

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

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



ANNEE 1998

N° 04

**METHODES D'ESTIMATION ET VARIATIONS DE LA
COMPOSITION CORPORELLE DES VACHES ZEBU GOBRA ET
TAURIN N'DAMA EN FONCTION DU NIVEAU D'ALIMENTATION**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 24 Février 1998
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
pour obtenir le grade de **DOCTEUR VETERINAIRE**
(**DIPLOME D'ETAT**)

par

AMOUGOU MESSI Grégoire
né le 07 Mars 1965 à NKOMO I (CAMEROUN)

JURY

- Président** : **Monsieur Moussa Lamine SOW**
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- Rapporteur** : **Monsieur Assane MOUSSA**
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Membres** : **Monsieur Germain Jérôme SAWADOGO**
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar
: **Monsieur Yalacé Yamba KABORET**
Maître de Conférences agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Directrice de thèse** : **Madame Maïmouna CISSE**
Docteur ès Physiologie animale, chercheur à l'I.S.R.A.
- Co-directeur** : **Monsieur Ayao Clément MISSOHOU**
Maître-assistant à l'E.I.S.M.V. de Dakar

ÉCOLE INTER-ÉTATS DES SCIENCES ET MÉDECINE VÉTÉRINAIRES DE DAKKAR

ÉCOLE INTER-ÉTATS
DES SCIENCES ET MÉDECINE
VÉTÉRINAIRES DE DAKKAR
BIBLIOTHÈQUE

ANNÉE UNIVERSITAIRE 1996-1997

COMITE DE DIRECTION

1. LE DIRECTEUR

Professeur François Adébayo 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 SAWADOGO
Coordonnateur Recherche-Développement

LISTE DU PERSONNEL CORPS ENSEIGNANT

PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV

PERSONNEL VACATAIRE (PRÉVU)

PERSONNEL EN MISSION (PRÉVU)

PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV (PRÉVU)

I.- PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV

A. - DEPARTEMENT DE 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
Kossi ALOEYI**

**Professeur
Moniteur**

2. - CHIRURGIE-REPRODUCTION

**Papa El Hassane DIOP
Mohamadou YAYA
Fidèle BYUNGURA**

**Professeur
Moniteur
Moniteur**

3. - ECONOMIE RURALE ET GESTION

**Cheikh LY
Guy Anicet RERAMBYATH**

**Maître-Assistant
Moniteur**

4. - PHYSIOLOGIE-THERAPEUTIQUE-PHARMACODYNAMIE

**ASSANE MOUSSA
Mouhamadou CHAIBOU**

**Professeur
Docteur Vétérinaire Vacataire**

5. - PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

**Germain Jérôme SAWADOGO
Aimable NTUKANYAGWE
Toukour MAHAMAN**

**Professeur
Moniteur
Moniteur**

6. - ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

**Gbeukoh Pafou GONGNET
Ayao MISSOHOU
Grégoire AMOUGOU-MESSI**

**Maître de Conférences
Maître-Assistant
Moniteur**

B.- DEPARTEMENT DE 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	Docteur Vétérinaire Vacataire
Etchri AKOLLOR	Moniteur

2. - MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Justin Ayayi AKAKPO	Professeur
Rianatou ALAMBEDJI (Mme)	Maître-Assistante
Kokouvi SOEDJI	Docteur Vétérinaire Vacataire
Patrick MBA-BEKOUNG	Moniteur

3. - PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES ZOOLOGIE APPLIQUEE

Louis Joseph PANGUI	Professeur
Jean AMPARI	Moniteur
Rose (Mlle) NGUE MEYIFI KOMBE	Monitrice

4. - PATHOLOGIE MEDICALE- ANATOMIE PATHOLOGIQUE- CLINIQUE AMBULANTE

Yalacé Yamba KABORET	Maître de Conférences Agrégé
Pierre DECONINCK	Maître-Assistant
Balabawi SEIBOU	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mohamed HAMA GARBA	Moniteur
Ibrahima NLANG	Moniteur

5. - PHARMACIE-TOXICOLOGIE

François Adébayo ABIOLA	Professeur
Patrick FAURE	Assistant
Abdou DIALLO	Moniteur

II. - PERSONNEL VACATAIRE (Prévu)

. Biophysique

Sylvie (Mme) GASSAMA SECK **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

II - PERSONNEL EN MISSION (Prévu)

. Parasitologie

- Ph. DORCHIES

**Professeur
ENV - TOULOUSE**

- M. KILANI

**Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)**

. Anatomie Pathologie Générale

- G. VANHAVERBEKE

**Professeur
ENV - TOULOUSE (France)**

. Pharmacodynamie-Thérapeutique

- M. GOGNY

**Professeur
ENV - NANTES (France)**

. Pathologie du Bétail

- Th. ALOGNINOUBA

**Professeur
ENV - LYON - (France)**

. Pathologie des Equidés et Carnivores

- A. CHABCHOUB

**Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)**

. Zootechnie-Alimentation

- A. BEN YOUNES

**Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)**

. Dénréologie

- J. ROZIER

**Professeur
ENV - ALFORT**

- A. ETTRIQUI

**Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)**

. Physique et Chimie Biologiques et Médicales

- P. BENARD

**Professeur
ENV - TOULOUSE (France)**

. Pathologie Infectieuse

- J. CHANTAL

**Professeur
ENV - TOULOUSE (France)**

. Pharmacie-Toxicologie

- J.D. PUYT

**Professeur
ENV - NANTES (France)**

. Chirurgie

- A. CAZIEUX

**Professeur
ENV - TOULOUSE (France)**

. Obstétrique

- N. BEN CHEHIDA

**Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)**

. Alimentation

- F. BALAM

**Professeur
Ministère de l'Élevage
et de l'Hydraulique Pastorale
NDJAMENA (Tchad)**

IV. - PERSONNEL ENSEIGNANT CEPV

1 - MATHEMATIQUES

- Sada Sory THIAM

**Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

. Statistiques

- Ayao MISSOHOU

**Maître-Assistant
EISMV - DAKAR**

2. - PHYSIQUE

- Djibril DIOP

**Chargé d'Enseignement
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

. Chimie Organique

- Abdoulaye SAMB

**Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

. Chimie Physique

- Alphonse TINE

**Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

TP. Chimie

- Abdoulaye DIOP

**Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

3. BIOLOGIE VEGETALE

. Physiologie Végétale

- K. NOBA

**Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

4. BIOLOGIE CELLULAIRE

. Anatomie Comparée et Extérieur des Animaux Domestiques

- K. AGBA

**Professeur
EISMV - DAKAR**

5. EMBRYOLOGIE ET ZOOLOGIE

- Bhen Sikina TOGUEBAYE

**Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

6. PHYSIOLOGIE ET ANATOMIE COMPAREES DES VERTEBRES

- ASSANE MOUSSA

**Professeur
EISMV - DAKAR**

- Cheikh T. BA

**Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

7. BIOLOGIE ANIMALE

- D. PANDARE

**Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

- Jacques N. DIOUF

**Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

9. GEOLOGIE

- A. FAYE

**Chargé d'Enseignement
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

- R. SARR

**Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD**

10. TP

Abdourahamane DIENG

Moniteur



JE

DEDIE

CE

TRAVAIL

-A DIEU TOUT PUISSANT , CLEMENT ET MISERICORDIEUX.

-A mes regrettés PARENTS (PERE ET MERE) .

Que la mort à privé la raison de fierté qu'elle serait en droit de trouver dans ce modeste travail Que Dieu tout puissant vous donne la paix éternelle et vous ouvre la porte du saint paradis .

-A mon grand frère MESSI BEKONO Hermann .

pour toute l' attention particulière que tu portes à mes études . Ce travail est le fruit de l' énorme sacrifice tant materiel que moral que tu as consenti . Trouves ici le témoignage de ma profonde affection .

-A ma regrettée fiancée A ZOA ZANG Cécile Chantal .

Tu avais si bien patienté pour voir la fin de ce travail , et pour qu'on puisse se retrouver pour consolider notre petite famille , jusqu' à ce 31 Octobre 1997 où la mort a changé nos visées .

Le chemin que nous avons parcouru durant le temps qu' on à vécu ensemble m' est resté inoubliable par l' affection , la tendresse et l' amour que tu m' as toujours procuré , j' aurais préféré que tu sois présente avec nous en ce jour.

