sont les phospholipides (MOTTRAM et EDWARDS, 1983) dont la synthèse est fonction du métabolisme oxydatif. Il en résulte que les muscles rouges sont plus juteux et de flaveur plus intense que les muscles blancs (VALIN et al., 1982) mais au delà de 3,5% les lipides n'améliorent plus voire réduisent l'intensité de la flaveur (GOUTEFONGEA et VALIN, 1978).

II. LES METHODES DE TERRAIN

Sur le terrain, les méthodes d'estimation de l'état d'engraissement exploitent la capacité d'apprentissage et l'expérience de manipulation du chercheur et des éleveurs. Elles sont nombreuses et variées.

II. 1. LA MESURE DU POIDS VIF

La pesée permet d'enregistrer les variations de poids vif sur un troupeau d'animaux. Ce poids est lié non seulement à l'importance de réserves corporelles (adipeuses et masses musculaires) mais aussi au poids des contenus digestifs et utérins. Par conséquent toute variation d'un de ces éléments affectera le poids vif; elle peut être liée soit à la nature du régime, soit au stade physiologique notamment en début de lactation (SAUVANT et al., 1979).

II. 2. LA BARYMETRIE

La mesure de la taille des animaux est souvent utilisée dans l'élevage extensif (BOURZAT, 1985). Elle permet d'avoir une idée du poids approximatif de l'animal grâce à un ruban métrique gradué en centimètres et en kilogramme correspondant à des poids vifs respectifs. Selon le type d'approximation on peut mesurer la hauteur au garrot, le tour de la poitrine, le périmètre thoracique, la longueur du corps... Ces mesures sont fragmentaires pour qu'on puisse leur accorder une signification crédible dans l'estimation de la quantité des réserves corporelles.

II. 3. LA NOTATION DE L'ETAT CORPOREL

Les phénomènes de stockage et de mobilisation des réserves corporelles se traduisent par une variation visuelle et pondérale de l'état corporel des animaux.

La note d'état est théoriquement le reflet des réserves corporelles à la fois énergétiques, protéiques et minérales. Les réserves protéiques sont quantitativement moins mobilisables que les réserves lipidiques. Ceci appuie les thèses qui affirment que "ce sont surtout les dépôts adipeux qui sont évalués lorsqu'on fait l'estimation de l'état corporel des caprins" (GUNN et al., 1988; DEDIEU et al., 1991; CISSE et al., 1992). En réalité, la notion d'état corporel et celle de l'état d'engraissement sont proches (MORAND-FEHR, 1992). La première étant utilisée le plus souvent dans la production des animaux reproducteurs tandis que la seconde est réservée à la production préférentielle des animaux de boucherie.

1- LA NOTATION VISUELLE

La constitution des réserves de graisses et la diminution de la masse musculaire de l'animal sont déterminés par la qualité et la quantité de la ration servie à l'animal pendant une période suffisamment longue. L'état corporel peut donc être évalué visuellement et exprimé par le biais d'une note, après définition d'une grille de notation.

Cette méthode visuelle consiste à donner une note d'état corporel par simple observation de l'état des saillies osseuses de l'animal et en conséquence de leur recouvrement par les muscles et le gras (MORAND-FEHR, 1992). Elle est souvent appliquée chez les bovins et moins appliquée à la chèvre parce que celle-ci apparaît plus maigre et elle accumule mal les dépôts de gras sous-cutanés qui sont parfois même inexistantes (MORAND-FEHR, 1992; CISSE et al., 1992a, 1994b). Seules les races rustiques de chèvres sont aptes à déposer du gras sous-cutané, plus facilement mobilisables (PRANCHE, 1981).

2- LA NOTATION PAR PALPATION

Cette méthode de notation de l'état corporel consiste à réaliser la palpation manuelle de régions anatomiques déterminées afin d'estimer de façon rapide et répétable (pour le notateur), l'état corporel ou l'état d'engraissement de l'animal (POISOT 1988a), état qui est déterminé en référence à une grille de notation qui répartit les notes, les critères pour les définir étant subjectifs (GIBON et al., 1985).

L'ébauche des résultats exploitables sur le terrain naquit de RUSSEL et al. (1969, 1975) qui a inspiré d'autres auteurs, lesquels ont adapté la méthode de notation par palpation à différentes conditions d'élevage et à des races très variées.

SANTUCCI (1984) fut le premier à élaborer une méthode de notation de l'état corporel des caprins applicable à l'élevage en Corse. Cette méthode s'appuie sur une description anatomique précise de cinq états corporels correspondant à cinq notes, de 1 pour les animaux maigres à 5 pour les animaux très gras. L'utilisation de cette méthode ne concerne que les femelles reproductrices d'au moins 24 mois.

La méthode qui tend à devenir universelle a été mise au point par le réseau F.A.O. de recherches coopératives sur les ovins et les caprins. Elle s'inspire des travaux de RUSSEL (1984) sur les brebis et de SANTUCCI (1984) sur les chèvres. Elle est acceptée et utilisée dans presque tous les pays (MORAND-FEHR, 1992). Elle repose sur deux manipulations, l'une au niveau lombaire et l'autre au niveau sternal. La note finale est la moyenne des deux notes d'état prises à ces deux endroits.

La grille de notation proposée pour les chèvres est variable d'un auteur à l'autre, elle varie soit de 1 à 4 avec une notation au demi point (HONHOLD et al., 1988), soit de 1 à 5

avec une notation au point (SANTUCCI et al., 1991), soit de 0 à 5 avec une notation au point et une précision au demi point (POISOT, 1988a; MORAND-FEHR, 1992; CISSE, 1995).

1.1. La notation lombaire

Elle est très développée chez les ovins. Les notes sont définies sur la base des repères anatomiques précis et des caractéristiques identifiables au palper de la région dorsale (lombaire) de l'animal, au niveau du rein, au delà de la dernière côte (RUSSEL, 1984 ; POISOT, 1988a).

La manipulation comporte quatre étapes distinctes qui concernent la proéminence des apophyses épineuses, des apophyses transverses, le degré de couverture des extrémités des apophyses épineuses, le développement des tissus entre les apophyses épineuses et transverses (RUSSEL, 1984). La main exerce un effet de pince et une pression fixe autour et entre les apophyses transverses articulaire et épineuses.

Cette notation délicate n'est pas sans difficulté car lorsque l'animal est stressé, il se contracte, et la note donnée peut être surestimée.

1.2. La notation sternale

Elle est plus utilisée chez la chèvre car le seul tissu adipeux sous-cutané suffisamment développé et bien distinct se trouve à cet endroit. Il est le reflet de l'adiposité globale de l'animal (FRANTZ, 1988).

La masse du gras sternal et des muscles autour est soumise au toucher pour sentir le recouvrement des sternèbres (SANTUCCI et al., 1991). Ensuite la main palpe le "pain de masse grasseuse" qui entoure le sternum, dans sa largeur, sa longueur, son épaisseur, sa mobilité et sa souplesse; sur 10 à 15 centimètres de long (POISOT, 1988a).

La difficulté réside dans l'existence de masses rendant difficile la perception du gras au niveau des tissus recouvrant le sternum tel qu'un abcès ou un durcissement de la peau sternale (MORAND-FEHR, 1992).

Deuxième partie

**ETALONNAGE DE LA METHODE DE NOTATION DE
L'ETAT CORPOREL CHEZ LES CHEVRES DE RACE
SAHELIENNE ET DJALLONKE**

INTRODUCTION

Plusieurs auteurs ont travaillé sur la notation de l'état corporel et l'intérêt de son utilisation dans les conditions variées de l'élevage (SANTUCCI,1984; GIBON et al., 1985; POISOT, 1988b; MORAND-FEHR, 1992, CISSE et al., 1994b). Néanmoins, rares d'entre eux ont combiné les différents estimateurs de l'état d'engraissement chez les caprins (POISOT, 1988b) et encore moins en milieu tropical.

De façon générale, les études menées sur les caprins ont été moins poussées surtout dans leur aspect composition chimique corporelle. Au Sénégal, c'est très récemment que la note d'état corporel a été utilisée pour apprécier l'état d'engraissement des chèvres sahéliennes (CISSE et al., 1992a, 1994b ; DIONE, 1995).

L'objectif de ce travail est de mettre au point un outil fiable d'appréciation de l'état d'embonpoint des deux races caprines présentes au Sénégal (Sahélienne et Djallonké) et de préciser la signification biologique de l'outil.

CHAPITRE I. MATERIEL ET METHODES

I. MATERIEL

I.1. SITE DE L'ETUDE

L'essai alimentaire a été conduit à la station de Sangalkam (ISRA) située dans la région des Niayes, à 35 kilomètres au Nord-Est de Dakar. Cette zone connaît un climat frais comparativement aux régions intérieures du Sénégal, grâce à l'influence des courants maritimes. Sa température est de 25°C de moyenne annuelle et sa pluviométrie de 400 à 500 mm. La formation végétale herbacée y est riche en *Ipomea pestigritis*, *Brachiaria lata* et *Pennisetum pedicellatum*. Le tapis herbacé de la zone a constitué la paille de brousse distribuée aux animaux. Il a été fauché en début de saison sèche, séché sur place, puis récolté et stocké dans un hangar.

I.2. GRILLE DE NOTATION DE L'ETAT CORPOREL

La grille de notation utilisée est une échelle de 6 points (de 0 à 5) avec une précision au demi-point. Elle est inspirée de celle utilisée par SANTUCCI (1984) en Corse, et a été améliorée et adaptée au milieu tropical grâce à de nombreuses et répétitives observations sur les chèvres sur parcours naturel (CISSE et al., 1992a; CISSE et al., 1994b). Les notes attribuées résultent de l'observation et de la palpation lombaire et sternale:

Note 0

Aspect général: Animal émacié, condamné à mort à l'examen ante-mortem

Epine dorsale visible à distance

Région lombaire: Il n'est pas possible de détecter une couche musculaire entre la peau et les os

Note 1

Aspect général: Animal très maigre, flanc creux

Région lombaire: Les apophyses épineuses et transverses sont très saillantes

La croupe est saillante

Les vertèbres coccygiennes sont très visibles

Région sternale: La peau sternale est très mobile

On ne sent aucune épaisseur de gras au niveau du sternum. Les articulations chondrosternales peuvent être senties avec une pression légère.

Note 2

Aspect général: Animal maigre, flanc creux

Région lombaire: Les apophyses épineuses et transverses sont saillantes au toucher. La croupe est protubérante.

Région sternale: La peau sternale est mobile

Une faible épaisseur tissulaire peut être sentie entre la peau et les articulations chondrosternales

Note 3

Aspect général: Assez bon état

Région lombaire: Les apophyses épineuses sont proéminentes avec les extrémités lisses et arrondies

Les apophyses transverses sont modérément couvertes

Région sternale: Le gras sternal est bien individualisé, un peu épais et peu mobile

Note 4

Aspect général: Animal gras

Région lombaire: Les apophyses épineuses et transverses sont bien couvertes

Région sternale: Il est difficile de saisir le gras sternal à cause de son épaisseur

Le gras sternal recouvre les articulations chondrosternales

Note 5

Aspect général: Animal très gras

Région lombaire: Les apophyses épineuses ne sont plus détectables au toucher, il faut une forte pression pour les sentir

Région sternale: Le gras sternal constitue une masse épaisse, immobile, qui ne peut être saisie

Il est confondu avec la masse de tissus qui recouvre les articulations chondrosternales et les côtes

I.3. ANIMAUX ET SCHEMA DE L'EXPERIENCE

Pour la réalisation de cette étude, 48 chèvres (24 Sahéliennes et 24 Djallonké), ont été utilisées au cours d'un essai alimentaire. Dès leur arrivée à la ferme, les chèvres ont été identifiées par des boucles d'oreilles, pesées et notées par 4 observateurs différents. Elles ont reçu un traitement antiparasitaire avec l'Ivermectine (IVOMEND) injectable par voie sous cutanée. Elles ont également été vaccinées contre la pasteurellose (PASTEURELLADND) et la peste des petits ruminants (TISSUPESTND) à la dose de 1ml par animal en injection sous cutanée.

La zone des Niayes étant réputée pour sa haute prévalence des maladies transmissibles par les tiques, une surveillance régulière de la température rectale a été effectuée 2 fois par semaine pendant toute la durée de l'essai alimentaire et les chèvres ont été traitées à la Terramycine Longue Action (TLAND) dès que la température était égale ou supérieure à 40°C (GUEYE et al., 1989). Quelques cas de kératoconjunctivite ont été maîtrisés pendant la première quinzaine de l'essai.

Les chèvres ont été équitablement réparties sur la base de la race, de l'âge, du poids vif et de la note d'état corporel en 4 lots nutritionnels (SH, DH, SB et DB) : Les lots SH et DH recevaient la paille de brousse *ad libitum* et 600 g/j/animal de concentré composé de 250 g de graine de coton et 250 g de tourteau d'arachide; et les lots SB et DB qui ont été limités à 75% du niveau de consommation de paille *ad libitum* et 250 g/j/animal de concentré. Le concentré était composé de 50% de graine de coton et de 50% de tourteau d'arachide. Les ainsi constitués ont été répartis en 4 parcs séparés:

Lot SH: Sahéliennes recevant 600 g/j/animal de concentré + paille de brousse *ad libitum*,

Lot SB: Sahéliennes recevant 250 g/j par animal de concentré + paille de brousse à 75% du niveau de consommation *ad libitum*,

Lot DH: Djallonké recevant 600 g/j par animal de concentré + paille de brousse *ad libitum*

Lot DB: Djallonké recevant 250 g /j par animal de concentré + paille de brousse à 75% du niveau de consommation *ad libitum*,

L'essai alimentaire a duré 3,5 mois dont 15 jours d'adaptation aux rations. Les animaux ont été élevés dans des parcs équipés chacun de 2 mangeoires pour la distribution de la paille, de 2 bacs pour le concentré et de 2 bassins de 15 litres pour l'abreuvement. La paille et le concentré ont été pesés le soir et distribués entre 8 et 9 heures du matin, après la prise des refus de la veille. L'eau a été offerte à volonté deux fois par jour à 10 et à 16 heures. Une pierre à lécher de 3,5 kg a été mise à la disposition des animaux, dans chaque parc de stabulation.

II. METHODES

II.1. PRELEVEMENTS ET MESURES

a. Quantités ingérées

Les quantités ingérées de paille et de concentré ont été mesurées tous les jours, dans chaque lot, par pesée du distribué et des refus. Une fois par mois, un échantillon du distribué et des refus a été constitué en vue de l'analyse chimique

b. Notes d'état corporel

L'état corporel des animaux a été noté selon la grille des 6 points (0 à 5) tous les 28 jours par 4 observateurs. Les observateurs intervenant au niveau de la ferme de Sangalkam étaient en partie différents de ceux qui notaient l'état corporel des chèvres au moment de l'abattage au LNERV à Hann. Les séances de notations se sont déroulées sans communication, faisant appel à l'expérience de la palpation lombaire et sternale. Chaque observateur a attribué 2 notes (par palpation lombaire et sternale) et la note finale a été la moyenne des notes.

c. Pesées et mensurations

L'évolution pondérale des animaux a été suivie par une pesée à l'arrivée, une triple pesée au démarrage, une double pesée tous les 14 jours, et une triple pesée en fin d'expérience.

Tous les 28 jours, au lendemain de la pesée, les paramètres suivants ont été mesurés avec une règle double centimètre et un ruban métrique sur les animaux à jeûn: périmètre thoracique, hauteur au garrot, hauteur aux sangles, longueur scapulo-ischiale, longueur et largeur de la croupe, longueur et largeur de la tête.

d. Abattages, mensurations, découpe et dissections

Abattage

Les animaux ont été abattus conformément au schéma de l'expérience (figure 1), après une diète hydrique de 12 heures. Avant la saignée les mensurations précitées ont été effectuées sur chaque animal. Après l'abattage, le sang total a été recueilli et pesé. De même, le poids de la carcasse, des éléments du 5^{ème} quartier, des contenus digestifs, vésicaux, utérins et biliaire, ont été déterminés.