- Que Dieu t' accorde la paix éternelle .

-A mes petites filles jumelles DIANE et DORIANE .

Vous êtes tout ce qui me reste de votre mère , sachez déjà que la tâche qui vous attend n' est pas facile . vous devez garder la tête très haute et faire mieux que votre papa .

-A mes grands frères et soeur : ATANGANA BEKONO .J P . , EFFOSSI BEKONO MARTINE . , OWONA ETIENNE .

Je ne sais pas si quiconque aurait préféré mieux que ce que vous m' aviez donné .

-A mes ONCLES et TANTES.

AMOUGOU MESSI Grégoire . , MBARGA François . , NDZIE Marie . , ALIMA Appolonie .

-A la famille ZANG : Mme Amougou Marthe . , Mme NKODO Salomé (in memoriam) . , ETOA Zang . , Pascale . , Fara .

-A mes COUSINS ET COUSINES .

L'esprit de famille qui nous anime est le plus bel héritage légué par nos parents .

-A mes NEVEUX ET NIECES.

A . M . Guy . , Messi Hermann . , A . théophile . , EDOA Clément

-A tous mes AMIS et AMIES .

NGUINI Dominique Viviane . , ETOUNDI O NDOA .Th . , BEYALA Pauline . , MELENE Marie .Noël . , ELOUNDOU Carole . , NDI MANI L. P. . , NLO Roger . , BINDZI FOUDA . , LOUL Séverin . , M . Oswald . , BOURDANE . , TOUKOUR M . , Rose KOMBE . , Mathieu FAYE . , Mariama NGOM . , Papa CAMARA . , Khady DIWAO . , Maguette Pemba DIOP . , (et tous ceux qui ne sont pas cités ici .).

-AU Dr. Alain GREBONGO .

Pour tout ce que vous avez pu bien faire pour ma santé .

-A Mr et Mme NDOUMBA Nestor .

Pour tout ce que vous aviez fait pour notre succès dans nos études à Dakar , trouvez ici nos sincères remerciements .

-A tous mes FRERES ET SOEURS .

FEUGUE Ambroise . , ESONO O . Roger . , MVODO J . Didier . , ESSOBA Armand . , ZIBI G . Aimé . , Daniel MIMESSE . , Alain BELIBI . M . Patrice .

J'ai reçu de vous la chaleur familiale et nul doute qu' elle a été pour beaucoup dans mon succès , recevez ici mes sincères remerciements .

-A MAMAN NDZIE Bernadette : Pour tout ton soutien .

-A tout les Etudiants de L'E.I.S.M.V de Dakar .

-A L'Ambassade du CAMEROUN à Dakar .

-AU CAMEROUN ,ma patrie.

-AU SENEGAL , mon pays hôte .

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier toutes personnes qui de près où de loin ont contribué à la réalisation de ce travail .

Nous pensons particulièrement à:

-Au **CRDI** (Centre de Recherches pour le Développement International) qui a entièrement financé ce travail.

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

-A **l'ISRA** (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles), pour l'accueil et l'encadrement que nous avons trouvé au sein de la structure

-A **Ibrahima LY** , du laboratoire d'analyses chimiques de **L'I.S.R.A.**, pour toute sa disponibilité constante et le dévouement dont il a fait preuve pour la réalisation de ce travail .

-Au **personnel technique: S . SQUARE et Mme . , DJAKHATE S . ,G . Williams . , Gondo CAMARA . , BAÏLA Diagne . , O. BOUGALEB . , Baye DIALLO . ,**

Pour votre serviabilité dans ce travail .

-Au **personnel de la station de SANGALKAM .**

-A **tout le personnel de L.N.E .R V / I.S.R.A. de Hann .**

-A **FERMON LABO à Dakar .**

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 Assane MOUSSA**, professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar et rapporteur de cette thèse.

La spontanéité avec laquelle vous nous avez reçu dans votre service pour juger 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 Germain Jérôme SAWADOGO**, 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 sagesse, et de la rigueur scientifique. Profonde gratitude.

A **Monsieur Yalacé Yamba KABORET**, Maître de Conférences agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar.

Vous avez facilement accepté de siéger dans ce jury de thèse. C'est pour nous un réel plaisir. Sincères remerciements.

A **Madame Maimouna 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 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 orienté et encadré 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.

ABREVIATIONS

A.D.F. : Ad Detergent Fiber

A.G.N.E. : Acides Gras Non Estérifiés

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'Elevage et de Recherches Vétérinaires

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

NEC: note d'état corporel

° C : degré Celsius

P.V. : Poids vif

P.V.V: Poids vif vide

U.F. : Unités Fourragères

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Pages
1-Evaluation de l'eau corporelle totale à partir de l'espace de diffusion d'un marqueur -----	16
2-Estimation des quantités de lipides (en kg ou en %) à partir de l'espace de diffusion de marqueur et du poids vif ou de l'eau du corps vide ou de l'eau du corps vide et du poids vif vide-----	19
3-grille de notation de l'état corporel du zébu -----	28
4-Poids des organes et tissus-----	52
5-Composition chimique corporelle des vaches-----	54
6-Equations de régression multiples prédictives de la composition de la carcasse entière à partir de celle de la 6ème exprimée engramme-----	55
7-Correlation entre la note d'état et les paramètres de mensuration et de composition corporelle-----	57

LISTE DES FIGURES

1-Schéma de l'essai des abattages-----	27
2-Evolution du poids vif-----	36
3-Evolution de la note d'état corporelle-----	38
4-Une vue l'évolution de l'état corporel au cours de l'essai alimentaire-----	39 - 42
5-Evolution de la hauteur au garrot-----	43
6-Evolution du périmètre thoracique-----	44
7-Evolution de la longueur scapulo-ischiale-----	45
8-Evolution de la hauteur aux sangles-----	47
9-Evolution de la largeur de la croupe-----	48
10-Evolution de la longueur de la croupe-----	49
11-Evolution de la largeur bosse-----	50
12-Evolution de la largeur de bosse-----	51

" 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. "

S O M M A I R E

Pages

INTRODUCTION GENERALE.....	1
PREMIERE PARTIE: ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHAPITRE 1: NATURE ET IMPORTANCE DES RESERVES CORPORELLES.....	3
I. LES LIPIDES.....	3
I.1: Adipocytogénèse et importance physiologique.....	3
a- Formation des tissus adipeux	
b- Importance physiologique	
I.2: Nature des tissus adipeux.....	4
I.3: Métabolisme des tissus adipeux.....	5
II. LES PROTEINES.....	6
III. AUTRES FRACTIONS.....	8
CHAPITRE 2: METHODES D'ESTIMATION DU NIVEAU DES RESERVES CORPORELLES.....	9
I. MESURE DE LA COMPOSITION CORPORELLE PAR ABATTAGE.....	9
II. ESTIMATION DE LA COMPOSITION CORPORELLE ET DE SES VARIATIONS SUR ANIMAUX VIVANTS.....	9
II.1: Poids vif, poids vif corrigé et poids vif vide.....	9
II.2: Notation de l'état corporel.....	10
II.3: Mesure de la taille des cellules adipeuses.....	11
II.4: Emploi d'appareils à ultra-sons.....	12
II.5: Dosage des métabolites sanguins.....	12
a- Lipoprotéine-lipase	
b- Acides gras non estérifiés (AGNE)	
c- Bétahydroxybutyrate	
II.6: Utilisation des marqueurs.....	14
a-Relation eau-lipides du corps vide	
b- Mesure de l'espace de diffusion du marqueur	
c-Relation espace de diffusion-volume hydrique corporel	
d-Estimation de la composition corporelle	
e-Choix du marqueur	
II.7: Mesure de la radio-activité de potassium.....	20
II.8: Méthode des bilans énergétiques et azotés.....	20
a-Bilans calculés	
b-Echanges gazeux	
Conclusion.....	21

INTRODUCTION.....	24
CHAPITRE 1: MATERIEL ET METHODES	25
I. ANIMAUX ET SCHEMA EXPERIMENTAL	25
II. PRELEVEMENTS ET MESURES	26
II.1: Quantités ingérées et composition chimique de la ration.....	26
II.2: Notes d'état corporel.....	26
II.3: Pesées et mensurations.....	29
II.4: Mesure de l'espace de diffusion de l'eau deutériée.....	29
II.5: Abattage et dissection.....	29
II.6: Lyophilisation.....	30
a. Les composants corporels	
b. Le sang	
II.7: Analyses chimiques.....	31
a-Teneur en matière sèche	
b-Teneur en matières minérales	
c-Teneur en matières azotées totales	
d-Teneur en matières grasses	
II.8: Analyses statistiques.....	34
CHAPITRE 2: RESULTATS ET DISCUSSION	35
I. RESULTATS	35
I.1: Valeur nutritive de la ration, niveau de consommation et variation du poids vif et de la note d'état corporel au cours de l'essai alimentaire.....	35
a-Valeur nutritive de la ration et quantités ingérées	
b- Evolution du poids vif et de la note d'état corporel	
c- Evolution des paramètres de mensuration corporelle	
I.2: Composition tissulaire et chimique corporelle.....	46
a. Poids des organes	
b. Composition chimique corporelle	
I.3: Exactitude de la méthode des notes d'état corporel.....	56
a. Reproductibilité et répétabilité	
b. Signification biologique	
II. DISCUSSION	58
II.1: Facteurs de variation des réserves corporelles.....	58
II.2: Relation entre estimateurs des réserves corporelles.....	59-60
CONCLUSION GENERALE	61-62
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	63-77

INTRODUCTION

La mobilisation des réserves corporelles est obligatoire chez le ruminant en période de sous alimentation. L'ampleur et la durée de cette mobilisation, qui peut avoir des conséquences importantes sur la production, la santé et la reproduction des animaux, est très variable. Les facteurs de variation intrinsèques liés à l'animal sont essentiellement le stade de lactation et/ou de gestation et le niveau de production. Parmi les facteurs extrinsèques, le principal est l'alimentation (niveau et qualité de la ration, passé alimentaire de l'animal).

Les études sur l'alimentation et la nutrition des ruminants domestiques tropicaux et plus particulièrement sur leurs besoins nutritionnels (auxquelles participe le Laboratoire d'Alimentation-Nutrition animale du LNERV-ISRA) nécessitent une meilleure connaissance de la nature, du niveau, de l'ampleur des variations de réserves corporelles, et des mécanismes en cause, de façon à mieux maîtriser la conduite alimentaire du troupeau.

La partie bibliographique de cette thèse est consacrée à l'étude de la nature, de l'importance des réserves corporelles et des principales méthodes d'estimation.

La partie expérimentale rapporte les résultats d'un essai visant à étalonner sur des vaches de race Gobra et N'Dama différents estimateurs de la composition corporelle, et à étudier les variations liées au niveau d'alimentation.

Première partie



ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

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. LES LIPIDES

Ils constituent la plus grande réserve de l'organisme. Chez les ruminants, la fraction lipidique 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).

I.1. L'adipocytogénèse 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, péripharingien, 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 gras", dérivant elles-mêmes des cellules parenchymateuses ou conjonctives (CHEVREMONT, 1942). Ces histiocytes gras 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 tissus 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 (tissu 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 (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 métabolisme 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).

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 réesterifiés 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. LES PROTEINES

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 de lait, il existe une mobilisation inévitable des protéines corporelles.

III. LES AUTRES FRACTIONS

Les réserves minérales mobilisables sont également faibles du point de vue quantitatif. L'importance nutritionnelle des minéraux est très bien établie (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). Chez la brebis allaitante, de même que la vache, le bilan calcique est vraisemblablement négatif en début de lactation. La reconstitution de ces réserves est mal connue (VERITE et PEYRAUD, 1988).

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

METHODES D'ESTIMATION DU NIVEAU DES RESERVES CORPORELLES

I. MESURE DE LA COMPOSITION CORPORELLE PAR ABATTAGE

C'est une méthode qui consiste à abattre et à disséquer les animaux, puis à analyser chimiquement les tissus et organes; c'est-à-dire à déterminer les teneurs corporelles en eau, en lipides, en protéines, et en minéraux (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).

II. ESTIMATION DE LA COMPOSITION CORPORELLE ET DE SES VARIATIONS SUR ANIMAUX VIVANTS

II.1. Poids vif, poids vif corrigé et poids vif vide

L'examen des variations de poids vif ne donne qu'une estimation approximative des variations de masse ou d'état corporel au cours du cycle physiologique. En effet, les contenus digestifs qui représentent 10 à 20 % du poids vif chez le ruminant (INRA, 1978), subissent des fluctuations qui s'ajoutent ou se substituent aux variations réelles de la masse corporelle.

C'est la raison pour laquelle on a cherché à corriger cette mesure pour les variations de contenus digestifs. En effet, ceux-ci sont en relation plus ou moins étroite avec la quantité de la

matière sèche qu'ingère l'animal. Cette relation a été mise en évidence par des résultats d'abattage (BATH et al., 1966 ; BERANGER et ROBELIN, 1978), par des vidages de rumen d'animaux munis de canules (BATH et al., 1966 ; PITON, 1975) ou par régression multiple entre le gain de poids, l'ingestion de matière sèche et l'énergie apportée par la ration (VERITE et JOURNET, 1975) et donne par exemple des valeurs de 3,6 kg de variation du poids vif par kg de matière sèche d'ensilage ingéré (VERITE et JOURNET, 1975) ou de 4,5 selon PITON (1975). Ces valeurs sont susceptibles de varier en fonction du type de ration et du type d'animal (format, état physiologique).

L'estimation du poids vif vide nécessite d'estimer non seulement les variations mais aussi les quantités des différents contenus digestifs. Cette estimation n'est possible que pour des animaux abattus à l'heure habituelle des pesées, ou sur des animaux munis de canules du rumen en faisant des hypothèses sur les contenus intestinaux. Le contenu ruminal représenterait de 68 à 78 % des contenus digestifs (BERANGER et ROBELIN, 1978). Ces données ne permettent toutefois pas de savoir si le contenu intestinal varie toujours de façon proportionnelle et simultanée au contenu ruminal, en fonction de l'état physiologique et nutritionnel.

II.2. Notation de l'état corporel

Cette méthode, préalablement employée par LOHMAN et al. (1976) sur vaches allaitantes au sein d'une école d'agriculture, a été mise au point par MULVANY et son équipe sur animaux de boucherie (1977) puis sur vaches laitières (1978) au National Institute for Research in Dairying. Elle consiste à estimer l'état d'engraissement des vaches à partir de l'appréciation par la vue et le toucher des quantités de tissus adipeux sous-cutanés localisés dans certaines zones corporelles (MULVANY, 1978 ; FROOD et COXTON, 1978 ; Mac MILLAN ET BRYANT, 1980). Cette estimation s'effectue en général à la base de la queue, à la pointe de la hanche et des ischions, au niveau de la zone lombaire, de l'épine dorsale, du pli du genou et de l'espace intercostal. Cette pratique peut être justifiée a posteriori par le fait que les dépôts sous-cutanés sont déposés en dernier pendant la croissance puis mobilisés et redéposés en premier chez les ovins ou les bovins matures (RUSSEL et al., 1968 et 1971 ; ROBELIN, 1981) ; ces dépôts, les plus labiles, reflètent donc préalablement assez bien l'état d'engraissement des animaux. Le jugement est chiffré à partir d'une échelle de notation variable.

FROOD et CROXTON (1978) estiment qu'une variation d'une unité (sur une échelle allant de 0 à 5) correspond à une variation moyenne de 25 kg de poids vif pour des vaches laitières et des génisses ($r = 0,50$). D'après ces mêmes auteurs, le poids vif et la note varient en moyenne de façon identique jusqu'au 7^e mois de gestation. A partir de ce stade, les 2 facteurs divergent car le développement foetal implique alors un accroissement du poids vif indépendamment de la note d'état corporel. MAC MILLAN et BRYANT (1980) obtiennent des valeurs moins importantes (1 unité = 17 kg de poids vif) mais sur une échelle variant de 1 à 8 et avec des animaux de plus faible format. NICHOLSON et BUTTERWORTH (1986) obtiennent chez le zébu mâle un équivalent de 24,6 kg pour une variation d'un point de note d'état corporel.