Mensurations de la carcasse

Après abattage, les mensurations ont consisté à déterminer la longueur et la largeur du gigot, la longueur de la carcasse, et la largeur au niveau des côtes. La carcasse a été découpée en deux parties égales en passant par le sternum et la colonne vertébrale, la queue étant laissée à la moitié gauche, laquelle a fait l'objet de mesure de la profondeur de la poitrine et de la longueur intérieure de la carcasse.

Les gras internes (gras de toilette, gras de rognon, gras intestinal, gras péricardique) ont été également pesés.

Découpe et dissection

La demi-carcasse gauche a été découpée en vue de la dissection selon la technique de découpe française (EECKHOUTTE, 1972), (figure2). Les parties suivantes ont été séparées et pesées individuellement avec une balance électronique Sartorius: gigot, selle, filet, carré couvert, carré découvert, épaule, poitrine, collier, et queue. Chaque partie découpée a été disséquée. La tête a été sciée au milieu et la moitié gauche disséquée. Le gras, les muscles et les os ont aussi été pesés dans les différentes parties.

Le pain de gras sternal externe a été soigneusement disséqué. Son poids, sa longueur, sa largeur et son épaisseur ont été déterminés. Une partie a été mise directement dans une solution de tyrode pour l'étude et la mesure du diamètre adipocytaire. Le gras sternal interne, difficile à disséquer, a été mesuré directement sur la demi-carcasse gauche. Sa longueur et son épaisseur ont été mesurées.

Les muscles et gras des parties découpées ont été broyés ensemble. Tous les éléments du 5^{ème} quartier et les gras internes ont été coupés en 2 parts égales et l'ensemble pesé et broyé avec un broyeur à hélice.

Lyophilisation

Des échantillons ont été constitués, pour chaque composante corporelle, pesés et lyophilisés sur les plateaux pour la détermination de la teneur en eau. Les os ont été séchés à l'étuve à 103° C pour la détermination de leur teneur en eau. Tous les échantillons secs ont été pesés, broyés séparément selon leur nature, flaconnés et étiquetés en vue des analyses de composition chimique corporelle.

Figure 1: Schéma de l'essai, des abattages et des dissections

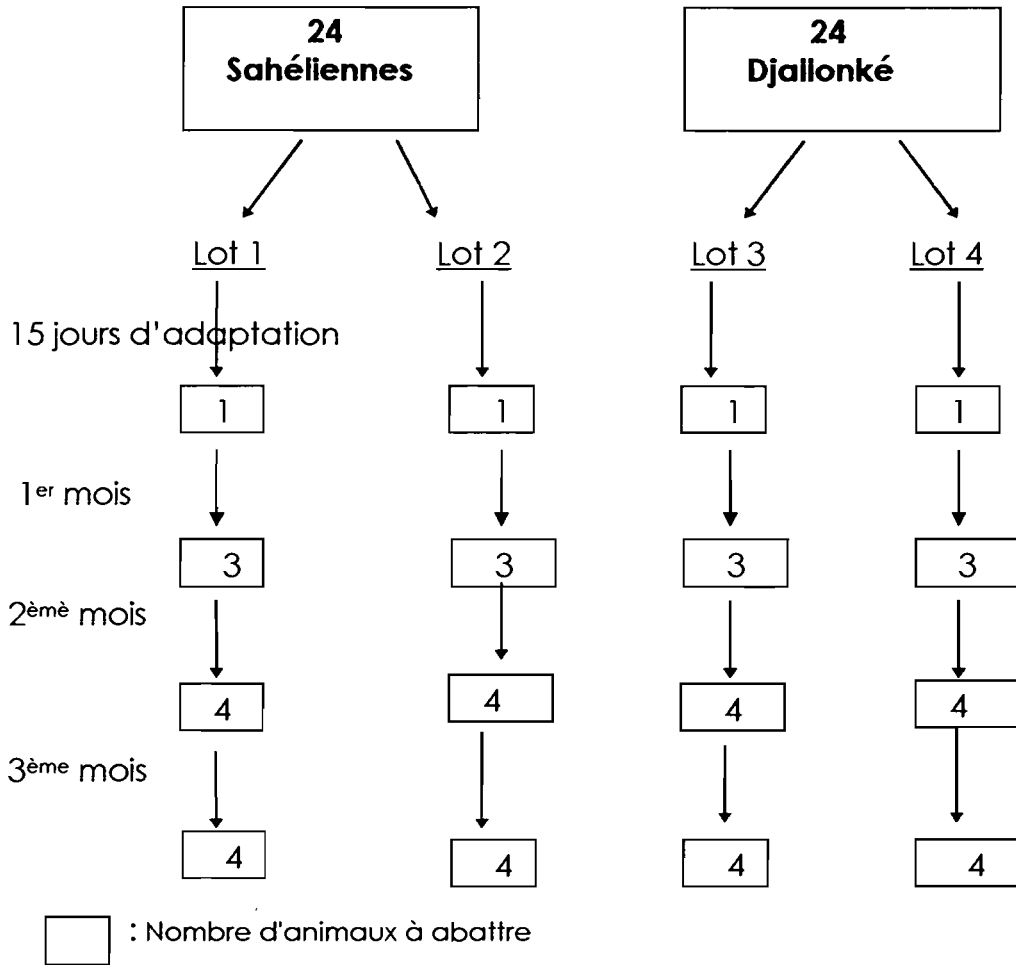


Figure 2: Schéma de la découpe (EECKHOUTTE, 1972)

Sur une demi- carcasse, différentes parties sont séparées suivant la délimitation anatomique qui prend ses repères sur les éléments du squelette :

Gi : Gigot (Cuisse)

- Symphyse pubienne
 - Articulation du genou
 - Dernière vertèbre coccygienne
- S : Selle (Vertèbres coccygiennes: Cx)
- Ligne passant entre Cx5 et Queue
 - Ligne passant entre Cx1 et L5
 - Muscles de la paroi abdominale à la ligne du dos

Fi : Filet (Vertèbres lombaires)

- Ligne passant entre L5 et D13
- Ligne passant entre L1 et L5
- De la paroi abdominale à la ligne du dos

P : Poitrine (Sternum)

- Droite reliant le sommet du sternum à la ligne L5-D13
- Ligne passant entre D1 et C7
- Paroi thoracique (région des sangles)

CC : Carré couvert

Partie couvrant les côtes de 6 à 13

CD : Carré découvert

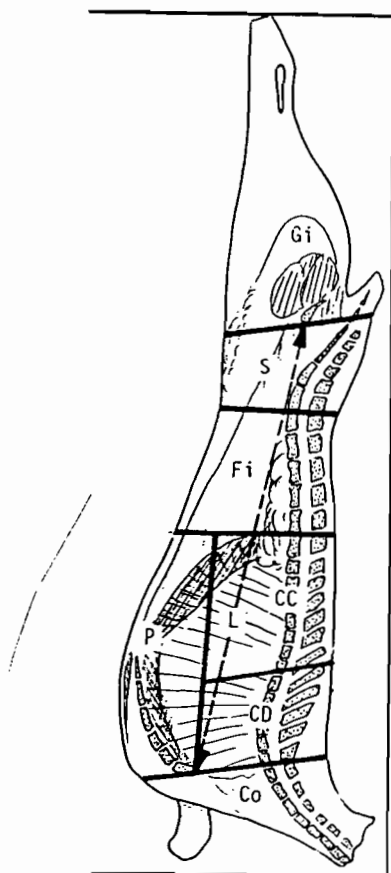
Région des côtes 1 à 5

Collier

C'est le cou correspondant aux 7 vertèbres cervicales (C)

Epaule

C'est le membre antérieur séparé du pied à l'articulation tarso-métatarsienne



e. Diamètre adipocytaire

Principe

Chez la chèvre, les tissus adipeux sous-cutanés sont peu développés alors que les gras internes sont abondants. Pour estimer l'état d'engraissement, le diamètre adipocytaire du gras sternal externe, seul tissu adipeux sous-cutané bien développé (MORAND-FEHR, 1992), est un bon reflet de l'état d'adiposité globale de l'animal.

Technique

Prélèvement

Les prélèvements ont été effectués par incision au niveau du pain de gras sternal quelques minutes après l'abattage de l'animal.

Fixation

Le tissu adipeux est plongé dans la tyrode maintenu à 38°C. Toutes les opérations se sont déroulées au voisinage de 38°C aussitôt après le prélèvement. Les manipulations ont été effectuées dans une étuve réglée à 40°C dans laquelle le matériel a été installé au moins 30 minutes avant.

L'échantillon a été retiré de la tyrode puis dilacéré en tous petits fragments (dixièmes de millimètre) sur une plaque en plastique, déposé sur un tamis de 50 microns et rincé abondamment avec une solution de Na Cl. Il a ensuite été repris en l'épongeant avec un papier filtre non pelucheux, plongé dans un tube hermétiquement fermé contenant une solution de fixateur. Les tubes ont été étiquetés puis placés au moins 48 heures à l'étuve thermostatée à 40°C, temps nécessaire pour la fixation des cellules adipeuses.

Traitement après fixation

Le contenu du tube a été versé sur un tamis à 400 microns placé au dessus du bûcher, rincé abondamment avec une solution de Na Cl et filtré sur un papier filtre micropore avec un système SARTORIUS (sous vide). Il est repris sur ce papier filtre micropore et réparti de façon homogène sur tout le papier-filtre pour obtenir une photo lisible.

Photographie et mesure du diamètre adipocytaire

Le papier-filtre micropore a été découpé, déposé sur une lame et maintenu sur un côté par un scotch qui a servi également de support pour l'identification de l'échantillon. Les cellules adipeuses sous forme de petites billes noires ont été photographiées au microscope Olympus à l'objectif 20 sur une pellicule Kodak AZA 400, les adipocytes étant éclairés de façon à avoir le moins d'ombre possible.

Plusieurs cellules ont été mesurées sur une photographie de dimension 10x15 par une règle millimétrée. Le diamètre adipocytaire calculé correspond à la moyenne des mesures obtenues.

II.2. LES ANALYSES CHIMIQUES

a. Composition chimique des rations

Les échantillons constitués à partir du distribué et des refus ont fait l'objet d'une analyse bromatologique pour déterminer la matière sèche (MS), la matière organique (MO), la matière azotée totale (MAT), les cendres, les fibres (lignine, ADF, NDF), le calcium (Ca) et le phosphore (P).

b. Détermination de la composition corporelle

Les échantillons de composants corporels ont été analysés en double. Cinq paramètres ont été déterminés: L'eau corporelle, la matière sèche, la matière minérale, la matière azotée totale et la matière grasse.

-Teneur en eau corporelle

La matière brute corporelle est composée d'eau et de matière sèche. Sa dessiccation permet de déterminer la teneur en eau corporelle à partir de la formule: $P = P1 - P2$

P1 est le poids de la matière brute
P2 est le poids de la matière sèche

-Teneur en matière sèche

Principe

La teneur en matière sèche des échantillons obtenus après lyophilisation et broyage est déterminée par perte de poids subie à la dessiccation, celle-ci à la pression atmosphérique.

Technique

Selon la méthode CEE - BIPEA de 1976 -1981 adaptée par DUCHE et al. (1992), environ 2 g d'échantillon ont été mis à l'étuve à 103°C pendant 24 heures. La différence entre le poids initial et le poids final rapporté au poids initial a permis de calculer la teneur en matière sèche.

$$\text{MS g/kg de produit brut} = \frac{(P3 - P1) * 1000}{(P2 - P1)}$$

P1 est le poids de la capsule
P2 est le poids de la capsule + échantillon brut
P3 est le poids de la capsule + échantillon sec

-Teneur en matières minérales

Principe

La teneur en matières minérales d'un échantillon est conventionnellement le résidu de la substance obtenu après incinération (cendres totales).

Technique

En respectant la méthode adaptée par DUCHE et al. (1992), 3 g d'échantillon ont été incinérés au four, avec un chauffage lent afin d'avoir une carbonisation lente sans inflammation de la masse. La prise d'essai a été portée à 550°C pendant au moins 8 heures puis les cendres recueillies ont été refroidies après passage à l'étuve à 103°C pendant 30 minutes. La teneur en matières minérales correspond au rapport entre la différence entre le poids initial de la prise d'essai et son poids final sur le poids initial. Ceci donne l'équation:

$\text{MM g/kg de produit brut} = \frac{(P3 - P1) * 1000}{(P2 - P1)}$	P1 est le poids de la capsule vide P2 est le poids de la capsule + échantillon P3 est le poids de la capsule calcinée
---	---

La matière organique totale (M.O.) a été calculée à partir des résultats des cendres totaux:

$$\text{M.O. g / kg} = 1000 - \text{M.M. g / kg du produit (sec ou brut)}$$

-Teneur en matières azotées totales

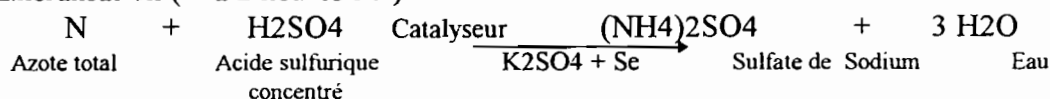
Principe

Le produit à analyser est minéralisé par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur (K_2SO_4 - Se). L'azote organique est transformée en azote ammoniacal qui sera titré par une solution d'acide sulfurique.

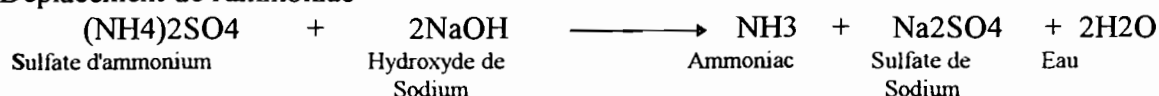
Mode opératoire

L'analyse a été effectuée par la méthode de Kjeldahl et comporte 4 réactions:

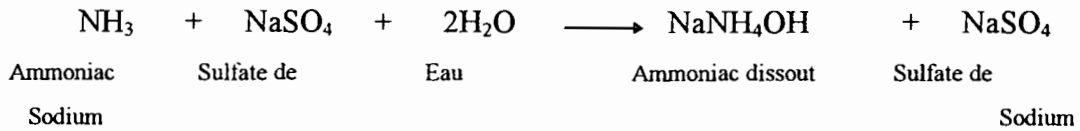
-Minéralisation (2 à 2 heures 30)



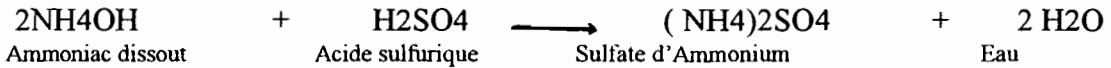
-Déplacement de l'ammoniac



-Distillation



- Titration



La titration s'est faite en présence de l'acide borique dans une solution contenant le rouge de méthyle et le vert de bromocrésol. Le distillat a viré du vert au rose clair, ce qui permet d'enregistrer, à la burette à titration, la quantité d'acide sulfurique 0,1N versé. Ces réactions montrent que 1 mole de H₂SO₄ correspond à un atome-gramme de N soit 14,008g d'azote. Ainsi 1 cm³ de H₂SO₄ 0,1N correspond à 1.4008 mg d'azote. Il en résulte la formulation de cette équation qui permet de faire le calcul de la quantité des matières azotées totales:

$$\text{M.A.T. g/ kg produit brut} = \frac{1,4008 * (V_1 - V)}{(P_2 - P_1)}$$

M.A.T. est Matières azotées totales
V est le volume de H₂SO₄ versé pour le dosage du blanc
V₁ est le volume de H₂SO₄ 0,1N la titration de l'échantillon
P1 est le poids de la main vide
P2 est le poids de la main + échantillon

Teneur en matières grasses

Elle a été estimée par calcul selon la formule M.G = M.S. - (M.A.T.+ M.M.)

II.3. ANALYSES STATISTIQUES

L'effet du niveau alimentaire a été calculé selon un modèle d'analyse de variance:

$$Y(ije) = \mu + A_i + B_j + A_{ij} + e(ije)$$

où Y(ije) = variable dépendante, μ = moyenne ajustée, A_i = effet du niveau alimentaire, B_j = effet de la race, A_{ij} leur interaction et e(ije) = l'erreur résiduelle.

Les calculs de régression et matrices de corrélation ont été effectués sur STATITCF.