II.3. Mesure de la taille des cellules adipeuses

La mesure de la taille des cellules adipeuses permet d'étudier sur animaux abattus la répartition (taille et nombre) des adipocytes dans les différents dépôts lipidiques. La croissance des tissus adipeux peut ainsi être analysée du point de vue cellulaire. Par exemple, HOOD et ALLEN (1973) estiment qu'une distribution bimodale des adipocytes (classés selon leur taille) indique que la croissance du tissu n'est pas achevée. Ces études, essentiellement menées sur bovins à viande, ont permis de mettre en évidence des différences et éventuellement d'expliquer la répartition anatomique des dépôts adipeux en fonction de la race (HOOD et ALLEN, 1973) ou du stade de développement de l'animal (ROBELIN, 1981). L'utilisation de la mesure des adipocytes en tant qu'indicateur du niveau des réserves lipidiques suppose que les variations de taille des adipocytes d'un site accessible par biopsie soient reliées avec le développement pondéral de ces dépôt adipeux, et surtout avec la teneur en lipides de l'organisme animal dans son ensemble. Quelques auteurs effectuant des études métaboliques sur vaches en lactation ont utilisé la mesure des tailles d'adipocytes comme indicateur de l'état de réplétion lipidique (GRICHTING et al., 1977 ; PIKE et ROBERTS, 1980).

II.4. Emploi d'appareils à ultra-sons

Ces appareils d'une haute technicité sont de 2 types : ils peuvent simplement mesurer la distance entre les différentes couches de tissu en un point précis ; ou fournir une coupe transversale de la région étudiée reproduisant ainsi sur un écran plusieurs zones correspondant aux différents tissus (KEMPSTER et al., 1980 ; CLEMENTS et al., 1981), le système étant alors similaire aux "scanners" utilisés en médecine humaine. Cependant, si ces appareils très coûteux permettent de prédire avec précision l'importance des dépôts graisseux sous-cutanés ($r=0,71$), l'estimation des dépôts internes paraît être moins fiable ($r=0,52$) (KEMPSTER et al., 1981).

II.5. Le dosage des métabolites sanguins

a. La lipoprotéine-lipase

La lipoprotéine-lipase 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, jeûne,...) 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-lipasique. 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 bétahydroxybutyrate

Le bétahydroxybutyrate 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.

II.5. Utilisation des marqueurs de l'eau corporelle

a. Relation eau - lipides du corps vide

L'utilisation des marqueurs de l'eau corporelle permet d'apprécier celle-ci chez les animaux au moment de leur injection. Or, cette estimation permet de connaître les quantités de lipides présentes dans l'organisme puisque ces derniers varient de façon inversement proportionnelle au pourcentage d'eau du corps vide (REID et al., 1968 ; FOOT et GREENHALGH, 1970). Tout se passe comme si l'on pouvait diviser le corps en deux parties distinctes : la fraction lipidique et la masse délipidée (PANARETTO, 1968). La masse délipidée est de composition relativement constante une fois que "l'état de maturité chimique" est atteint, vers l'âge de 5 mois chez les bovins (MOULTON, 1923 cité par ROBELIN, 1973), soit environ 73 % d'eau,

22 % de protéines, et 5 % de matières minérales. Ainsi, une variation du pourcentage d'eau du corps vide sera le résultat d'une variation opposée du pourcentage de lipides (ROBELIN, 1973 ; KANTO et al., 1980).

b. Mesure de l'espace de diffusion du marqueur

L'eau corporelle totale peut être répartie en deux compartiments : l'eau intra-cellulaire et l'eau extra-cellulaire (incluant l'eau plasmatique et digestive). L'eau intra-cellulaire représente 60 à 70 % de l'eau corporelle totale (JACQUOT et al., 1960). Le marqueur, une fois injecté, diffuse rapidement dans le sang et les liquides interstitiels. Sa concentration plasmatique est alors élevée. La décroissance curvilinéaire (en coordonnées semi-logarithmiques) de sa concentration s'atténue au fur et à mesure de sa dilution dans l'eau intra-cellulaire de l'organisme pour atteindre un état d'équilibre (ROBELIN, 1973) variable selon les animaux, entre 3 et 8 heures après l'injection.

Le marqueur est alors éliminé en fonction de la vitesse de renouvellement de l'eau corporelle, d'où une relation établie par EDELMAN (1952) cité par Cissé (1983) du type $C = C_0 e^{-bt}$ où C_0 est la concentration initiale théorique si la diffusion était totale et instantanée et b la vitesse de renouvellement (turn-over) de l'eau corporelle.

L'espace de diffusion du marqueur est alors défini comme étant le rapport ($ED = Q/C_0$) entre la quantité de marqueur injectée et la concentration initiale théorique de ce marqueur (ROBELIN, 1973).

c. Relation espace de diffusion - volume hydrique corporel

L'eau corporelle totale est estimée grâce à l'espace de diffusion du marqueur (tableau 1). ROBELIN (1982) constate que, sur bovins de boucherie, l'espace de diffusion lui est plus étroitement lié ($S_{yx} = 4,55$ sur 44 animaux) qu'à l'eau du corps vide ($S_{yx} = 7,47$). Ceci est

Tableau 1: Evaluation de l'eau corporelle totale à partir de l'espace de diffusion d'un marqueur
(Source: Cissé, 1997)

HATON* et al., 1980	Rats	75	ECT (g) = 0,718* D20 + 49	$r^2 = 0,798$
ROBELIN*, 1977	Agneau	10	ECT (g) = 0,982* D20 + 163	Syx = 416 g
ROBELIN*, 1982	Bovin de boucherie	42	ECT (kg) = 0,968* D20	Syx = 4,63
			ECT = 0,954 D20	Syx = 5,48
BIRD et al., 1982	Bovins	23	ECT = 0,871 TOH + 3,63	Syx = 3,98
LITTLE et Mac LEAN, 1982	Bovins	31	ECT = 0,78 TOH + 7,96	Syx = 5,88
16 CRABTREE, 1968	Bovins	12	ECT = 0,59 D20 + 87	Syx 10,5
COWAN et al., 1979	Brebis	4	ECT = 0,74 D20 + 6	Syx = 2,83) J 12 de lactation
	lactantes	8	ECT = 1,49 D20 + 20	Syx = 1,46) J 45 - J 21
COWAN et al., 1980	Brebis	21	ECT = 0,76 D20 + 9,3	Syx = 2,2) J 5 de lactation
	lactantes	11	ECT = 0,88 D20 + 0,7	Syx = 3,1) J 4
FOOT, 1979	Brebis lactantes	46	ECT = 0,729 TOH + 7,55	Syx = 20
HOUSEMAN et al., 1978	Brebis	12	ECT = 0,73 D20 + 9,9	Syx = 2,2) J 90 de gestation
	gravides	26	ECT = 0,73 D20 + 12,4) J 140

* Calcul fait à partir de Co, sinon à partir de Ceq.

logique du fait que la diffusion du marqueur se fait dans l'eau du corps entier, incluant donc l'eau des contenus digestifs qui représente une fraction non négligeable (environ 20 %) de l'eau corporelle totale.

L'espace de diffusion surestime généralement le volume hydrique corporel, une partie du marqueur diffusant dans les lipides et protéines (ROBELIN, 1973, 1977, 1982 ; FOOR et GREENHALGH, 1970 ; TRIGG et al., 1980). Cette surestimation inévitable varie cependant en fonction des méthodes utilisées pour le calcul de l'espace de diffusion : certains (ROBELIN, 1977, 1982 ; KANTO et al., 1980) estiment l'espace de diffusion à partir de la concentration initiale théorique C_0 , en extrapolant au temps 0 la droite correspondant à la disparition du marqueur évaluée à partir des prises de sang faites une fois que l'état d'équilibre est atteint. D'autres auteurs l'estiment à partir des seules concentrations moyennes obtenues après équilibre (FOOT et GREENHALGH, 1970 ; CHIGARU et TOPPS, 1981), ou à partir d'une seule concentration mesurée 6 à 7 heures après l'injection du marqueur (HOUSEMAN et al., 1978 ; COWAN et al., 1979-1980 (C équivalent = C_{eq}), qu'ils assimilent, dans ces 2 cas, à la concentration initiale C_0 .

d. Estimation de la composition corporelle

L'estimation précise des lipides (et des protéines) corporelles nécessite l'étalonnage de la méthode par abattage des mêmes animaux.