CHAPITRE 2. RESULTATS ET DISCUSSION

I. RESULTATS

I.1. VALEUR NUTRITIVE DES RATIONS, NIVEAU DE CONSOMMATION ET VARIATION DU POIDS VIF ET DE LA NOTE D'ETAT AU COURS DE L'ESSAI ALIMENTAIRE

a. Valeur nutritive des rations et quantités ingérées

La valeur nutritive de la paille de brousse a été de 0,42 UF/kg de MS et 10,8 g de MAD/kg MS, et celle du concentré de 0,90 UF/kg MS et 396 g MAD/kg MS (tableau 1). Le niveau d'ingestion alimentaire a été de 616,7; 1107,8; 524,7 et 905,3 g MS/animal/jour dans les lots SB, SH, DB et DH respectifs. Les quantités de matière sèche ingérées par les chèvres des lots dont l'apport alimentaire était limité ont donc été, chez les Sahéliennes et les Djallonké, respectivement, de 79,6 et 72,5% inférieures au niveau de consommation des lots nourris avec de la paille de brousse *ad libitum* et recevant 600 g de concentré (tableau 2).

b. Evolution du poids vif et de la note d'état corporel

-Poids vif

La courbe d'évolution pondérale (figure 3) montre une nette supériorité des lots bien alimentés comparés aux limités, avec toutefois un écart beaucoup plus prononcé chez les chèvres Djallonké, à partir du 60ème jour de l'essai.

L'augmentation du niveau alimentaire a eu un effet positif et significatif ($p < 0,05$) sur le poids vif final des chèvres (tableau 1). Le gain de poids vif a été plus important chez les chèvres Djallonké bien alimentées que chez les Sahéliennes. Les GMQ respectifs ont été de -1,02; 13,3; -6,1 et 73,5 g/animal pour les lots SB, SH, DB et DH, sur la période expérimentale de 98 jours.

-Notes d'état

Les chèvres Djallonké bien alimentées (lot DH) ont présenté, au cours de l'essai, le meilleur état corporel (figure 3), suivies par les Sahéliennes nourries *ad libitum* (SH), les Djallonké (DB) et les Sahéliennes limitées sur le plan alimentaire (SB).

Le niveau alimentaire a eu un effet significatif ($p < 0,01$) sur la note d'état corporel (tableau 2). A la fin de l'essai, la variation de la note d'état corporel a été de -1,4; -0,2; -0,7 et 1,3 points dans les lots SB, SH, DB et DH, respectifs.

c. Evolution des paramètres de mensuration corporelle

-Hauteur au garrot

Elle a varié en fonction du génotype et a été peu sensible à l'effet du niveau alimentaire (figure 4).

Tableau 1: Composition chimique et valeur nutritive de la ration

	Paille de brousse	Tourteau d'arachide	Graine de coton
Matières sèches (MS)	92	93,2	92,5
Matières organiques (p. 100 MS)	90,5	94,9	95,5
Matières azotées totales (p. 100 MS)	5,4	54,6	22,3
Azote soluble en p. de MAT	32		
Matières minérales (p. 100 MS)	9,6	5,1	4,5
Ca (p. 100MS)	0,53	0,10	0,25
P (p.100 MS)	0,24	0,56	0,47
Insoluble chlorhydrique (p.100 MS)	4,9	0,5	0,10
Cellulose brute de Weende (p.100 MS)	38		
Fibres de Van Soest (p.100 MS)			
ADF	44,5	8,2	32,1
NDF	71	22,0	45,2
LIG	10,2	2,5	8,8
C	34,3	5,7	23,3
HC	26,5	13,8	13,1

<u>Valeur nutritive calculée</u>	<u>Paille de brousse</u>	<u>Concentré (50% de tourteau et 50% de graine de coton)</u>
- Energie (UF/kgMS)	0,42	0,90
- Protéines (g MAD/kgMS)	10,8	396

Tableau 2: Variation du poids vif, des paramètres de mensuration corporelle et de la note d'état corporel des chèvres au cours de l'essai alimentaire

	Sahélienne		Djallonké		Source de variation ²		
	SB	SH	DB	DH	Race	Nival	Ectr
LOT ¹							
Apport de concentré (g/tête/j)	250	600	250	600			
Quantités ingérées (g MS/kg P ^{0,75})							
.Paille de brousse	42,6	56,7	38,2	47,0			
.Concentré	17,6	46,8	19,7	51,4			
Début essai							
Poids vif, kg	23,7	23,9	19,5	18,8	*		2,7
Note d'état	3,3	3,0	2,9	2,8	ns		0,5
Périmètre thoracique, cm	70,0	60,0	64,9	62,5	ns		3,9
Hauteur au garrot, cm	50,1	56,7	43,9	43,6	**		3,5
Hauteur aux sanglès, cm	35,1	35,3	22,5	23,1	**		2,5
Longueur scapulo-ischiale, cm	57,2	58,1	51,8	54,4	ns		3,6
Longueur de la croupe, cm	18,8	19,4	17,0	16,6	*		1,0
Largeur de la croupe, cm	12,1	12,1	11,5	11,0	+		1,0
Longueur tête, cm	18,3	18,3	16,7	16,4	+		1,3
Largeur tête, cm	10,7	10,5	10,5	10,4	ns		0,8
Fin essai							
Poids vif, kg	23,6	25,2	18,9	25,5	ns	*	4,4
Note d'état	1,9	2,8	2,2	4,4	ns	**	0,9
Périmètre thoracique, cm	70,3	69,2	61,8	68,8	ns	ns	3,5
Hauteur au garrot, cm	61,1	61,3	46,3	49,9	**	ns	2,5
Hauteur aux sanglès, cm	34,5	36,6	23,8	24,8	**	*	1,5
Longueur scapulo-ischiale, cm	58,4	60,5	54,1	54,9	**	ns	3,7
Longueur de la croupe, cm	19,4	18,8	16,4	10,5	**	+	1,0
Largeur de la croupe, cm	12,3	12,0	11,3	11,9	*	ns	1,4
Longueur tête, cm	18,8	19,4	16,4	16,5	+	ns	1,5
Largeur tête, cm	10,8	11,0	10,4	10,8	ns	ns	0,4

1. SB= Sahéliennes "bas niveau d'alimentation", SH= Sahéliennes "haut niveau d'alimentation", DB= Djallonké "bas niveau d'alimentation", DH= Djallonké "haut niveau d'alimentation". Ectr= écart-type résiduel.

2. L'effet de la race estimé par la différence "Sahélienne-Djallonké" et celui du niveau alimentaire (Nival) "Haut niveau-Bas niveau" ont été significatifs à $p < 0,01$: **, $p < 0,05$: *, $p < 0,10$: +, ou non significatifs: ns. Leur interaction (Race x Nival) n'a pas été significative.

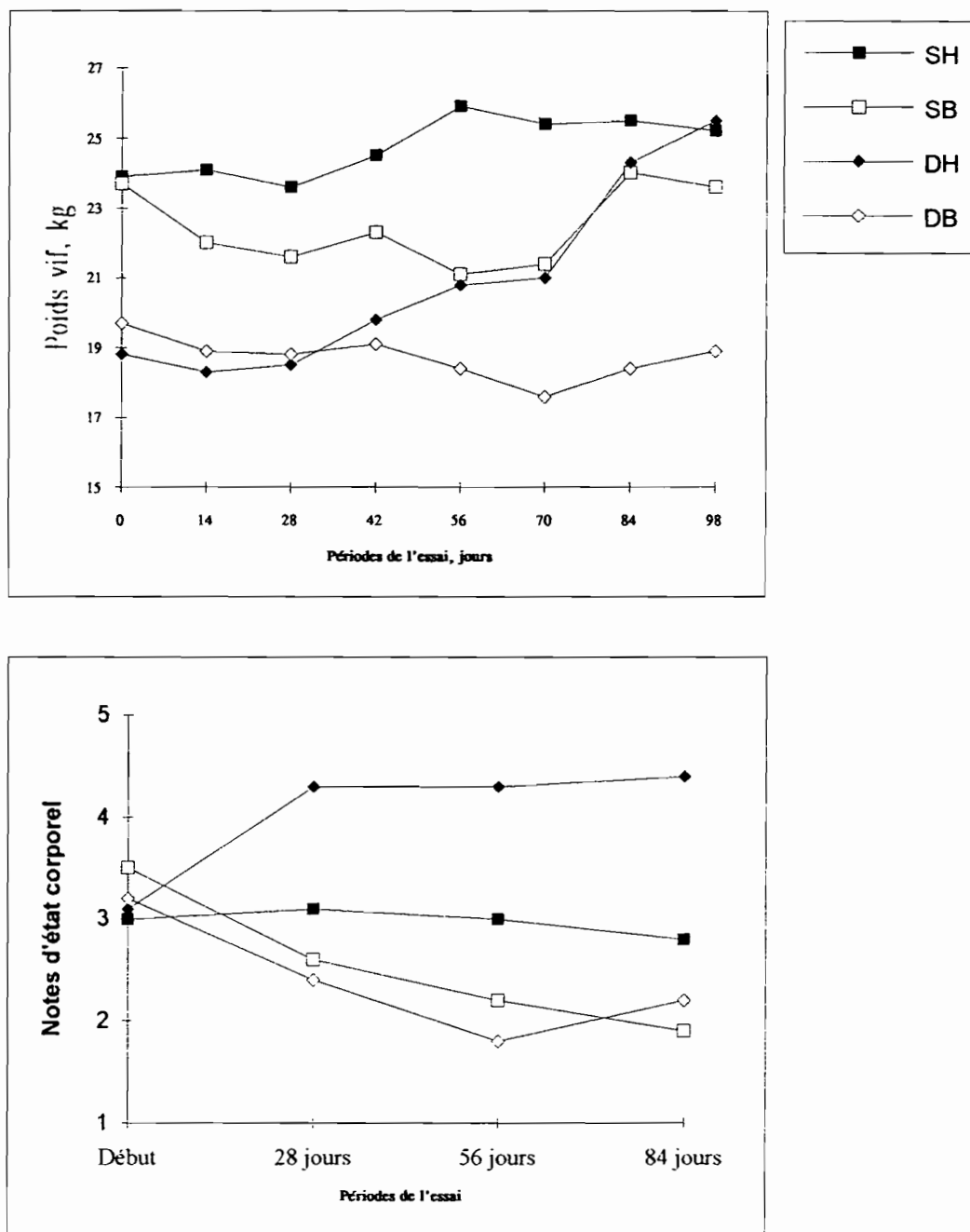


Figure 3 : Evolution du poids vif et de la note d'état corporel au cours de l'essai alimentaire.

- Périmètre thoracique

Ce paramètre n'a pas significativement varié en fonction du niveau alimentaire ou de la race (figure 4). Chez les lots sous-alimentés, la diminution du périmètre thoracique a été plus importante chez les chèvres de race Djallonké.

-Hauteur aux sangles

Elle a varié indépendamment de la race et été plus élevée chez les chèvres bien alimentées (figure 5). Le niveau alimentaire a eu un effet significatif sur la hauteur aux sangles (tableau 2).

-Longueur scapulo-ischiale

L'effet de la race a été significatif sur ce paramètre (tableau 2). Les valeurs ont été plus élevées chez les chèvres sahéliennes (figure 5). L'augmentation du niveau alimentaire a eu un effet positif mais non significatif sur ce paramètre.

-Longueur et largeur de la croupe

La largeur de la croupe a varié avec le niveau alimentaire (figure 6) et le génotype (tableau 6). Chez les 2 races, les lots sous-alimentés ont eu une longueur de croupe beaucoup plus importante.

-Longueur et largeur de la tête

Les valeurs de ces paramètres n'ont pas significativement varié ($p > 0,05$) ni en fonction du génotype, ni avec le niveau alimentaire (figure 7).

I.2. NOTE D'ETAT ET COMPOSITION CORPORELLE DES CHEVRES

Les caractéristiques de pesée et de barymétrie des chèvres avant l'abattage sont consignées au tableau 3.

a. Note d'état corporel

L'effet de la race et celui du niveau alimentaire ont été significatifs sur la note d'état corporel des chèvres abattues. En effet, chez les 2 races, les chèvres nourries *ad libitum* étaient en meilleur état ($p < 0,01$) que les autres, et les valeurs les plus élevées ont été obtenues chez les races Djallonké.

b. Après abattage

A l'abattage, les rendements carcasse ont été de 38,9, 40,2 et 42,5% dans les lots SB, SH, DB et DH respectifs.

Le niveau alimentaire n'a pas eu un effet significatif sur les paramètres de mensuration des carcasses (tableau 3, figure 8). Hormis la largeur au niveau de la côte, toutes les valeurs obtenues ont été significativement plus élevées chez les sahéliennes (tableau 3). Après la découpe, le poids de l'épaule, du gigot, du carré découvert et du collier ont été plus élevés chez les sahéliennes.

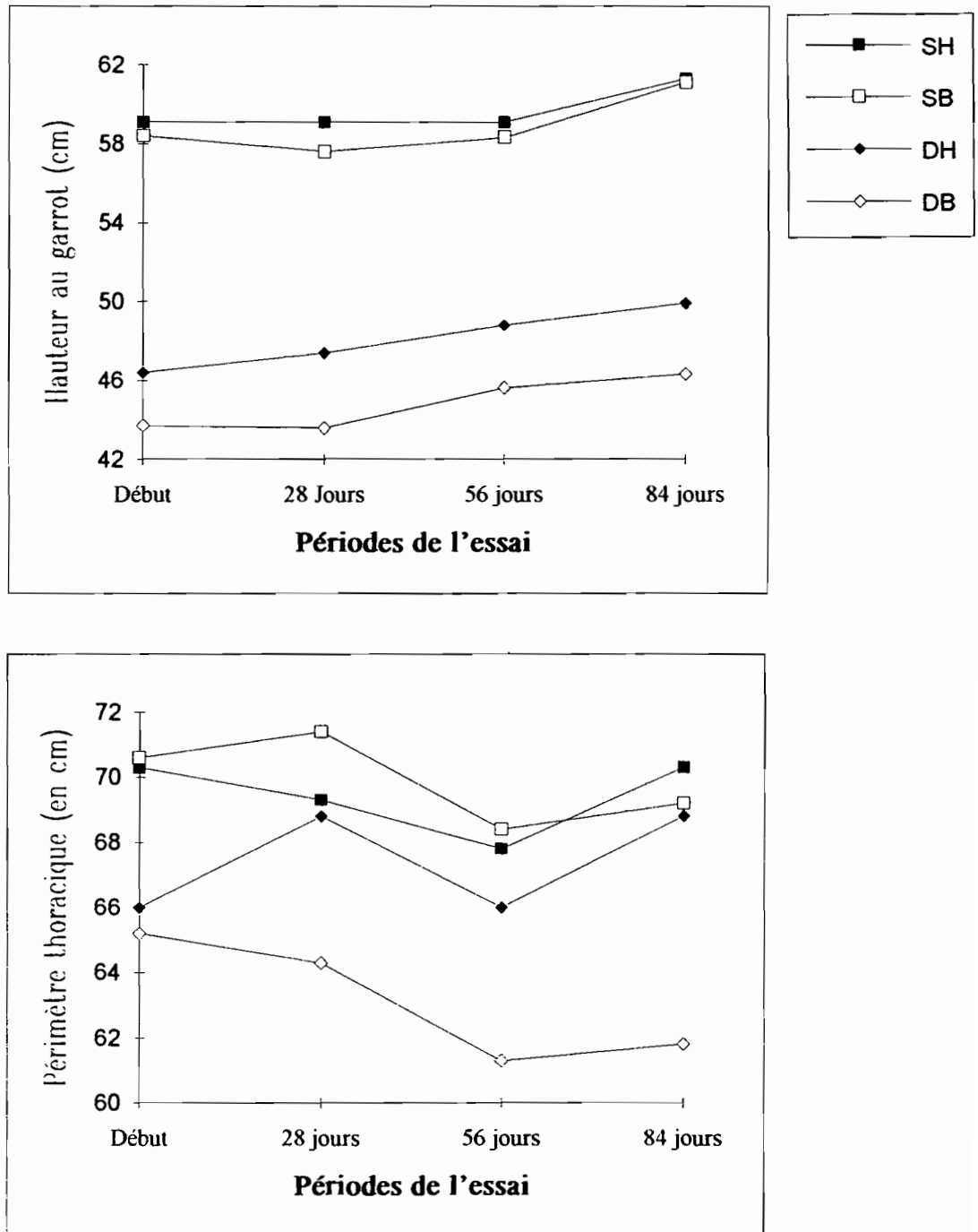


Figure 4 : Evolution de la hauteur au garrot et du périmètre thoracique au cours de l'essai alimentaire.