-Estimation des lipides à partir du poids vif vide et de l'eau du corps vide

Les lipides sont liés négativement à l'eau du corps vide ($r = -0,97$ à $-0,99$) (FOOT et GREENHALGH, 1970 ; REID et al., 1968 ; FOOT et al., 1979) ; aussi, la prise en compte de l'eau corporelle totale ou de l'espace de diffusion de l'eau marquée implique-t-elle un biais systématique lié à l'importance des contenus digestifs : l'eau contenue dans ceux-ci est en effet dans une large mesure indépendante des quantités de lipides présentes chez l'animal.

L'estimation des lipides à partir du poids vif vide et de l'eau du corps vide est donc a priori la plus précise, mais n'est malheureusement pas applicable aux animaux vivants, sauf lorsque ceux-ci sont munis de canules du rumen, ce qui permet de mesurer le contenu ainsi que l'eau du rumen, et d'estimer ainsi l'eau du tube digestif entier.

-Estimation des lipides à partir de l'eau corporelle totale et du poids vif

C'est la méthode d'estimation qui est utilisée chez les animaux vivants. L'estimation des lipides par cette méthode est dépendante de la précision de la pesée de l'animal. S'il y a eu jeûne préliminaire, il est nécessaire de corriger le poids vif en fonction de la durée de ce jeûne (BIRD et al., 1982). Dans le cas contraire, on peut déterminer un poids vif moyen, représentatif du poids de l'animal durant toute la période de mesure.

L'estimation des lipides de l'animal vivant à partir de l'espace de diffusion du marqueur (tableau 2) et du poids vif est fortement corrélée aux données obtenues par abattages des mêmes animaux (ROBELIN, 1977, 1981, 1982 ; FOOT et al., 1979 ; COWAN et al., 1979, 1980 ; LITTLE et Mac LEAN, 1982 ; BIRD et al., 1982).

En général, les lipides estimés en fonction de l'eau du corps vide et du poids vif vide se rapprochent plus des résultats obtenus par abattage des animaux que leur estimation à partir de l'espace de diffusion de l'eau marquée et du poids vif (COWAN et al., 1979 ; BIRD et al., 1982 ; ROBELIN, 1982) ; ceci résulte du fait que le poids vif vide est estimé d'une façon plus précise que le poids vif (FOOT et al., 1979) et du biais lié à l'eau des contenus digestifs. Cependant, la détermination à partir du poids vif et de l'espace de diffusion de l'eau marquée reste précise.

e. Choix du marqueur

Les deux marqueurs de l'eau corporelle les plus fréquemment utilisées, l'eau deutériée et l'eau tritiée donnent des résultats comparables, leurs propriétés physico-chimiques étant relativement

Tableau 2 : Estimation des quantités de lipides (en kg ou en %) à partir de l'espace de diffusion du marqueur et du poids vif ou de l'eau du corps vide et du poids vif vide (Source: Cissé, 1997).

ROBELIN, 1982	12 Bovins	Lip. (kg) = - 0,943D ²⁰ + 0,769 PV Lip. (kg) = - 1,143 ECV + 0,866 PVV	Syx = 5,4 Syx = 2,2
LITTLE et Mac LEAN, 1982	31 Bovins	Lip. (%) = - 1,03 ECT + 80,9	Syx = 2,015
BIRD et al., 1982	23 Bovins	Lip. (kg) = 0,714 TOH + 0,711 PV - 18,24 Lip. (kg) = 1,122 ECT + 0,868 PV - 3,03 Lip. (kg) = 1,197 ECV + 0,884 EPVV + 0,13 Lip. (kg) = 1,172 ECV + 89 Lip. (kg) = 1,193 ECV + 88,2	Syx = 2,75 Syx = 2,04 Syx = 1,91 Syx = 1,66 Syx = 0,64

E C T = Eau corporelle totale

E C V = Eau du corps vide

P V = Poids vif

P V V = Poids vif vide

voisines en ce qui concerne les phénomènes de diffusion (ROBELIN, 1973). La comparaison de ces 2 méthodes faite par CHIGARU et TOPPS (1981) sur 12 vaches allaitantes met en évidence 98,4 % de variance commune entre les deux espaces de diffusion mesurés, suivant une relation du type $D_{20} = TOH - 1,93 \text{ (kg)}$ (écart-type-résiduel de 4,87). Selon TRIGG et al. (1978), l'emploi de l'eau tritiée semble prédire d'une façon plus exacte les quantités de lipides présents que l'espace de diffusion de l'eau deutériée : ces derniers trouvent sur 18 jeunes ovins (entre 9 et 12 mois) un écart-type résiduel de 0,74 avec de l'eau deutériée et de 0,45 avec l'eau tritiée. Les valeurs prédites à partir de l'espace de diffusion de l'eau lourde diffèrent de 0 à 1,7 kg par rapport aux valeurs réelles mesurées après abattage des animaux (11 valeurs inférieures à 0,5 kg). TRIGG et al. (1978) définissent cependant mal les conditions d'obtention des résultats, notamment le mode de calcul de l'espace de diffusion des marqueurs ; ces résultats sont donc à interpréter avec prudence. L'emploi de l'eau tritiée présente l'avantage d'être peu onéreux, et la technique d'analyse des échantillons dans un compteur de scintillation est bien au point. Cependant, la manipulation de ce marqueur radioactif nécessite des précautions d'emploi et interdit toute commercialisation du lait et de la viande des animaux traités.

L'eau deutériée présente l'avantage d'être non contaminante mais la technique de dosage du marqueur nécessite une lourde infrastructure (lyophilisation + spectrophotométrie infra-rouge). Le marqueur coûte cher également.

II.7. Mesure de la radio-activité du potassium

Le potassium est essentiellement un électrolyte intracellulaire que l'on ne trouve pas dans les graisses (WARD, 1968). le potassium du corps est ainsi étroitement lié à l'importance de la masse délipidée et donc à l'azote corporel total (TULSO et al., cité par TRIGG et al., 1978) ; d'où la possibilité de l'utiliser pour estimer les protéines corporelles et indirectement les lipides.

L'emploi du potassium afin de déterminer la composition corporelle des animaux peut se faire

de 2 façons : soit en utilisant les techniques de dilution, en injectant du potassium radio-actif K42 à l'animal, puis en mesurant la diffusion du potassium marqué dans l'organisme au fil du temps ; soit en évaluant l'importance des rayons émis par le potassium corporel endogène naturellement radio-actif (K40). C'est cette 2ème méthode qui est la plus employée.

L'évaluation de l'émission des rayons semble sujette à de grosses variations dues en majeure partie aux variations des contenus digestifs (LOHMAN et al., 1966), qui peuvent être réduites en mettant les animaux à jeun ou en les nourrissant avec des rations faiblement radioactives naturellement. Il est en outre nécessaire de laver les animaux avant la mesure pour éviter les rayonnements parasites. La précision de la méthode peut cependant être diminuée par le fait que la variabilité de la concentration en potassium est grande d'un muscle à l'autre (>30 %) et que des tissus autres que les muscles ne contiennent pas de concentrations constantes en potassium (REMENCHICK et al., 1967). Toutefois, le recours à cette technique non traumatisante pour l'animal semble présenter une bonne répétabilité quand les fluctuations liées aux variations des contenus digestifs sont maîtrisées, le coefficient de variation étant alors de 4% (CLARK et al., 1976, cité par BELYEA et al., 1978).

II.8. Méthode des bilans énergétiques et azotés

Le calcul ou la mesure de bilans énergétiques et/ou azotés (apports-besoins) peut permettre d'évaluer les quantités d'énergie, lipides ou protéines fixées ou mobilisées pendant la période de mesure.

a. Bilans calculés

Les apports (énergétiques et azotés) sont calculés d'après les quantités ingérées et la composition de la ration. Les teneurs en UFL et en PDI de celles-ci sont estimées à partir des tables (INRA, 1978) en prenant en considération l'origine botanique, le stade de développement, les traitements technologiques éventuels ainsi que les données d'analyse chimique des composants de la ration. La valeur énergétique et azotée de la ration ainsi calculée doit cependant être corrigée en fonction du niveau alimentaire et du pourcentage de concentrés de la ration (phénomènes d'associativité ; INRA, 1978). On évalue d'autre part les besoins d'entretien (à partir du poids vif), de gestation (en fonction du stade de développement

du fœtus) et de production laitière (lait à 4 % de matières grasses). Un tel calcul (apports-besoins) est cependant imprécis du fait que cette méthode ne tient pas parfaitement compte des variations d'utilisation digestive et métabolique de la ration en fonction des individus, du stade physiologique, de la nature de la ration et du niveau de satisfaction des besoins.

b. Echanges gazeux

La production de chaleur par l'animal peut être indirectement appréciée en se basant sur les consommations d'oxygène et les productions de gaz carbonique, de méthane et d'azote urinaire (BROUWER et al., 1964). On peut alors déterminer les quantités d'énergie fixée ou déposée, par différence entre l'énergie ingérée d'une part, et l'énergie produite sous forme de fèces, d'urine, de méthane, de chaleur et de lait d'autre part.

Le recours à ces méthodes ne permet d'apprécier les variations de composition corporelle des animaux que pendant les périodes de mesures. Une évaluation des cinétiques de mobilisation/reconstitution des réserves corporelles des animaux au cours du cycle physiologique pourra toutefois être effectuée par interpolation, en tenant compte des bilans calculés entre les périodes de mesure. Par ailleurs, ces méthodes ne renseignent pas sur le niveau des réserves (quantités de lipides) ou sur la composition corporelle de l'animal.

Conclusion

Peu d'études quantitatives ou semi-quantitatives ont été menées à l'heure actuelle sur les réserves corporelles des vaches en production. Le coût et la lourdeur des études par l'abattage des animaux limitent fortement la mesure directe de la composition corporelle, qui reste cependant indispensable pour étalonner les différentes méthodes d'appréciation sur l'animal vivant. Les estimations utilisant les marqueurs de l'eau corporelle semblent très prometteuses. Le coût des appareils à ultra-sons semble devoir en limiter l'emploi. La notation de l'état corporel, et / ou la mesure de la taille des cellules adipeuses pourraient fournir des indications sur l'état d'engraissement, relativement faciles et peu coûteuses à obtenir, dans la mesure où elles seraient correctement étalonnées sur les vaches et bien liées à la composition corporelle.

Deuxième partie

EXPERIMENTATION

INTRODUCTION

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 sur certaines races. Les plus importants sont l'alimentation (JARRIGE, 1972), le sexe (MUKHOTY et BERG, 1971) et le génotype (ROBELIN et GEAY, 1975).

Parmi les nombreuses méthodes d'estimation des réserves corporelles, celle des notes d'état est la plus simple et la moins onéreuse. Cependant, aucun étalonnage de la méthode n'a jusqu'ici été effectué sur les vaches de race locale (état d'engraissement estimé par des notes et vérifié par des abattages et mesure de composition corporelle). Cet objectif précis a été poursuivi dans cette étude.

CHAPITRE 1

MATERIEL ET METHODES

I. ANIMAUX ET SCHEMA DE L'EXPERIENCE

Cinquante deux vaches adultes réformées de génotype différent (24 zébus Gobra âgées de $8,1 \pm 3,0$ ans et 28 taurins N'Dama âgées de $17,3 \pm 5,5$ ans, en moyenne) ont été achetées aux CRZ de Dahra et de Kolda et utilisées dans cet essai. Après un déparasitage interne et externe (Ivomec, ND et Bayticol, ND), les animaux ont été installés dans des boxes séparés permettant un suivi individuel.

Au bout de 14 jours d'adaptation à la ration, les bovins ont été répartis, au sein de chaque race, en 2 lots équilibrés sur la base du poids vif, et de la note d'état corporel. Un lot a été alimenté *ad libitum*, et l'autre limité à un taux de rationnement égal à 75% du niveau de consommation *ad libitum*. A la fin de chaque semaine, le calcul des quantités moyennes respectives ingérées par les zébus et les taurins nourris à volonté a permis d'ajuster, la semaine suivante, les quantités offertes aux lots dont l'alimentation était restreinte.

La ration distribuée était constituée de coque d'arachide (18%), de son de blé (20%), de tourteau d'arachide (5%), de graine de coton (25%), de mélasse (20%), de maïs broyé (9,5%) et de CMV (2,5%). Les lots ont été ainsi dénommés:

- Lot GH: vaches Gobra alimentées *ad libitum*,
- Lot GB: vaches Gobra recevant de l'aliment distribué à 75% du niveau de consommation *ad libitum*,
- Lot NH: vaches N'Dama alimentées *ad libitum*,
- Lot NB: vaches N'Dama recevant de l'aliment distribué à 75% du niveau de consommation *ad libitum*

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. Il a duré 5 mois dont 15 jours d'adaptation aux rations. Huit vaches (4 zébus et 4 taurins) ont été abattues en début d'essai, après injection de l'eau lourde, pour la mesure de composition corporelle. D'autres abattages ont eu lieu tous les mois jusqu'à la fin de l'essai (figure 1). Les abattages, dissections et analyses chimiques ont été effectuées au LNERV/ISRA.

II. PRELEVEMENTS ET MESURES

Toutes les mesures ont été individuelles

II.1. Quantités ingérées et composition chimique de la ration

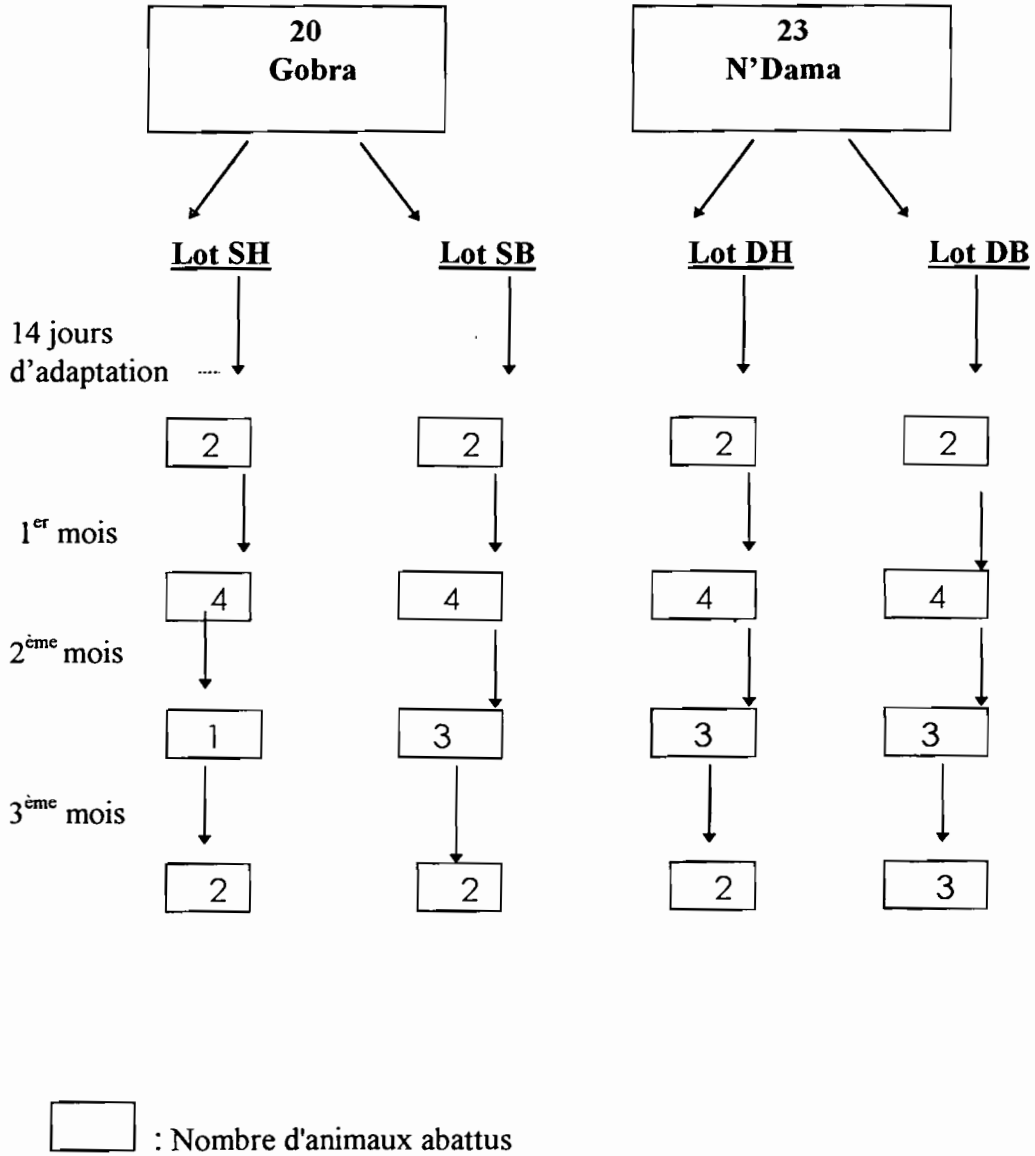
Les quantités ingérées par chaque vache ont été mesurées tous les jours par pesée du distribué et des refus, et des échantillons constitués en vue de l'analyse chimique.