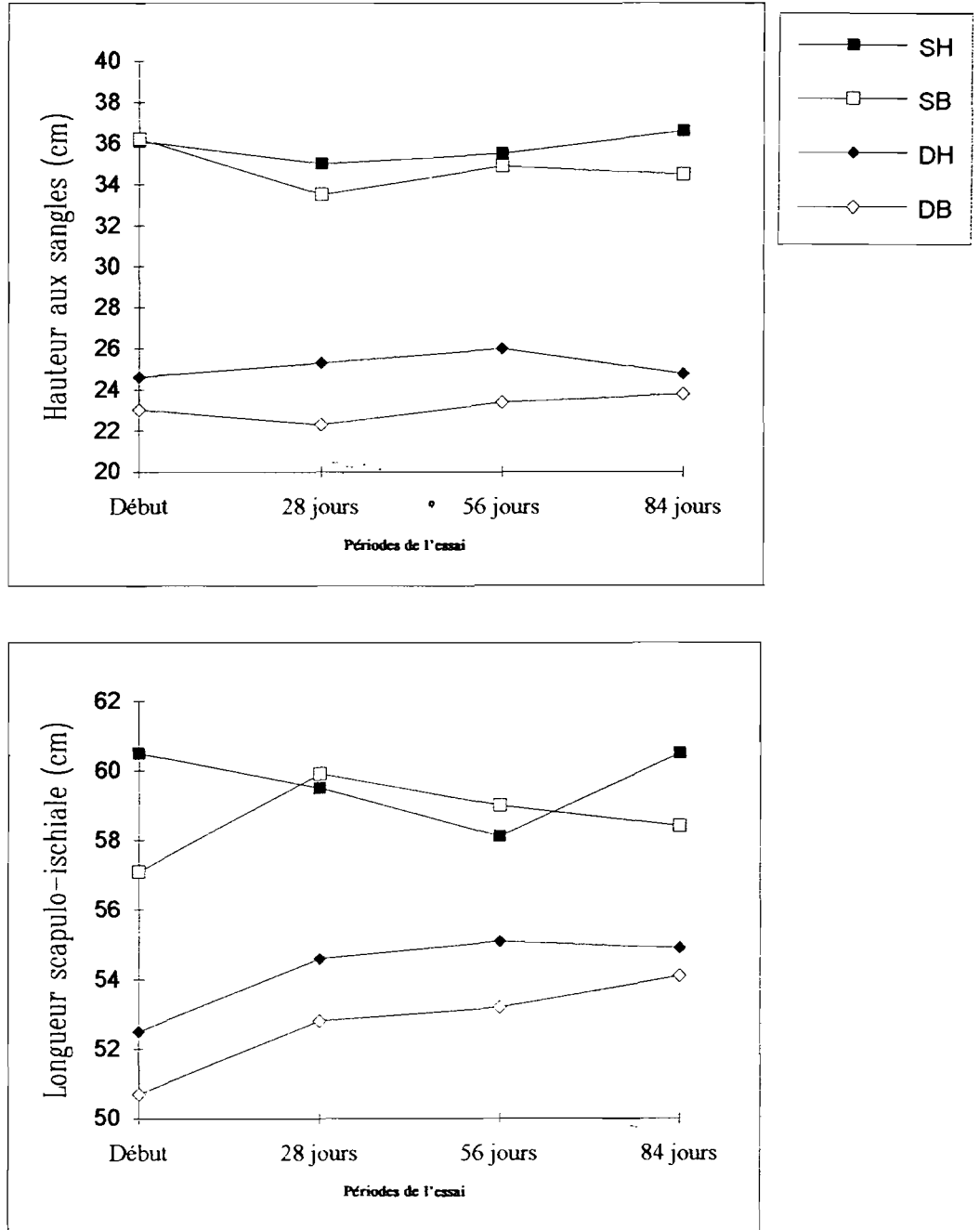


Figure 5 : Evolution de la hauteur aux sangles et de la longueur scapulo-ischiale au cours de l'essai alimentaire.

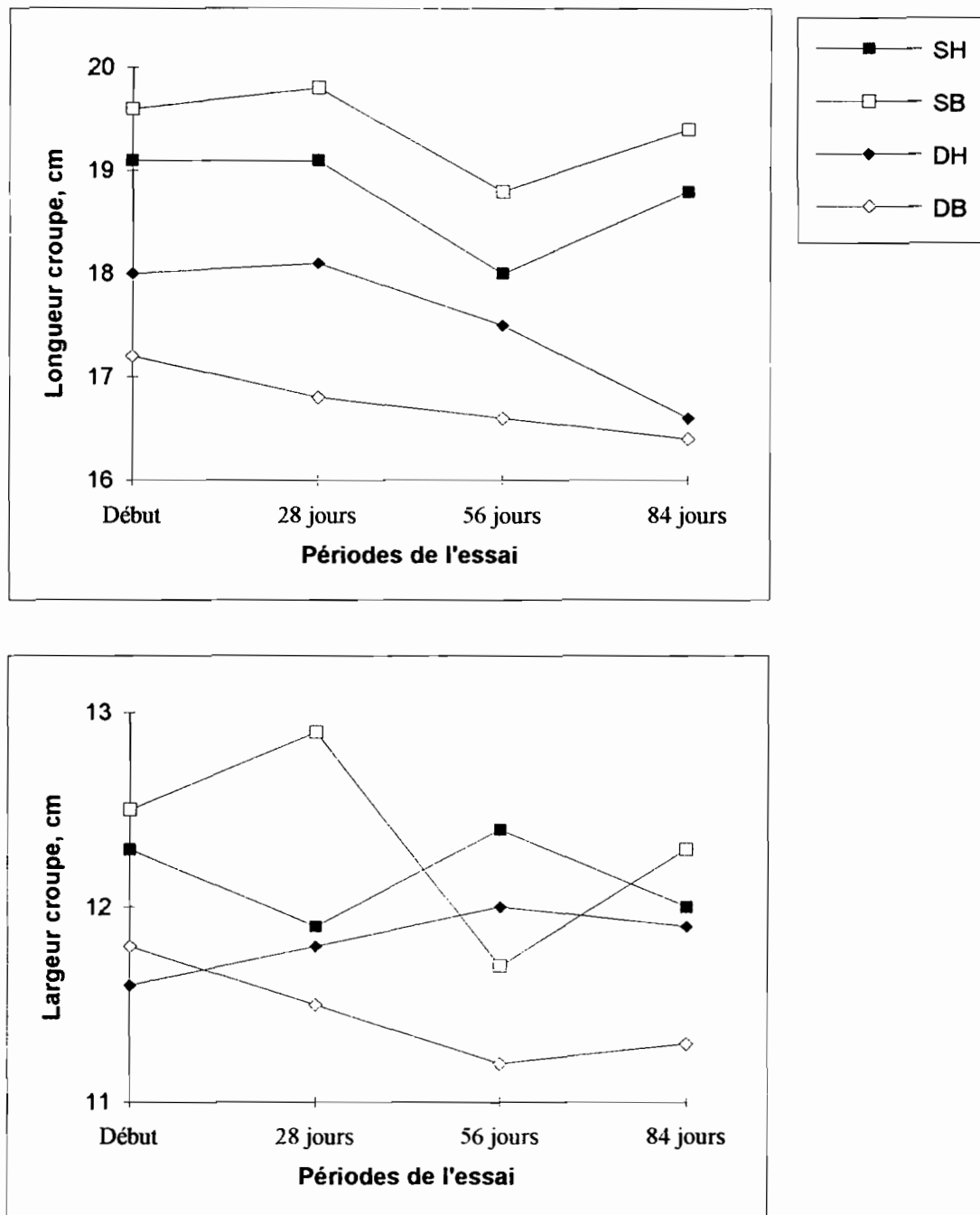


Figure 6 : Evolution de la longueur et largeur de la croupe au cours de l'essai alimentaire.

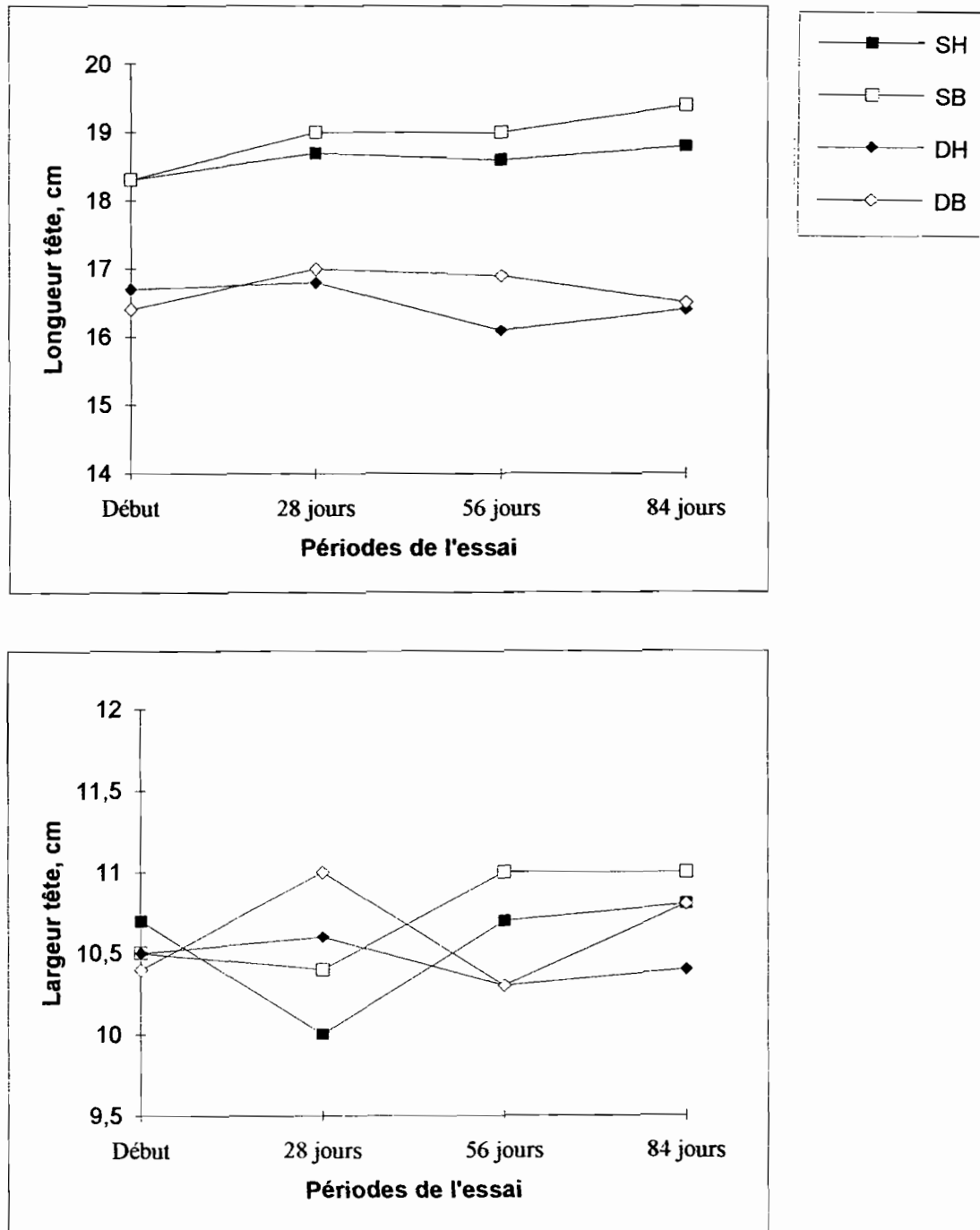


Figure 7 : Evolution de la longueur et largeur de la tête au cours de l'essai alimentaire.

Tableau 3: Variation des paramètres de mensuration et du poids des découpes de carcasse des chèvres avant et après abattage

	Sahélienne		Djallonké		Source de variation ²		
	SB	SH	DB	DH	Race	Nival	Ectr
LOT ¹							
Apport de concentré (g/tête/j)	250	600	250	600			
<u>Mensurations sur animal vivant</u>							
Périmètre thoracique, cm	68,5	70,9	65,6	65,7	5,3**	0,2ns	3,9
Hauteur au garrot, cm	56,7	57,4	44,2	45,2	12,5**	1,1ns	3,0
Hauteur aux sangles, cm	34,3	33,6	21,6	22,1	12,7**	0,3ns	3,1
Longueur scapulo-ischiale, cm	57,2	58,1	54,4	51,8	4,5**	-0,9ns	3,6
Longueur de la croupe, cm	19,3	19,4	21,7	17,6	1,8**	-0,0ns	1,0
Largeur de la croupe, cm	11,9	12,3	12,6	11,8	0,3ns	-1,3ns	1,0
Longueur tête, cm	18,1	18,6	16,3	16,9	2,0**	0,6ns	1,0
Largeur tête, cm	11,0	10,9	10,8	10,3	0,3ns	-0,3ns	0,0
<u>Mensurations sur carcasse</u>							
Longueur gigot, cm	32,9	32,4	26,9	25,9	6,4**	-1,3ns	2,0
Largeur gigot, cm	16,0	16,8	15,9	15,5	1,0+	0,0ns	1,0
Largeur côte, cm	16,9	17,9	17,3	17,1	0,7ns	0,1ns	1,4
Longueur carcasse, cm	49,4	49,9	48,5	45,2	2,6+	-1,8ns	3,3
Profondeur poitrine, cm	24,6	24,9	23,4	23,3	1,4*	-0,3ns	1,4
Longueur interne carcasse, cm	57,8	57,3	54,1	52,4	4,9**	-1,4ns	3,3
<u>Poids des parties découpées</u>							
Gigot, g	1003	1119	918	936	134+	68ns	529
Selle, g	302	331	334	307	-4ns	1ns	64
Filet, g	306	350	321	332	1,7ns	28ns	59
Carré couvert, g	332	356	335	363	10ns	11ns	70
Carré découvert, g	209	248	207	176	37+	4ns	49
Epaule, g	913	959	733	720	160**	21ns	136
Poitrine, g	369	344	352	356	3ns	14ns	69
Collier, g	353	380	317	305	55*	8ns	67
Queue, g	24	31	25	24	3ns	3ns	9

1. SB= Sahéliennes "bas niveau d'alimentation", SH= Sahéliennes "haut niveau d'alimentation", DB= Djallonké "bas niveau d'alimentation", DH= Djallonké "haut niveau d'alimentation". Ectr= écart-type résiduel.

2. L'effet de la race estimé par la différence "Sahélienne-Djallonké" et celui du niveau alimentaire (Nival) "Haut niveau-Bas niveau" ont été significatifs à $p < 0,01$: **, $p < 0,05$: *, $p < 0,10$: +, ou non significatifs: ns. Leur interaction (Race x Nival) n'a pas été significative.

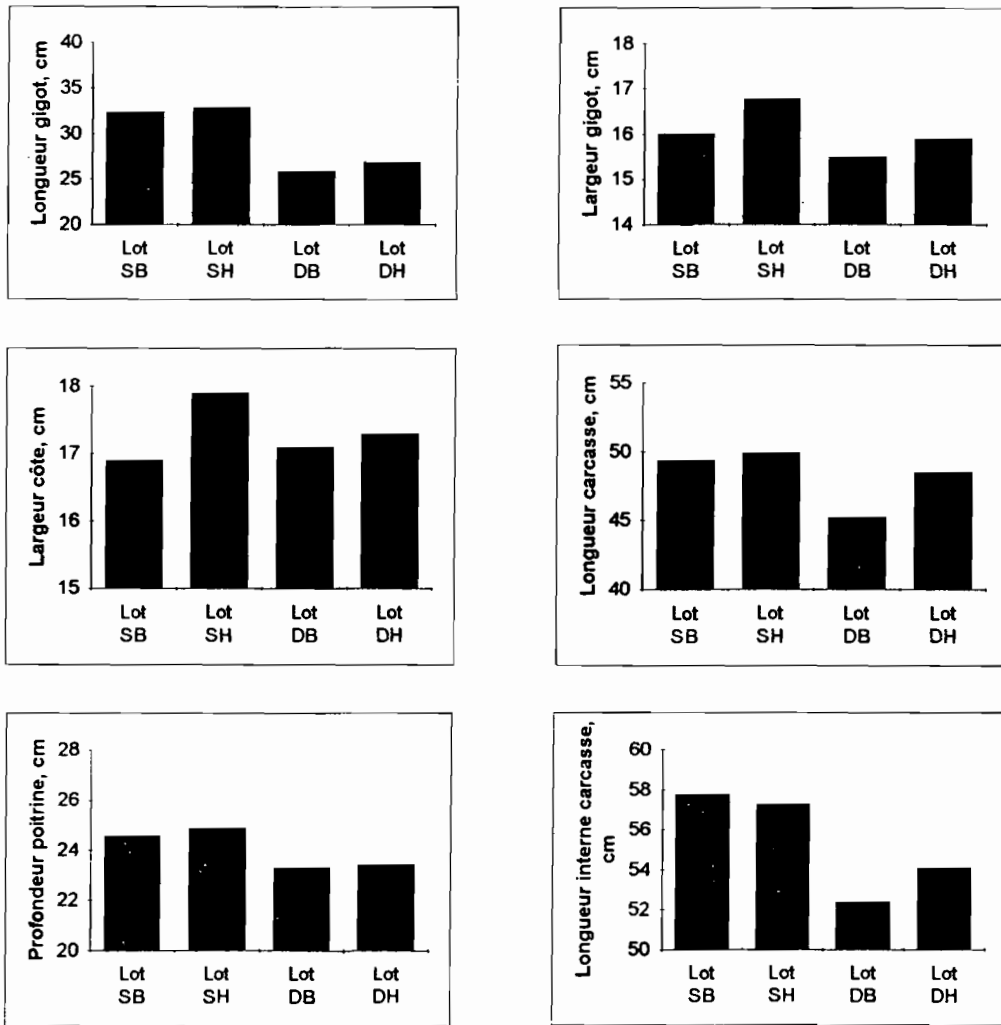


Figure 8 : Paramètres de mensurations effectués sur les carcasses.

Les poids des muscles disséqués n'a pas présenté de variation significative liées à la race ou au niveau alimentaire (tableau 4). Par contre, des différences ont été observées sur l'adiposité des carcasses. En effet, le poids du gras sternal disséqué et sa longueur ont été plus élevés ($p < 0,10$) chez les chèvres bien alimentées; et la différence a été plus nette chez les Djallonké, en ce qui concerne le poids du "pain de gras sternal" disséqué (tableau 4). Les gras internes, et précisément ruminal et périrénal ont significativement augmenté avec le niveau alimentaire (tableau 4).

c. Après analyse chimique

-Teneur en eau

La teneur en eau corporelle totale a varié de 7 à 8,2 kg, soit 38 à 40% du poids vif vide. L'effet des facteurs étudiés n'a pas été significatif sur les variations de ce paramètre (tableau 5).

-Teneur en protéines

Les protéines corporelles totales ont varié de 11,7 à 13 % du poids vif vide et n'ont pas présenté de différence significative liée à la race ou à l'alimentation (tableau 5).

-Teneur en lipides

Le niveau alimentaire a eu un effet significatif sur ce paramètre qui est passé, chez les Sahéliennes, de 54,8 à 76,1% du poids vif vide, respectivement, chez les lots à alimentation restreinte et chez ceux nourris *ad libitum*, et chez les Djallonké de 50,3 à 88,6% du poids vif vide dans les mêmes lots respectifs (tableau 5).

I.3. EXACTITUDE DE LA METHODE DE NOTATION DE L'ETAT CORPOREL

a. Reproductibilité

La population de notes s'est située entre 0,5 et 3 chez les chèvres sahéliennes, et entre 1 et 5 chez les Djallonké. Les notes moyennes attribuées, par les différents observateurs, aux chèvres Djallonké ont été supérieures à celles des Sahéliennes (tableau 6). Les notes attribuées par le 4ème observateur, peu expérimenté, étaient relativement plus faibles et n'ont pas été prises en compte dans le calcul de la note moyenne. Aussi, le coefficient de variation calculé à partir des notes des 3 premiers observateurs a été de 76%. Les corrélations entre les notes des différents observateurs ont été positives et significatives ($p < 0,01$) (tableau 7).

b. Signification biologique

-Diamètre adipocytaire

Le diamètre adipocytaire a été déterminé sur un nombre réduit de chèvres et les prélèvements n'ont pas été effectués aux mêmes sites (tableau 8). Ce diamètre a varié en fonction de la note d'état corporel (figure 9abc). Pour une variation de note d'état corporel de 0,5 à 5 point, le diamètre des adipocytes a augmenté de 40,6 μm à 128,8 μm .

-Relation entre la note d'état et la teneur en lipides corporels

Les calculs de corrélation ont été effectués, pour chaque génotype, sur toutes les données poolées, sans distinction du niveau d'alimentation. Les coefficients de corrélation ont été

positifs et significatifs entre la teneur en lipides des différents composants tissulaires et de la masse corporelle totale (tableau 9, figures 10 et 11).

Les calculs de régression ont montré qu'une variation d'1 point de note d'état corporel correspond à une variation dans le même sens de 659,3 g de lipides ($r^2=0,76$, $rsd=348,5$) chez les Djallonké, et 638,7 g ($r^2=0,54$, $rsd=293,6$) chez les Sahéliennes (tableau 10).

II. DISCUSSION

Les données bibliographiques concernant les chèvres tropicales et se rapportant au thème étudié sont pratiquement inexistantes.

II.1. Effet de la race et du niveau alimentaire sur les paramètres étudiés

Les chèvres Djallonké ont eu une vitesse de croissance et un gain de note d'état corporel plus élevés que les Sahéliennes ayant des niveaux d'alimentation similaires. Ces résultats mettent en évidence la supériorité de la race Djallonké par rapport à la Sahélienne dans la valorisation des aliments, vraisemblablement à cause de ses aptitudes plus bouchères (AMEGEE, 1986). De plus le format plus ramassé des Djallonké pourrait entraîner une surestimation de leur état corporel. Compte tenu de l'hétérogénéité du format des chèvres de race différente, l'adjonction de la hauteur au garrot à la note d'état corporel dans la régression linéaire a été effectuée mais n'a pas amélioré la prédiction du poids vif ou de l'adiposité. Le génotype a eu une influence significative sur la plupart des paramètres de mensuration corporelle et sur certaines parties découpées au niveau de la carcasse. Son influence sur la composition chimique des carcasses n'est pas établie.

Les moindres gains de note d'état corporel des chèvres Djallonké du lot bien alimenté (DH) comparées à celles du lot de Sahéliennes correspondant (SH) s'expliqueraient en partie par la présence de 4 sahéliennes en début de lactation (49 jours de lactation en moyenne, avec une naissance gémellaire). En effet, chez ces chèvres assez bonnes laitières (CISSE et al., 1994c), une proportion plus importante de l'énergie ingérée serait utilisée en priorité pour la production laitière, au détriment du stockage dans les dépôts adipeux (CHILLIARD et al., 1983). Il n'y'a pas eu de différence significative sur les protéines corporelles exprimées en pourcentage du poids vif vide, entre les chèvres Sahéliennes et les Djallonké (tableau 5). Cependant les chèvres bien alimentées (SH et DH) ont eu tendance à déposer plus de tissus adipeux au niveau de la carcasse et des viscères (tableaux 4 et 5). Ces résultats illustrent bien que la ration influence le poids vif vide, et la composition du gain de poids (JONH et al., 1985). Son effet sur la hauteur aux sangles et la longueur de la croupe (tableau 2) confirment les observations de DENIS (communication personnelle) sur les zébus au Centre de Recherches zootechniques de Dahra.

II.2. Validité de la méthode des notes d'état: Relations entre les estimateurs

Les notes attribuées par les différents opérateurs ont été étroitement corrélées, témoignant d'une bonne reproductibilité de la méthode. La comparaison avec d'autres méthodes de notation de l'état corporel est difficile car la précision est rarement rapportée pour les notes d'état des chèvres. La reproductibilité obtenue au cours de ce travail est toutefois similaire à celle rapportée par AUMONT et al. (communication personnelle) chez la chèvre créole.

Le diamètre adipocytaire est un bon prédicteur de l'état d'adiposité des carcasses (ROBELIN et AGABRIEL, 1986). Nos résultats ont été certes obtenus sur un nombre limité d'observations (tableau 8) mais semblent le confirmer (figures 9abc).

Les corrélations très étroites obtenues entre la note d'état corporel et le poids et les dimensions du tissu adipeux sternal disséqué confirment l'avantage de l'utilisation de ce tissu dans l'évaluation de l'état corporel (tableau 11). Le durcissement de la peau de la région sternale chez certaines chèvres âgées peut cependant gêner la palpation au niveau de cette région.

Certains et pas la totalité des paramètres de mensuration corporelle sur l'animal vivant ont été corrélés significativement avec la note d'état (tableau 9). Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par certains auteurs sur les bovins zébus (NICHOLSON et BUTTERWORTH, 1986; Cisse et al., 1992a).

Les liaisons étroites ont été constatées entre la note d'état corporel et le poids des dépôts adipeux ou la teneur en lipides corporels totaux, chez les deux races (tableau 10). Les coefficients de régression entre la note et la teneur en lipides corporels sont tout à fait similaires à ceux obtenus par AUMONT et al. (communication personnelle) chez la chèvre Corse. Ce résultat confirme que la note d'état est un excellent estimateur de l'état d'engraissement des animaux. Elle peut trouver une application pratique au niveau des élevages:

On peut se fixer des notes cibles à atteindre à des stades physiologiques bien précis en fonction des objectifs de production;

- On peut évaluer la résistance et la capacité d'adaptation de différents types de chèvres à une sous-alimentation ou à des différents milieux difficiles;
- On peut estimer la qualité d'un pâturage. En effet la mesure des performances ne suffit pas; il faut aussi savoir si les animaux ont stocké ou mobilisé des réserves corporelles;
- On peut prédire les variations de poids vif et de masse corporelle

Tableau 4: Variation de la note d'état et des paramètres de composition corporelle chez les chèvres abattues

	Sahélienne		Djallonké		Source de variation ²		
	SB	SH	DB	DH	Race	Nival	Ectr
LOT ¹							
Apport de concentré (g/tête/j)	250	600	250	600			
Age (ans)	2,5	2,3	2,5	2,5			
Note d'état corporel	1,8	2,3	1,8	2,9	+	**	0,6
Poids vif, kg	20,0	21,3	18,4	18,9	ns	ns	3,7
Poids vif vide, kg	14,9	15,9	13,9	14,8	ns	ns	2,9
Poids carcasse, kg	8,0	8,3	7,5	8,1	ns	ns	1,7
Rendement carcasse, en %	38,9	40,2	40,8	42,5	*	ns	2,6
Muscle carcasse, kg	1,5	1,7	1,4	1,6	ns	ns	1,9
Gras carcasse, g	65,5	75,8	63,6	156,1	ns	ns	91,3
Gras ruminal, g	81,7	140,8	95,9	332,1	ns	+	160,1
Gras périrénal, g	17,1	27,3	17,5	42,9	ns	*	14,8
Gras sternal sous-cutané							
.Poids, g	7,6	8,1	7,5	17,5	ns	+	8,3
.Largeur, cm	3,2	3,4	3,0	4,1	ns	ns	1,0
.Longueur, cm	17,3	20,4	15,6	19,1	ns	*	4,3
.Epaisseur, cm	0,4	0,5	0,4	0,6	ns	ns	0,5

1. SB= Sahéliennes "bas niveau d'alimentation", SH= Sahéliennes "haut niveau d'alimentation", DB= Djallonké "bas niveau d'alimentation", DH= Djallonké "haut niveau d'alimentation". Ectr= écart-type résiduel.

2. L'effet de la race estimé par la différence "Sahélienne-Djallonké" et celui du niveau alimentaire (Nival) "Haut niveau-Bas niveau" ont été significatifs à $p < 0,01$: **, $p < 0,05$: *, $p < 0,10$: +, ou non significatifs: ns. Leur interaction (Race x Nival) n'a pas été significative.

Tableau 5: Composition chimique corporelle des chèvres abattues

	Sahélienne		Djallonké		Source de variation ²		
	SB	SH	DB	DH	Race	Nival	Ectr
LOT ¹							
Apport de concentré (g/tête/j)	250	600	250	600			
Note d'état corporel	1,9	2,2	1,8	3,0	ns	*	0,1
Poids vif, kg	20,2	21,3	17,7	18,9	2,3ns	1,1ns	3,7
Poids vif vide, kg	15,6	16,3	14,3	15,0	1,3ns	0,6ns	3,7
CARCASSE							
.eau totale, kg	5,60	5,77	5,07	5,40	0,4ns	0,3ns	0,9
g/kg PVV	368	364	366	377	-5,3ns	3,9ns	75
.protéines totales, kg	1,53	1,81	1,30	1,45	0,3ns	0,2ns	0,4
g/kg PVV	100	112	93	100	9ns	10ns	21
.lipides totaux, kg	0,66	0,93	0,52	0,89	0,1ns	0,3*	0,3
g/kg PVV	42	58	37	59	2ns	19**	15
VISCERES							
.lipides totaux, kg	0,20	0,30	0,20	0,50	-0,1ns	0,2*	0,3
g/kg PVV	13	18	14	30	-6+	11**	13
MASSE CORPORELLE							
.eau totale, kg	7,64	8,24	7,07	7,41	0,70ns	0,47ns	1,3
g/kg PVV	381	391	401	397	-13ns	3ns	42
.protéines totales, kg	1,89	2,24	1,64	1,77	0,3ns	0,4*	0,5
g/kg PVV	123	138	117	122	10ns	11ns	24
.lipides totaux, kg	0,86	1,23	0,72	1,40	0,0ns	0,5*	0,5
g/kg PVV	55	76	50	89	-4ns	30**	20

¹. SB= Sahéliennes "bas niveau d'alimentation", SH= Sahéliennes "haut niveau d'alimentation", DB= Djallonké "bas niveau d'alimentation", DH= Djallonké "haut niveau d'alimentation". Ectr= écart-type résiduel.

². L'effet de la race estimé par la différence "Sahélienne-Djallonké" et celui du niveau alimentaire (Nival) "Haut niveau-Bas niveau" ont été significatifs à $p < 0,01$: **, $p < 0,05$: *, $p < 0,10$: +, ou non significatifs: ns. Leur interaction (Race x Nival) n'a pas été significative.

Tableau 6: Notes moyennes attribuées aux chèvres abattues par les observateurs

Race	Nombre	Notateur 1	Notateur 2	Notateur 3	Notateur 4
Sahélienne	20	1,80 ±0,74	1,73 ±0,60	1,81 ±0,59	1,60 ±1,73
Djallonké	22	2,68 ±0,84	2,81 ±0,70	2,82 ±0,92	2,33 ±0,97
Toutes races confondues	42	2,26 ±0,90	2,29 ±0,85	2,34 ±0,93	1,98 ±0,89

Tableau 7: Matrice de corrélations entre les notes attribuées par les différents observateurs

	Observateur 1	Observateur 2	Observateur 3	Observateur 4
Observateur 1				
.toutes races	1,00**			
.Djallonké	1,00**			
.Sahéliennes	1,00**			
Observateur 2				
.toutes races	0,84**	1,00**		
.Djallonké	0,79**	1,00**		
.Sahéliennes	0,77**	1,00**		
Observateur 3				
.toutes races	0,73**	0,79**	1,00**	
.Djallonké	0,67**	0,77**	1,00**	
.Sahéliennes	0,59**	0,54**	1,00**	
Observateur 4				
.toutes races	0,86**	0,79**	0,84**	1,00**
.Djallonké	0,84**	0,82**	0,85**	1,00**
.Sahéliennes	0,83**	0,65**	0,67**	1,00**

Les calculs ont été effectués sur toutes les races confondues (n=42) et sur les seules Djallonké (n=22) ou Sahéliennes (n=20). Les valeurs sont significatives à $p < 0,01$: **.