La digestibilité des constituants de la ration sera mesurée pendant 6 jours, après 14 jours d'adaptation, sur 6 ovins en cages, en vue d'une meilleure estimation des apports nutritifs.

II.2. Notation de l'état corporel

L'état corporel a été noté une fois par mois selon une grille de notation de 6 points (0-5) pour les zébus (tableau 3, CISSE et al., 1995), et les N'Dama (CISSE et al., 1997) par 5 observateurs, et à la veille de l'injection de l'eau lourde au LNERV. Des photos individuelles des animaux (vue de la croupe et du profil) ont été prises tous les mois, le jour de la notation. Deux séances de notation ont été effectuées le même jour par les mêmes observateurs en vue d'évaluer la répétabilité de la méthode.

Figure 1 : Schéma de l'essai et des abattages.



Note	Etat	Caractéristiques observées	Score	Condition	Features
0	TM	Animal extrêmement émacié Condamné à l'examen ante-mortem. Côtes très visibles et flanc très creux. Apophyses transverses et épineuses très saillantes. Epine dorsale tranchante. Croupe très saillante et osseuse.	0	VT	Animal extremely emaciated. Condemned at ante-mortem examination. Ribs are highly visible and sublumber fossa very deep. Transverse and spinal processes are prominent, and dorsal spines sharp. Croupe is highly prominent and bony.
1	M	Animal maigre. Côtes visibles et flanc creux. Apophyses transverses proéminentes et pointes des apophyses épineuses nettement visibles Croupe saillante	1	T	Animal is thin. Ribs visible and sublumber fossa deep. Transverse processes are prominent and easily felt at palpation. Croupe is very prominent.
2	PM	Animal un peu maigre Côtes visibles et flanc moins creux que chez les animaux de la catégorie M Apophyses transverses nettement perceptibles au toucher Croupe proéminente	2	LT	Animal is little thin. Ribs are visible and sublumber fossa is less deep than in animals T. Transverse processes are easily felt at palpation. Croupe is little prominent.
3	PG	Animal un peu gras Léger creux du flanc perceptible avant repas. Côtes légèrement couvertes, peu perceptibles. Bosse peu développée Epine dorsale palpable par forte pression Légère concavité de la masse musculaire entre la pointe de la hanche (épine iliaque) et celle de la fesse (tubérosité ischiatique)	3	LF	Animal is little fat The sublumber fossa is lightly deep, only before meal. Ribs are little covered and not easily seen. Low developed hump. Dorsal spines can be felt with firm pressure. Low concavity of the muscular mass between the hooks (<i>tuber coxae</i>) and pins (<i>tuber ischii</i>).
4	G	Animal gras et bien couvert Flanc non creux Côtes invisibles Bosse développée Epine dorsale arrondie Les apophyses transverses ne sont plus visibles ni palpables Convexité de la masse musculaire entre la pointe de la hanche et celle de la fesse. Croupe bien recouverte	4	F	Animal is fat and well covered. The sublumber fossa is not deep. Ribs are not visible Hump is developed. Dorsal spines are rounded. Transverse processes are neither visible nor palpable. Convexity of the muscular mass between the hooks and pins. Croupe is well covered.
5	TG	Animal très gras et lisse. Importants dépôts adipeux à la base de la queue, sur la bosse, le scrotum et la poitrine. Les côtes et les apophyses transverses et épineuses ne sont plus détectables même avec une forte pression. Croupe rebondie avec un important bourrelet adipeux caudal.	5	VF	Animal is very fat and smooth. Heavy fat deposits on tail head, on hump, and cod. Ribs, transverse and spinal processes can not be felt even with great palpation. Croupe is very rounded.

Tableau 3 : Grille de notation de l'état corporel du zébu (cissé et al, 1995)

II.3. Pesées et mensurations

Une triple pesée de démarrage et une double pesée ont été effectuées tous les 28 jours. Les mensurations suivantes ont été faites, au lendemain de la pesée sur chaque vache: hauteur au garrot, hauteur aux sangles, périmètre thoracique, longueur scapulo-ischiale, longueur et largeur de la croupe, de la bosse et de la tête, hauteur et épaisseur de la bosse.

II.4. Mesure de l'espace de diffusion de l'eau lourde

L'eau lourde a été injectée par voie jugulaire à la dose de 0,5 g/kg de poids vif et 30 ml de sang ont été prélevés à 6 reprises, à 7, 24, 31, 48, 55 et 72 heures après l'injection. De même 6 pesées des bovins ont été effectuées juste après les prises de sang. Les échantillons de sang ont été congelés à -20°C en vue de la lyophilisation. Des échantillons de lait ont été constitués selon la même fréquence que les prélèvements de sang, chez les vaches lactantes.

II.5. Abattage et dissection

Après le 6ème prélèvement consécutif à l'administration d'eau lourde et les mesures baryométriques, les animaux ont été pesés, photographiés (vue du profil et de la croupe), notés par 4 observateurs, puis abattus au rythme de 2 bovins/j. Une diète hydrique de 18 à 20 heures a été observée avant chaque abattage. Le sang total a été récupéré, pesé et échantillonné en double. Les mesures effectuées sur les carcasses ont été les suivantes: longueur et largeur du gigot, largeur au niveau des côtes, longueur de la carcasse, profondeur de la poitrine, longueur intérieure de la carcasse, et longueur, hauteur et épaisseur de la bosse. Les viscères pleins et vides ont été pesés, de même que la tête, les pattes et le cuir, puis les contenus digestifs (ruminal et intestinal) échantillonnés en double. Les gras individualisés de la cavité pelvienne ont été séparés et pesés (gras de toilette, gras de rognon, gras intestinal, gras mésentérique).

Les demi-carcasses ont été pesées et disséquées. Les muscles, les différents gras individualisés (sous-cutanés, intramusculaires), les os, les déchets (tendons, nerfs) ont été séparés et pesés. La moitié de la bosse a été coupée, pesée, puis broyée séparément. De même la 6ème côte a fait l'objet d'une dissection complète (gras, muscles, os, déchets) et d'un échantillonnage séparé. Un échantillon représentatif comprenant les viscères de la cavité digestive (rumen, omasum, abomasum, rein, pancréas, rate) et le gras, et ceux de la cavité thoracique (coeur entier, poumon et trachée) a été constitué.

Après un broyage séparé de ces différentes parties et des viscères, des échantillons ont été constitués en double sur des plateaux, et congelés à -20°C en vue de la lyophilisation. Les os de la demi-carcasse ont été étuvés pour la détermination de la matière sèche.

II.6. Lyophilisation

a. Les composants corporels

Au total 636 échantillons ont été constitués. Les plateaux congelés ont été régulièrement lyophilisés au niveau du Service de Production de vaccins en vue de la détermination de la teneur en eau.

b. Le sang

Les échantillons de sang constitués en triple lors des 6 prélèvements consécutifs à l'injection de l'eau lourde, soit au total 774 échantillons (6 x 3 x 43vaches) sont en cours de lyophilisation. La concentration d'eau lourde dans l'eau récupérée après lyophilisation sera dosée par spectrophotométrie infrarouge (TISSIER et al., 1978; CHILLIARD et al., 1991).