Tableau 8: Diamètre adipocytaire (da) en μm .

N°chèvre	Note d'état corporel	<u>Gras caudal</u>		<u>Gras périrénal</u>		<u>Gras sternal</u>	
		n*	da	n*	da	n*	da
566		28	52,7	24	53,8		
570		14	50,9	18	53,9		
587		16	57,7	25	54,1		
596		21	40,8	16	40,6		
567						10	56,2
568						18	59,0
581						13	54,6
582						4	61,2
588						18	54,6
43						35	106,6
49						44	128,8
60						55	118,7
67						34	59,1
80						32	68,8

n*= nombre d'adipocytes mesurés.

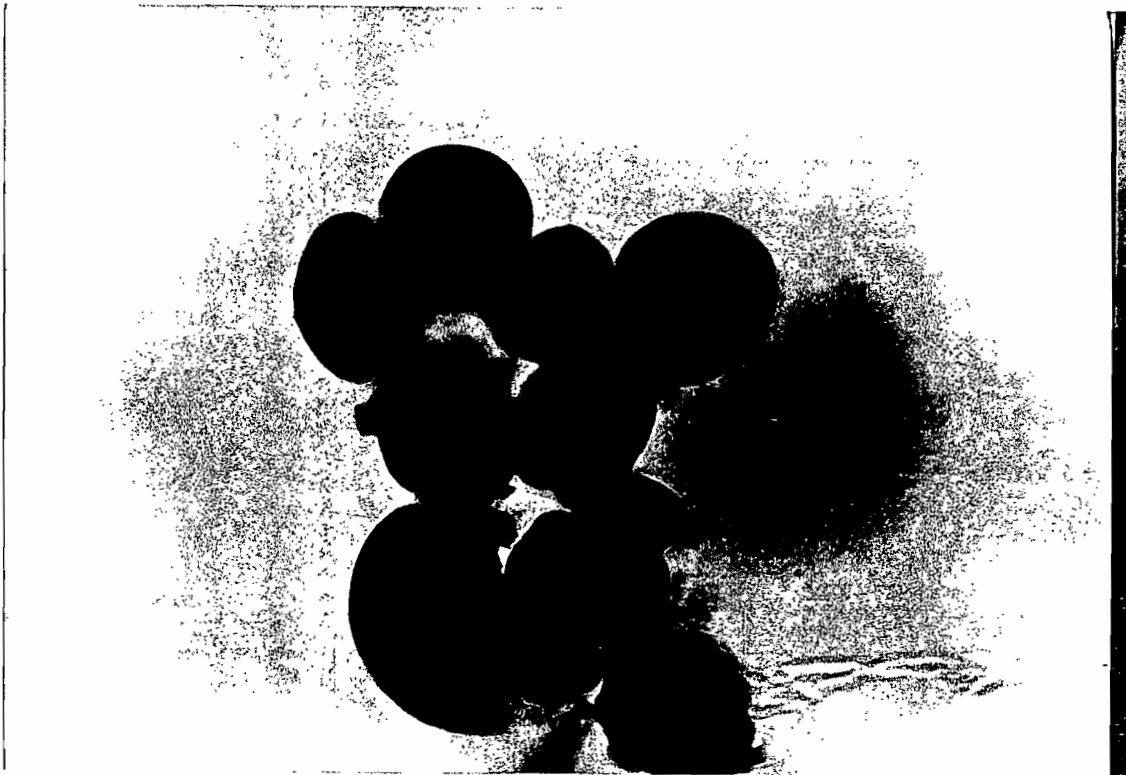


Note 1



Note 2

Figure 9a : Diamètre des adipocytes correspondant aux notes 1 et 2.



Note 3



Note 4

Figure 9b : Diamètre des adipocytes aux notes 3 et 4.

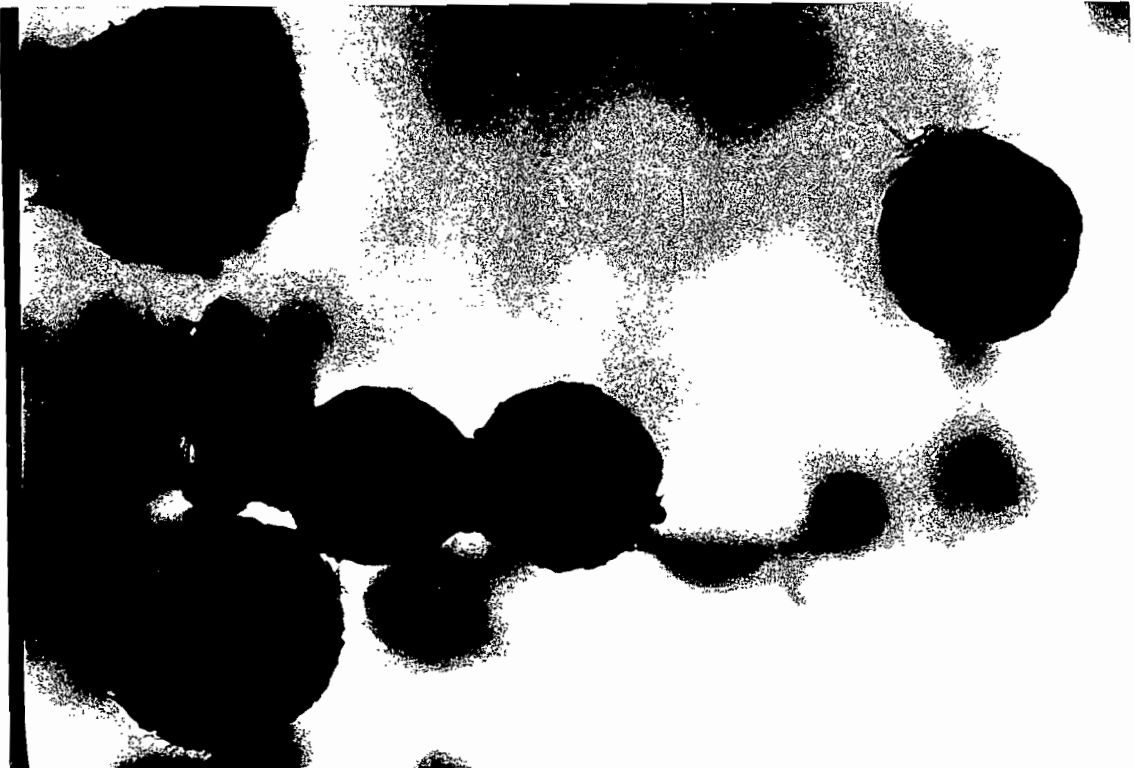


Figure 9c : Diamètre adipocytaire correspondant à la note 5.

Tableau 9: Corrélations entre la note d'état et les paramètres de mensuration et de composition corporelle

	<u>Djallonké</u>	<u>Sahélienne</u>
Poids vif, kg	0,59**	0,24
Poids vif vide, kg	0,62**	0,30*
Périmètre thoracique, cm	0,69**	0,08
Longueur scapulo-ischiale, cm	0,31*	0,31*
Largeur croupe, cm	0,46*	0,20
Longueur croupe, cm	0,02	0,02
Hauteur aux sangles, cm	0,32*	0,43*
Hauteur au garrot, cm	0,31*	0,51**
Gras sternal		
.Poids, g	0,67**	0,77**
.Largeur, cm	0,85**	0,41*
.Longueur, cm	0,86**	0,69**
.Epaisseur, cm	0,76**	0,64**
Gras ruminal, g	0,74**	0,68**
Gras périrénal, g	0,78**	0,69**
Eau corporelle		
.totale, g	0,49*	0,35*
.g/kg PVV	-0,29	-0,22
Protéines corporelles		
.totales, g	0,69**	0,58**
.g/kg PVV	0,70**	0,62**
Lipides corporels		
.totaux, g	0,87**	0,74**
.g/kg PVV	0,84**	0,82**

Les valeurs sont significatives à $p < 0,01$: **, ou $p < 0,05$: *.

Tableau 10: Equations de régressions ($Y = aX + b$) entre la teneur en lipides corporels (Y) et la note d'état (X).

	Lipides corporels totaux (en g)	a^1	Note d'état	b	r^2	ectr ²
Djallonké (n=21)	Y	659,3	X	-535,6	0,76	348,5
Sahéliennes	Y	638,7	X	-273,1	0,54	293,6

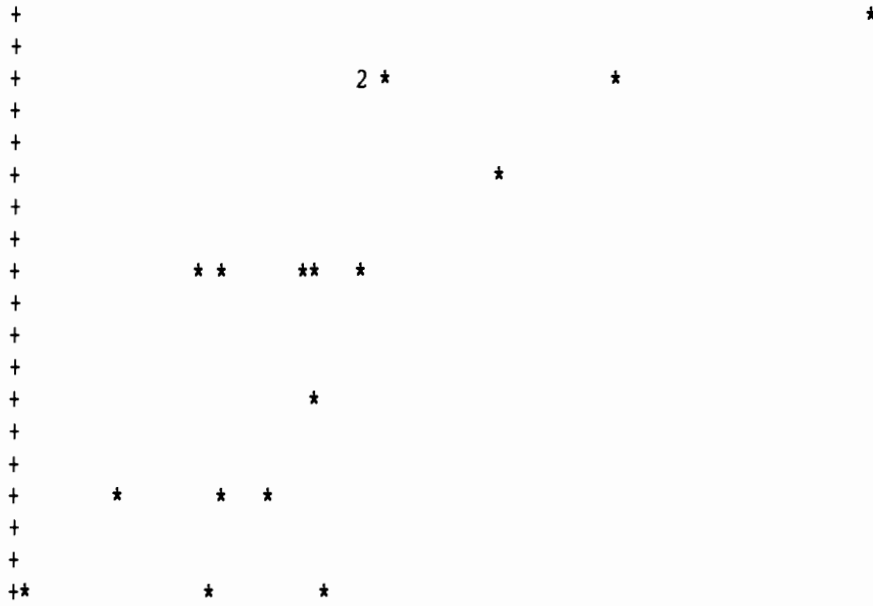
a^1 =pente de la régression
ectr²=écart-type résiduel

Tableau 11: Caractéristiques du gras sternal et poids des gras ruminal et périrénal par classe de note d'état.

Note	1	2	2,5	3	3,5	4
<u>SAHELIENNES</u>						
n=	12	4	4			
<u>Gras sternal</u>						
Poids, g	5,1 3-8,5	12,4 10-14,1	13,8 10,6-16,2			
Longueur, cm	15,0 6-19,6	20,3 15,8-30	23,4 21,5-25,3			
Largeur, cm	3,1 2-4,1	3,4 2,6-4	3,6 3-4			
Epaisseur, cm	0,4 0,2-0,5	0,4 0,2-0,6	0,5 0,4-0,8			
<u>Gras rumen, g</u>	59,1 17-215	141,8 87-205	172 107-238,6			
<u>Gras rénal</u>	18,4 7-49	30,7 24-42	30,2 16-51,7			
<u>DJALLONKE</u>						
n=	3	5	6	4	1	2
Poids, g	3,6 5-6	7,0 5,5-9	11,2 9-12,6	13,1 8-15	18,3	40,1 25,6-54,6
Longueur, cm	12,1 10,7-13	14,9 14-15,6	16,4 14,3-18,5	19,4 10,2-21,7	22,5	24,8 21,5-28
Largeur, cm	2,5 2,2-2,7	2,6 2,6-2,4	3,4 3-3,5	3,9 3-5	4,5	5,9 4-7,8
Epaisseur, cm	0,4 0,3-0,6	0,4 0,3-0,4	0,5 0,3-0,8	0,6 0,6-0,8	0,7	0,9 0,7-1
Gras rumen, g	76,3 34-111	78,5 36,2-149	156,2 72-267	151,4 112-196	282,8	1573,7 1554-1593,3
Gras rénal, g	9,8 6-12,4	14,2 9,4-29,4	23,7 9,8-44,3	21,1 8-54,2	70,0	140,4 138,6-142,1

Note

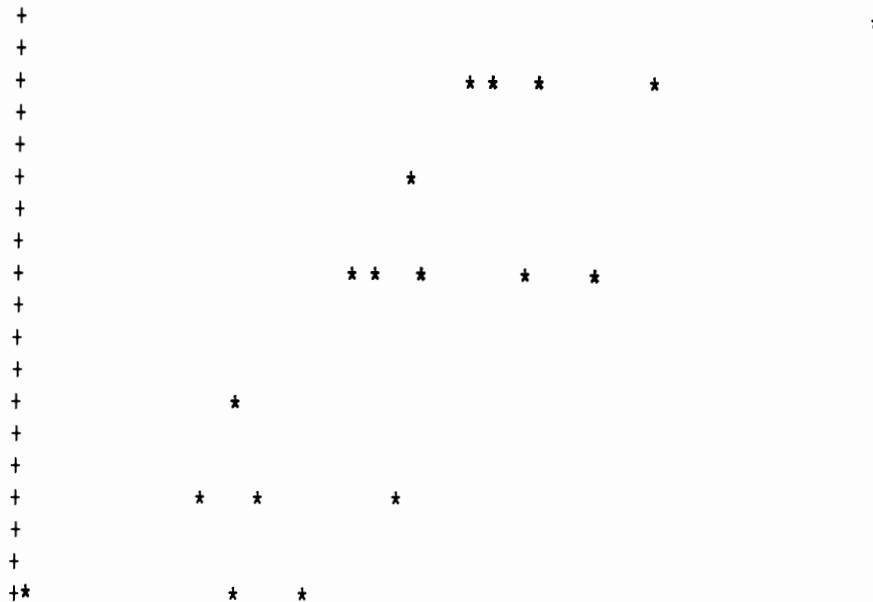
2.75



(a)

Note

2.75



(b)

Figure 11 : Evolution de la teneur en lipides corporels (totaux en g (a) ou en g/kg du poids vif vide (b) en fonction de la note d'état corporel chez les sahéliennes

CONCLUSION GENERALE

Les réserves corporelles sont essentiellement représentées par les masses adipeuses (graisses), et les protéines (muscles) dans une moindre mesure. Elles jouent un rôle considérable sur le plan économique et physiologique. Sur le plan économique, les réserves corporelles déterminent la valeur commerciale de l'animal sur pied et des carcasses, car influencent la qualité des viandes.

Sur le plan physiologique, elles déterminent les performances de reproduction et de production laitière. Leur rôle sur la survie des animaux en période de disette est aussi tout à fait établi.

Compte tenu de l'importance des réserves corporelles, de nombreuses méthodes d'estimation ont été mises au point. La plupart d'entre elles, onéreuses et sophistiquées, sont d'un intérêt pratique assez limité.

La méthode des notes d'état qui a fait l'objet de cette étude semble présenter des avantages réels. Elle est simple à mettre en oeuvre, souple d'emploi tant pour l'utilisateur que pour l'éleveur, peu onéreuse, et d'interprétation rapide.

Quarante huit chèvres (24 Sahéliennes et 24 Djallonké) réparties, au sein de chaque race en 2 lots nutritionnels (l'un alimenté à volonté et l'autre soumis à une alimentation restreinte) ont été utilisées au cours de ce travail s'est fixé comme objectif:

-Premièrement: d'évaluer l'effet du niveau alimentaire et de la race sur les variations de la note d'état corporel (NEC),

-Deuxièmement: de déterminer la validité de la technique de notation,

-Troisièmement: de déterminer sur le plan biologique, la signification de la note d'état en terme de composition corporelle et de diamètre adipocytaire

La NEC a positivement et significativement augmenté avec le niveau alimentaire, chez les 2 races, mais le gain de NEC a été plus important chez les chèvres Djallonké. Leur format plus trapu n'a vraisemblablement pas interagi.

La méthode des NEC a présenté une bonne reproductibilité. Le coefficient de variation des NEC attribuées par 3 observateurs a été de 76%.

Les variations de note d'état ont entraîné des modifications profondes de composition corporelle, surtout lipidique. Les tissus adipeux viscéraux sont apparus comme les tissus les plus sensibles aux variations de NEC et par delà, du niveau alimentaire. Ainsi, chez les chèvres sahéniennes, si on compare celles nourries à volonté à celles limitées sur le plan alimentaire, pour un accroissement de la note d'état de 15,8% (1,9 chez le lot SB vs 2,2 point chez le lot SH), le poids vif a augmenté de 4,4%, le poids vif vide de 4,5%, les lipides de la carcasse de 38,1%, les lipides viscéraux de 38,5%, les lipides totaux corporels de 38,2% et les protéines totales corporelles de 12,2%. Chez les Djallonké, pour un gain de note d'état corporel de 66,7% (1,8 chez le lot DB vs 3,0 points chez le lot DH), l'accroissement des paramètres précités a été de 6,8%, 4,9%, 59,5%, 114%, 78% et 4,3%, respectivement.

La NEC a été significativement corrélée à certains paramètres de mensuration corporelle, et les correspondances avec le diamètre adipocytaire ont été établies sur un nombre cependant limité d'observations.

Les calculs de régression ont montré qu'une variation d'un point de note d'état corporel correspondent à une variation dans le même sens de 639 g de lipides chez les sahéliennes et 659g chez les Djallonké.

Cette étude confirme que la note d'état corporel, en dépit de son caractère quelque peu subjectif, est un outil pratique d'estimation des lipides totaux corporels. Elle présente un intérêt réel dans l'évaluation des besoins nutritionnels des animaux et le rationnement.

BIBLIOGRAPHIE

1. AMEGEE Y., 1986.
Performances d'engraissement et les qualités bouchères de la chèvre djallonké.
Rev.Elev.Méd.vét.Pays Trop., 1986, 39(1):75-80.
2. ANDREWS R.P. and ORSKOV E.R., 1970.
The nutrition of early weaned lamb. II. The effect of dietary protein concentration, feeding level and sex on body composition at two live weights.
J.Agric.Sci., 1970, 75, 19-26.
3. AILHAUD G., AMRI E., CZERUCKA D., FOREST C., GAILLARD D., GRIMALDI P., NEGREL P. et VANNIER C., 1985.
La lipoprotéine-lipase et la différenciation adipocytaire.
Reprod.Nutr.Develop., 1985, 25(1B): 153-158.
4. ASHMORE C.R. and DOERR L., 1971.
Postnatal development of muscle fibre types in normal and dystrophic chick muscle.
Exp.Neurol., 1971, 30: 431-446.
5. BARTLE S.J., MALE J.R. and PRESON R.L., 1983.
Evaluation of urea dilution as an estimator of body composition in mature cows.
J.Anim.Sci., 1983, 56(2): 410-416.
6. BARTLE S.J. and PRESTON R.L., 1986.
Plasma, rumen and urine pools in urea dilution determination of body composition in cattle.
J.Anim.Sci., 1986, 63: 77-82.
7. BAS P., MORAND-FEHR P, SAUVANT D. et HERVIEU J., 1988.
Prévision de l'eau coproscopique de la chèvre laitière par injection de l'urée.
Reprod.Nutr.Develop., 1988, 28 suppl., (1): 185-186.
8. BAUMAN D.E. et CURRIE W.B., 1980.
Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostatis and homeorhesis.
J.Dairy Sci., 1980, 63: 1514-1529.
9. BAUMAN D.E., EISEMANN J.H. and CURRIE W.B., 1982.
Hormonal effects on partitioning of nutrients for tissue growth: role of growth hormone and prolactin.
Fed.Proc., 41:2538-2544.

10. BENAZZOUS, 1985.
Effets de la quantité des matières azotées du régime sur la production laitière et la mobilisation des réserves corporelles par la brébis allaitante en déficit énergétique.
Th. 3^o cycle, 1985, INRA Theix.
11. BENEVENT M., 1971.
Croissance relative pondérale postnatale, dans les deux sexes des principaux tissus et organes de l'agneau mérino d'Arles.
Ann.Biol.Anim.Bioch.Biophys., 1971, 11, 5-39.
12. BERANGER C. et ROBELIN J, 1977.
Influence du mode d'élevage, de la sélection et de l'alimentation sur l'état d'engraissement des bovins.
Ann.Biol anim.Bioch Biophys., 1977, 17 (5B), 905-921.
13. BERINSTAIN-BAILLY C., 1992.
Les caractéristiques du lait de chèvre.
Capricorne, 1992, 5: 9-12.
14. BJORNTORP P., KARLSSON M., PETERSON P. and SYPNIEWSKA G., 1980.
Differentiation and function of rat adipose precursor cells in primary culture.
J.Lip.Res., 1980, 1: 714-723.
15. BOCCARD R. et DUPLAN J.M., 1961.
Etude de la production de la viande chez les ovins.III.Note sur l'influence de la vitesse de croissance sur la composition corporelle des agneaux.
Ann.Zootech., 1961, 10(1): 31-37.
16. BOCCARD R. et DUMONT B.L., 1973.
Etude de la production de viande chez les ovins.IX. Variation de l'organisation de la musculature de l'agneau en fonction de la vitesse de croissance.
Ann.Zootech., 1973, 22, 423-431.
17. BOCCARD R., NAUD R.T., CRONJE D.E., SMIT M.C., VENTER H.J., ROSSOW E.J., 1979.
The influence of age and breed of cattle on their muscle characteristics.
Meat Sci., 1979, 4: 261-281.
18. BOCCARD R., 1987.
Caractères qualitatifs des viandes, leurs bases biologiques et les conséquences du traitement technologique.
In: Commission des recherches bovines: 2-3 Juin 1987: 2-5.
19. BOCCARD R., 1989.
Comment satisfaire les exigences des consommateurs.
Congrès mondial du charolais, Septembre 1989.

20. BOURZAT D., 1985.
La chèvre naine de l'Afrique de l'Ouest: Monographie.
Document du groupe n°SRC 4, 1985, CIPEA, Addis Abeba, ETHIOPIE.
21. BOUTRIER-WINCKLER B., BOURBOUZE A. et SIMIANE M., 1982.
La composition et la valeur alimentaire de la ration ingérée par les
chèvre laitières sur parcours dans la Drôme.
Document INAPG-ITOVIC.
22. BROOKE M.H. et KAISER K.K., 1970.
Muscle fibres types: How many and what kind.
Arch.Neurol., 1970, 23:369-379.
23. CALLOW E.H., 1948.
Comparative studies of meat.II. The change in the carcass during
growth and fattening, and their relation to the chemical composition of
the fatty and muscular tissues.
J.Agric.Sci., 1948, 38: 174-199.
24. CHEVREMONT M., 1948.
Etude morphologique du tissu adipeux.
Histologie, 1948: 79-82.
25. CHRAIBI F., DESBALS B., PEJOAN C., SABOUREAU M., MAUREL D. et
BOISSIN J., 1982.
Variations saisonnières de la lipolyse des adipocytes de renard, de
blaireau et de hérisson. Relations avec les cycles annuels des
activités testiculaires et thyroïdienne.
J.Physiol., 1982, 78: 207-213.
26. CHILLIARD Y. 1981.
Importance relative et activités métaboliques des différents tissus
adipeux de la chèvre laitière.
Nutrition and systems of goat feeding: 1981, 80-89.
27. CHILLIARD Y., REMOND B., SAUVANT D. et VERMOREL M., 1983.
Particularités du métabolisme énergétique. In particularités
nutritionnelles des vaches à haut potentiel de production.
Bull.Tech., CRZV Theix, INRA, 1983, 53: 37-64.
28. CHILLIARD Y. et ROBELIN J., 1985.
Activités de la lipoprotéine-lipase des différents dépôts adipeux et ses
relations avec la taille des adipocytes chez la vache tarie en cours
d'engraissement ou en début de lactation.
Reprod.Nutr.Dév., 1985, 25(1B): 287-293.

29. CHILLIARD Y., 1986.
Revue bibliographique: Variations quantitatives et métabolisme des lipides dans les tissus adipeux et le foie au cours du cycle gestation-lactation.
Reprod.Nutr.Develop., 26 (5A): 1057-1103.
30. CHILLIRD Y., 1987a.
Variations quantitatives et métabolisme des lipides dans le tissu adipeux et le foie, au cours du cycle gestation-lactation.
Reprod.Nutr.Develop., 1987, 27(2A): 327-347.
31. CHILLIARD Y., 1987b.
Revue bibliographique: Les variations quantitatives et métabolismes des lipides dans le tissu adipeux et le foie. 2^opartie: Chez la brebis et chez la chèvre.
Reprod.Nutr.Develop., 1987, 27: 327-398.
32. CISSE M., 1985.
Etude des carences minérales au Sénégal: Exploitation des résultats acquis pour l'étude d'une cartographie des carences.
Mémoire de chercheur, 1985, n^o75, Al.- Nutr., LNERV, DAKAR.
33. CHILLIARD Y., CISSE M., LEFAIVRE R. and REMOND B., 1991.
Changes in body composition of dairy cows according to lactation stage, somatotropin administration and concentrate feeding.
Relationship between different estimators.
J.Dairy Sci., 1991, 74: 3103-3116.
34. CISSE M., MBAYE M., SANE I., KORREA A. and NDIAYE I., 1992a.
Saisonal changes in body condition of senegalense sahel goat. Relationship with reproduction performances.
In:Prod.2^obiennial conference of the small ruminant African Reseach Network, December 7-11, 1992, Arusha, Tanzania.
35. CISSE M., FALL S.T., KORREA A., 1992b.
Une vue de l'évolution de l'état corporel chez Zébu gobra au cours d'une opération d'embouche à base de résidus de récolte et de sous produits agro-industriels.
ISRA-CRDI, 1992, Brochure interne.
36. CISSE M., FALL Y. et LY I., 1994c.
Perfomances laitières et état nutritionnel des chèvres du Sahel conduites sur parcours naturel: relations avec la craoissance des chèvres.
Small Ruminant Research and Development in Africa

36. CISSE M., FALL S. T. et DITAROH D., 1994a.
Liaison entre la note d'état corporel et les paramètres de la composition corporelle du Zébu.
Communication à l'atelier biennal du reseau de recherches sur les bovins, 17 au 21 Mai 1994, Addis Abeba, ETHIOPIE.
37. CISSE M., LY I., MANGA R. et BOYE C., 1994b.
Use of body condition score for the *in vivo* estimation of body fat in the sahel goat.
Proc.Soc.Nutr.Physiol., 1994, 3: 3.
38. CISSE M., 1995.
Une grille de notation de l'état corporel des chèvres sahéliennes et djallonké.
Fiche technique ISRA, à paraître.
39. COOK J.R. and KOSAK L.P., 1982.
Sn-glycerol-3-phosphate deshydrogenase gene expression during mouse adipocyte development *in vivo*.
Dev.Biol., 1982, 92: 440-448.
40. COWMAN R.T., ROBINSON J.J, McHITTLE J. and PENNIE, 1981.
Effects of protein concentration in the diet on milk yield change in body composition and the efficiency of utilisation of body tissue for milk production in ewes.
Anim.Prod., 1981, 33: 111-120.
41. CRYER A., 1981.
Tissu lipoprotéine lipase activity and its action in lipoprotéin metabolism.
Int.J.Biochem., 1981, 13: 525-541.
42. DEDIEU B., GIBON A. et ROOX M., 1991.
Notations de l'état corporel des brebis et diagnostic des systèmes d'élevage ovin.
INRA, Département de recherches sur les systèmes agraires et le développement, 1991, 22: 35-45.
43. DEVOL D.L., McKEITH F.K., BECHETEL J., NOVAKOFSKI J., SHANKS R.D. et CARR T.R., 1988.

Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcasses.

Reprod.Nutr.Develop., 1988, 28 suppl., (1): 183-184.

44. DOREAU M., GEERKEN C.M., ROBELIN J., 1988.

Utilisation de l'urée comme marqueur de l'eau corporelle chez la vache, en comparaison avec l'eau lourde.

Reprod.Nutr.Develop., 1988, 28 suppl., (1): 185-187.

45. DUCHE A., LEFEVRE P., SABROUX V., BERDON D. et BERNARD G., 1992.

Les techniques d'analyses d'aliments du bétail appliquées au CIRAD-EMVT, 79p.

46. DUMONT B.L., 1986.

La viande de boeuf: Structure et tendreté.

Pour la science, Juin 1986: 86-96.

47. DURAND M., 1981.

Métabolisme minéral.

Bull.Tech.CRZV Theix, INRA, 1981, (46): 67-72.

48. EECKHOUTTE M., 1972.

Inspection et découpe des animaux de boucherie.

Chaire d'hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale, E.N.V.T., 58p.

49. ENJARBERT F., 1994.

Biosynthèse des constituants du lait chez la vache.

Rev.Méd.Vét., 1994, 170, (1,6/7): 353-358.

50. FOURIE P.D., KIRTON A.H. et JURY K.E., 1970.

Growth and development of the sheep.I. The effect of the breed and sex on the growth and carcass composition of Southdown and Romney and their cross.

N.Z.J.Agric.Res., 1970, 13, 753-770.

51. FRANTZ N., 1988a.

Mise au point d'une méthode visuelle d'estimation des réserves corporelles de la vache créole.

Mémoire de fin d'études ITA, 1988, 62p.

52. FRANTZ N., 1988b.

Méthodes d'évaluation de l'état d'engraissement des vaches

reproductrices. Utilisation de ces méthodes par la recherche et le développement comme outils d'analyse de l'alimentation.
Bibliographie.

ENITA Clermont Ferrand, Option productions animales, 1988, 48p.

53. FRAYSSE J.L. et DARRE A., 1990.

Compositio et structure du muscle. Evolution post-mortem et qualité de la viande.

In: Produire des viandes d'aujourd'hui: Quelques bases économiques et biologiques, 1990, LAVOISIER(éd.), Paris.

54. FRENCH M.H., 1971.

Les observations sur la chèvre.

F.A.O., 1971, Rome, ITALIE, 59p.

55. GASPERIN M., 1982.

Méthodes d'estimation et variations quantitatives des réserves corporelles chez la vache au cours du cycle gestation-lactation.

Mémoire de D.E.A., 1982, INRA Theix.

56. GIBON A., DEDIEU B. et THEREIZ M., 1985.

Les réserves corporelles des brebis. Stockage, mobilisation et rôle dans les élevages du milieu difficile.

In: « 10^o journées rech.ovine et caprine, 1985, Paris, INRA-ITOVIC: 178-212.

57. GEFONGEA R. et VALIN C., 1978.

Etude de la qualité des viandes de bovin. II. Comparaison des caractéristiques organoleptiques des viandes de taurillon et d'animal adulte.

Ann.Technol.Agric., 1978, 27: 609-627.

58. GUEGUEN M.L. et MESCHY F., 1988.

Nutrition animale.

Dans l'alimentation des bovins, ovins et caprins. Ouvrage dirigé par JARRIGE, éd. 1988, INRA Paris, 476p.

59. GUESNET Ph. et DEMARNE Y., 1987.

La régulation de la lipogénèse et de la lipolyse chez les mammifères.

Doc.INRA, Station de recherche et de la nutrition, 1987, 78350 Jouy-en-josas.

60. GUEYE A., MBENGUE M., DIOUF A. et VASSIALIDES G., 1989.

Prophylaxie de la coudriose et observations sur la pathologie ovine dans la région des Niayes au Sénégal.
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 1989, 42(4): 497-503.

61. GUNN P.G. and BONEY J.M., 1975.

The interaction of nutrition and body condition and mating of ovulation and early embryo mortality in Scottish black face ewes.

J.Agric.Sci(Camb.), 1975, 85:464-470.

62. HONHOLD N., PETIT H. and HALLIWELL R.W., 1988.

A condition scoring scheme for goats.

Departement of clinical veterinary studies, 1988, University of Zimbabwe.

63. HOUEBINE L.M., 1993.

Relation de la synthèse des protéines du lait.

In: MARTINET J. et HOUEBINE L.M., Biologie de la lactation, Inserm INRA, Paris 1993: 349-367.

64. HOUSEMAN R.A., ROBINSON J.J. et FRASER C., 1978.

The estimation of body water and fat in pregnant ewes using deuterium oxide.

Proc.Nutr.Soc., 1978, 37,64a.

65. INRA (Institut National de Recherches Agronomiques), 1988.

L'alimentation des bovins, des ovins et des caprins

Ouvrage dirigé par JARRIGE R., INRA publ. Versailles, Paris, 1988, 78p.

66. JAGUSCH K.T., NORTON B.W. and WALKER D.M., 1970.

Body composition studies with the milk fed lamb. II. The effect of the age of the lamb and the protein content of the diet on the chemical composition of the body and its organs.

J.Agric.Sci., 1970, 75: 279-285.

67. JARRIGE R., 1972.

Influence de l'alimentation sur les caractéristiques et la qualité de la carcasse et de la viande de bovins.

2^o Congr. Mond. Alim. Anim., MADRID, 1972: 855-881.

68. JENESS R., 1980.

Composition and characteristics of goat milk. A review.

N.Z.J.Dairy Sci., 1980, 63: 1605-1630.

69. JOHNSON E.R. and DAVIS C.B., 1983.

A caliper for determining carcass composition in live cattle and skin-on carcasses.

Austr.J.Agric.Res., 1983, 34: 825-832.

70. JONH S.M.D., ROMPALA R.E. and JEREMIAH L.E., 1985.
Growth and composition of the empty body steers of different maturity types fed concentrate or forage diets.
J. An. Sci., 1985, 60, 427-433.
71. KING J.M., NYAMORA P.O., STANLEY-PRICE M. and HEALTH B.R., 1978.
Game domestication of animal in Kenya: Prediction of water intake from tritiated water turn over.
J. Agric. Sci. (Camb.), 91: 513-522.
72. KING J.M. and FINCH V.A., 1982.
The value and limitations of using the Africa Zebu. In: Use of tritiated water in studies of production and adaptation in ruminants.
Agence internationale de l'énergie atomique, Vienne, 1982: 57-67.
73. KIRTON A.H., FOURIE P.D. and JURY K.E., 1972.
Growth and development of the sheep. III. Growth of the carcass and non-carcass components of the southdown and Romney their cross, and some relationships with composition.
N.Z.J. Agric. Res., 1972, 15; 214-227.
74. KIRTON A.H., DALTON D.C. and ACKERLEY I.R., 1974.
Performance of sheep on New Zeland hill contry.
N.Z.J. Agric. Res., 1974, 17: 283-293.
75. KOCK R.M., CROUSE J.D., DIKEMAN M.E., CUNDIFF L.V., and GREGORY K.E., 1989.
Effects of marbling on sensory panel tenderness in Bos taurus and Bos indicus cross.
J. Anim. Sci., 1989, 66 (1): 305.
76. KOPP J., 1971.
Evolution quantitative du collagène musculaire de bovins en fonction de l'âge des animaux. Conséquences sur la tendreté de la viande.
Bull. Tech. CRZV Theix INRA, 1971, 5:47-54.
77. KOPP J. et BONNET M., 1982.
Le tissu conjonctif musculaire.
Bull. Tech. CRZV Theix INRA, 1982, 48: 3477.
78. LABARRE J.F., 1994.
Nutrition et variation du taux de matières grasses du lait de vache.
Rec. Méd. Vét., 1994, 170, (6/7): 381-389.
79. LARSEN T., 1985.
Regulatory aspects of adipose tissue, metabolism in reindeer seasonal interactions.
Th. Doct. Université de Tromso (Norvège).
80. LENTZ T.L., 1971.
Cell fine structure. An atlas of drawing of whole cells structure.
Saunders éd, Philadelphia, London and Toronto, 1971, Vol.1, 437p

81. LITTLE D.A., 1983.
Bovine body composition and phosphorus storage: The in vivo assessment of body composition and phosphorus status and the dietary phosphorus requirement of cattle for growth.
Th.Doct.(Ph D), University of Queensland.
82. LOHSE C.L., MOSS F.P. and BUTTERFIELD R.M., 1971.
Growth patterns of muscles of merino sheep from birth to 517 days.
Anim.Prod., 1971, 13, 117-126.
83. MERCIER J.C. et GAYE P., 1982.
Early events in secretion of main milk proteins, occurrence and precursors.
J.Dairy Sci., 1982, 65: 299-316.
84. MILLER P.S., REIS P.M., CALVET C.C., DEPETERS E.J. and BALDWIN R.L., 1991.
Patterns of nutrient uptake by the mammary glands of lactating dairy cows.
J.Dairy Sci., 1991, 74: 3791-3799.
85. MISSOHOU A., 1991.
Relations entre les composantes de la carcasse et la qualité de la viande.
Mémoire de maîtrise, ENSA Rennes, 1991, 44p.
86. MLC (Meat and Livestock Commission), 1983.
Feeding in ewes.
Bletchley 2nd Ed. Milton Keynes, 1983, 78p
87. MONIN G., 1990.
Facteurs technologiques de la qualité de la viande.
Dans: Croissance des bovins et qualité de la viande, R.G. Guillermet et Geay (éd.) E.N.S.A.R. publ. Rennes, 1990: 117-196.
88. MORAND-FEHR P., 1992.
L'intérêt d'évaluer l'état corporel des chèvres dans les milieux peu maîtrisés.
Capricorne, 1992, 5, (2): 9-14.
89. MOTTRAM D.C. and EDWARDS R.A., 1983.
The role of triglycerides and phospholipides in the aroma of cooked beef.
J.Sci.Fd.Agric., 1983, 34: 517-522.
90. MROSOVSKY N., 1976.
Lipid programmes and life strategies in hibernators.
Am.Zool., 1976, 16: 685-697.

91. MUFHOTY H. and BERG R.T., 1971.
Influence of breed and sex on the allometric growth in intensively raised bulls calves.
J.Anim.Sci., 1971, 33: 219-227.
92. NICHOLSON M.J., 1987.
L'utilisation de l'eau tritiée dans la recherche sur l'élevage en Afrique: théorie, applications, méthodologie et lacunes potentielles de la technique.
Bull.CIPEA, 1987, 26: 8-20.
93. NICHOLSON M.J. and SAYERS A.R., 1987.
Relationship between body weight, condition score and heart girth changes in Boran cattle.
Trop.Anim.Hlth.Prod., 1987, 19: 115-120.
94. PACE N. and RATHUBUN E.N., 1945.
Studies of body composition: The body water and chemically combined nitrogen content in relation to fat content.
J.Biol.Chem., 1945, 158: 685-691.
95. PARK C.S. et RAFALOWSKI W., 1983.
Effect of dietary fat supplement on lipid metabolism of holstein heifers.
J.Dairy Sci., 1983, 66: 528-534.
96. PENNY I.F. et DRANSFIELD E., 1979.
Relationships between toughness and troponin T in conditioned beef.
Meat Sci., 1979, 3:135-139.
97. PENNY I.F., 1980.
The enzymology of conditioning.
In:Development in meat Science, R.Lawrie éd., Applied Science Publishers, London, 1980, 1, 115p.
98. PETER K.B., BARNARD R.J., EDGERTON V.R., GILLESPIE C.A. and STEMPEI K.E., 1972.
Metabolic profiles of three types of skeletal muscle in guinea pigs and rabbits.
Biochemistry, 1972, 11: 2627-2633.
99. POIRIER J. et RIBADEAU DUMAS J.L., 1981.
Abrégé d'Histologie.
2^eéd., Masson, Paris-Barcelone-Milan-New york, 1981, 248p.
100. POISOT F., 1988a.
Les méthodes d'évaluation des variations de l'état corporel chez la brebis et la chèvre. Utilisation de ces méthodes par la recherche et le développement comme outils d'analyse de l'alimentation.
Bibliographie.
ENITA Clermont-Ferrand, Option Production animale, 1988, 49p.

101. POISOT F., 1988b.
Méthodes d'appréciation des réserves corporelles des caprins créoles de Guadeloupe.
Mémoire de fin d'études, ENITA Clermont-Ferrand, 1988, 77p.
102. PRANCHE , 1981.
Utilisation en systèmes intensifs des possibilités de mobilisation des réserves corporelles et des capacités de croissance compensatrices.
Bibliographie.
INAPG.ENITA Clermont-Ferrand, 1981, 68p.
103. PRESTON R.L. and KOCK S.W., 1973.
In vivo prediction measurements.
Proc.Soc.Exp.Biol.Med., 1973, 143: 1057.
104. PRUSA K.J., LOVE J.A. et CHRISTIAN L.L., 1989.
Fat content and sensory analysis of selected pork muscles taken from carcasses with various backfat levels.
J.Fd.Quality, 1989, 12:135-143.
105. RALPH N.A., ERIC J.H. and TRENKLE, 1985.
The evaluation of the use of deuterium oxide dilution techniques for determination of body composition of beef steers.
J.Anim.Sci., 1985, 60, (5): 1188-1197.
106. REMOND B., ROBELIN J. et CHILLIARD Y., 1988.
Estimation de la teneur en lipides des vaches laitières pie-noires par la méthode de notation de l'état d'engraissement.
INRA Production animale, 1988, 1(2): 111-114.
107. RENERRE M., 1982.
La couleur de la viande et sa mesure.
Bull.Tech. CRZV Theix, INRA, 1982, 47: 47-54.
108. RENOY Y., 1964.
Etude de la tendreté de la viande.
Ann.Zootech., 1964, 13: 96-102.
109. RICHARD D., 1988.
Utilisation de l'eau lourde pour l'estimation de la composition corporelle des béliers Peul-peul au Sénégal.
Reprod.Nutr.Develop., 1988, 28 suppl.(1): 187-188.
110. ROBELIN J., GEAY Y. et BERANGER C., 1974.
Estimation de la composition de la carcasse de jeunes bovins mâles à partir de la composition de la 11^e côte.
Bull.Tech.CRZV Theix, INRA, 1974, 17: 15-18.
111. ROBELIN J. et GEAY Y., 1975.
Estimation de la composition de la carcasse de taurillons à partir de la composition de la 6^e côte.
Bull.Tech.CRZV Theix, INRA, 1975, 22: 41-44.
112. ROBELIN J., GEAY Y. et BERANGER C., 1975.
Estimation de la composition chimique des carcasses de jeunes bovins mâles, à partir de la proportion de dépôts adipeux d'un morceau monocostal prélevé au niveau de la 11^e côte.
Ann.Zootech., 1975, 24: 323-326.

113. ROBELIN J., 1977.
Estimation *in vivo* de la composition corporelle des agneaux à partir de l'espace de diffusion de l'eau lourde.
Ann.Biol.an.Biochim.Biophys., 1977, 17: 95-105.
114. ROBELIN J., 1981.
Cellularity of bovine adipose tissues ; developmental changes from 15 to 65 percent mature weight.
J.Lip.Res., 1981, 22, (3): 452-457.
115. ROBELIN J., 1982.
A note on the estimation *in vivo* of body fat in cows using deuterium oxide or adipose-cell size.
Anim.Prod., 1982, 34: 347-350
116. ROBELIN J., 1985.
Cellularité des différents dépôts adipeux des bovins en croissance.
Reprod.Nutr.Develop., 1985, 25: 211-214.
117. ROBELIN J.et AGABRIEL J., 1986.
Estimation de l'état d'engraissement des bovins vivants à partir de la taille des cellules adipeuses.
Bull.Tech.CRZV Theix, INRA, 1986, 66: 37-41.
118. ROBELIN J.et BARBOIRON C., 1988.
Système simple d'analyses d'image semi-automatique: Application à l'histologie, à la mesure des longueurs et des surfaces.
Cah.tech.INRA, 1988: 7-18.
119. ROTHBLATT G.H. and De MARTINIS F.D., 1977.
Release of LPL from rat adipose tissue cells growth in culture.
Bioch.Biophys.Res.Comm., 1977, 78: 45-50.
120. RUSSEL A.F.J.,DONEYY J.M. and GUNN P.G., 1969.
Subjective assessment of body fat in live sheep.
J.Agric.(Camb.), 1969, 72: 451-454.
121. RUSSEL A.F.J., 1984.
Body condition scoring of sheep.
In:Pratice, 1984, 91-93.
122. SANTUCCI P.M., 1984.
Essai de mise au point d'une méthode d'estimation de l'état d'engraissement des chèvres corses.
Communication au Séminaire F.A.O. sur la nutrition et l'alimentation des Caprins, Grangeneuve (Suisse), 16-18 Octobre 1984.
123. SANTUSSI P.M., BRANCA A., NAPOLEONE A., AUMONT G., BOUCHE R., POISOT F. and ALEXANDRE G., 1991.
Body condition scoring of goat in extensive conditions.
European Association for animl production Publications, 1991, 46.

124. SAUVANT D., CHILLIARD Y. et MORAND-FEHR P., 1979.
Goat adipose tissue mobilisation and milk production level.
Ann.Rech.Vét., 1979, 10: 404-407.
125. SCHULTZ M.M., HANSEN L.B., STEURNAGEL G.R. and KUCK A.L., 1991.
Variation of milk fat, protein and somatic cells for dairy cattle.
J.Dairy Sci., 1991, 73: 1586-1592.
126. SEYDI M. et SAVIC I., 1974.
Classement des carcasses bovines au Sénégal.
Rapport interne ITA, Dakar, Sénégal, 1974, 50p.
127. SINGH N. and MUDGAL V.D. , 1991.
Protein requirements of castrated beetal goat bucks.
In: Small ruminants research, Elsevier Science Publishers, B.V., Amsterdam, 1991, 4: 127-135.
128. SMITH G.H., CRABTREE B. et SMITH R.A., 1983.
Energy metabolism in the mammary gland.
In:MEPHAM (T.B.) Biochemistry of lactation: 1983: 121-140.
129. SWATLAND H.J., 1991.
Evaluation of probe design to measure connective tissue fluorescence in carcasses.
J.Anim.Sci., 1991, 69: 1983-1988.
130. TISSIER M., ROBELIN J., PURROY A. et GEAY Y., 1978.
Extraction et dosage automatique de l'eau lourde dans les liquides biologiques.
Ann.Biol.Anim.Biochim.Biophys., 1978, 18: 1223-1228.
131. TRAN ,1986.
Méthodes d'appréciation du gras in vivo chez les ovins.
Mémoire de fin d'études, INAPG, INRA Theix, 1986, 69p.
132. VALIN C., TOURAILE C., VIGNERON P.A. and ASHMORE C.E., 1982.
Prediction of lamb meat quality traits based on muscle biopsy fibre typing.
Meat Sci., 1982, 6: 257-263.
133. VANNIER C., JANSEN H., NEGREL R. and AILHAUD G., 1982.
Study in lipoprotein lipase content in Ob17 preadipocytes during adipose conversion. Immunofluorescent localisation of the enzyme.
J.Biol.Chem., 1982, 257: 12387-12393.

134. VERITE R. et PEYRAUD J.L., 1988.
Nutrition azotée.
*In: INRA (éd.) Alimentation des bovins, ovins et caprins.
Ouvrage collectif dirigé par JARRIGE, Paris, 1988, 75-93.*
135. VERMOREL M., 1981.
Quelques aspects du métabolisme intermédiaire chez les ruminants. Dans Physiologie digestive et métabolisme chez les ruminants.
Bull.Tech.CRZV Theix, 1981, 46: 73-79.
136. VILLETTE Y., THERIEZ M. et BRUN J.P., 1981.
Influence du poids à la naissance sur les performances d'agneau de boucherie. I. Niveau d'ingestion et croissance.
Ann.Zootech., 1981, 30(2): 151-168.
137. WIDDOWSON E.M., 1968.
Biological implication of body composition.
In: Body composition in animals and man. Publ.1598. National Academy of Science, Washington D.C., 1968: 71-79.
138. WILSON R.T., 1987.
Livestock production in central Mali: Factors influencing growth and live weight in agropastoral cattle.
Trop.Anim.Hlth Prod., 1987, 19: 103-114.
139. WISE L.S. and GREEN H., 1978.
Studies of lipoprotein lipase during the adipose conversion of 3T3 cells.
Cells, 1978, 13: 233-242.
140. YATES L.D., DUTSON T.R., CALDWELL J. and CARPENTER Z.L., 1983.
Effect of temperature and pH on the postmortem degradation of myofibrillar proteins.
Meat Sci., 1983, 9: 157-163.

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".**



Claude BOURGELAT (1712-1779)