II.7. Analyses chimiques

Elles ont été effectuées sur tous les échantillons secs obtenus après lyophilisation, sauf les déchets.

a. 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 dissiccation, 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

b. Teneur en matières minérales

-Principe

La teneur en matières minérales d'un échantillon est conventionnellement le résidu de la substance obtenue 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:

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

P3 est le poids de la capsule calcinée

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

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

c. Teneur en matières azotées totales

-Principe

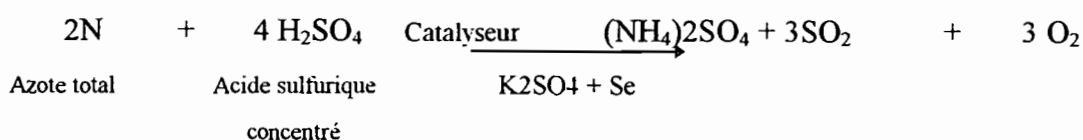
Le produit à analyser est minéralisé par l'acide sulfurique concentré en présence d'un

catalyseur ($K_2SO_4 + Se$). L'azote organique est transformée en azote ammoniacal qui sera titré par une solution d'acide sulfurique.

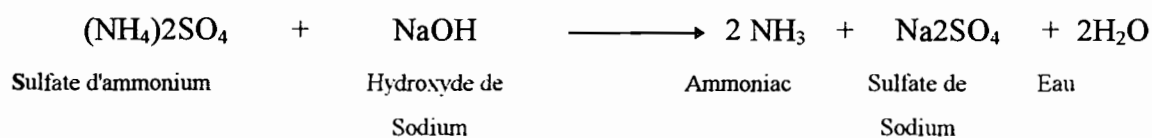
-Mode opératoire

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

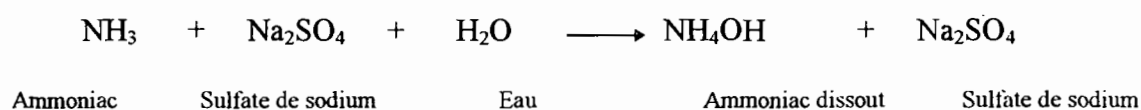
-Minéralisation (2 à 2 heures 30)



-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 H_2SO_4 correspond à un atome-gramme de N soit 14,008g d'azote. Ainsi 1 cm^3 de H_2SO_4 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 (MAT):

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

M.A.T. est
Matières azotées
totales

V est le volume de H_2SO_4 versé pour le dosage du blanc

V_1 est le volume de H_2SO_4 0,1N la titration de l'échantillon

P_1 est le poids de la main vide

P_2 est le poids de la main + échantillon

d. Teneur en matières grasses (MG) ou lipides

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

II.8. 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 de la ration, niveau de consommation et variation du poids vif et de la note d'état corporel au cours de l'essai alimentaire

a. Valeur nutritive de la ration et quantités ingérées

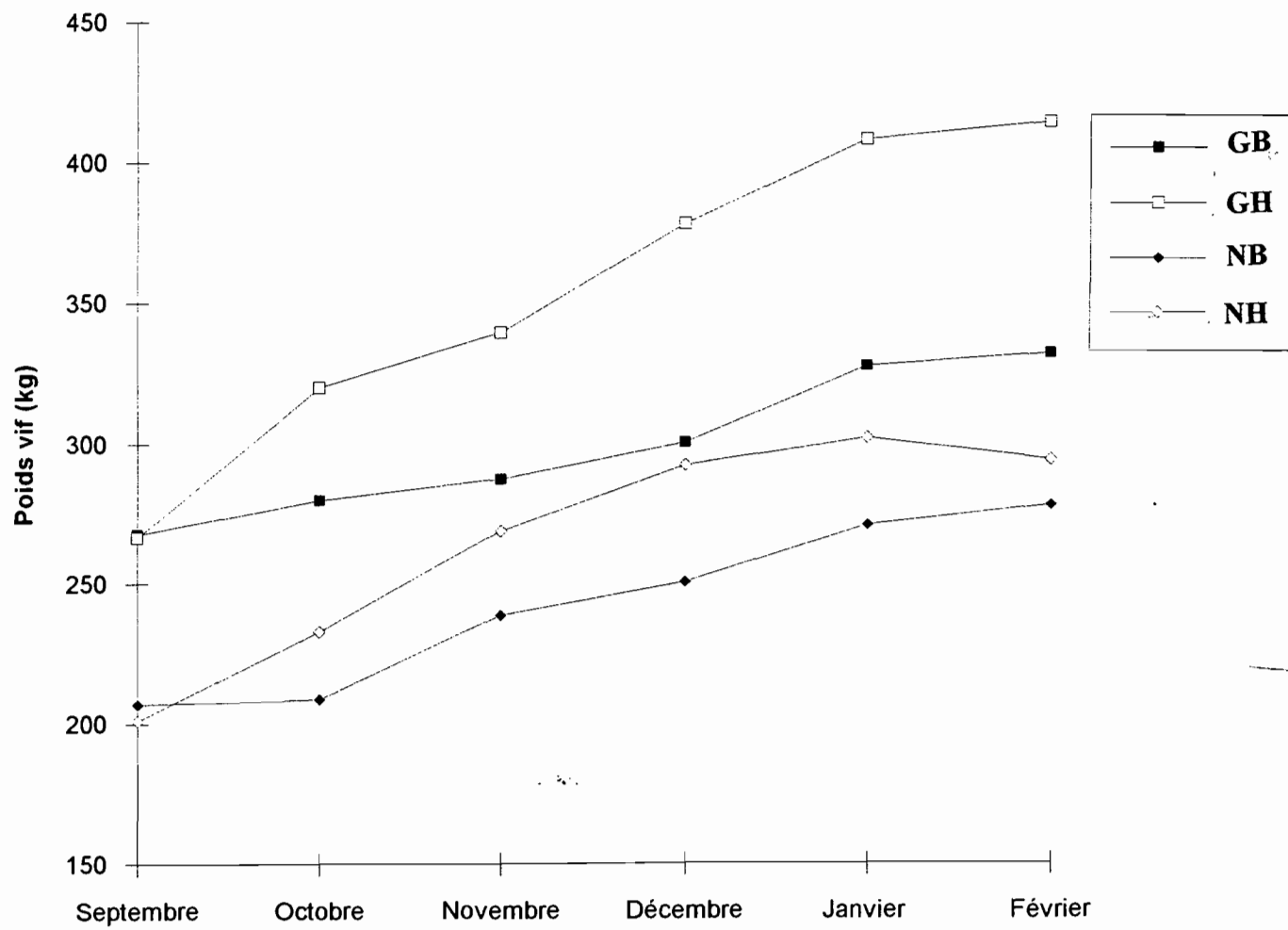
La valeur nutritive de la ration a été de 0,8 UF/kg de MS et de 90 g de MAD/kg MS. Les quantités ingérées par les vaches ont été de 8,3 et 11,1 kg brut/animal/j chez les lots Gobra GB et GH, respectivement, et de 6,2 et 8,4 kg brut/animal/j pour les N'Dama NB et NH.

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

Le niveau d'apport alimentaire a entraîné des différences notables dans les gains pondéraux, au sein des 2 races bovines. La courbe d'évolution pondérale montre une nette supériorité des lots bien alimentés comparés aux limités, avec toutefois un écart plus accentué chez les zébus Gobra (figure 2).

Le poids vif au démarrage a été de $267 \pm 31,3$, $266,5 \pm 39,9$, $206 \pm 35,5$, et $201,0 \pm 44,7$ kg chez les vaches GB, GH, NB et NH, respectivement. L'augmentation du niveau alimentaire a eu un

Figure 2: Evolution du poids vif



effet positif et significatif ($p < 0,05$) sur le poids vif. Le gain de poids vif a été plus important chez les vaches Gobra bien alimentées que chez les N'Dama. Les GMQ respectifs ont été de 845, 1549, 617 et 1040 g/animal/j pour les lots GB, GH, NB et NH, sur la période expérimentale totale.

Les vaches nourries *ad libitum*, zébus et taurins, ont présenté, au cours de l'essai, le meilleur état corporel (figures 3 et 4), suivies par les N'dama limitées sur le plan alimentaire, et les Gobra du même lot. Le niveau alimentaire a eu un effet positif et significatif ($p < 0,05$) sur la note d'état corporel.

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 5).

- Périmètre thoracique

Ce paramètre a significativement ($p < 0,10$) varié en fonction du niveau alimentaire, les valeurs étant plus faibles chez les lots sous-alimentés (figure 6).

-Longueur scapulo-ischiale

Elle a été plus élevée chez les Gobra (figure 7). L'augmentation du niveau alimentaire a eu un effet positif mais non significatif sur ce paramètre.

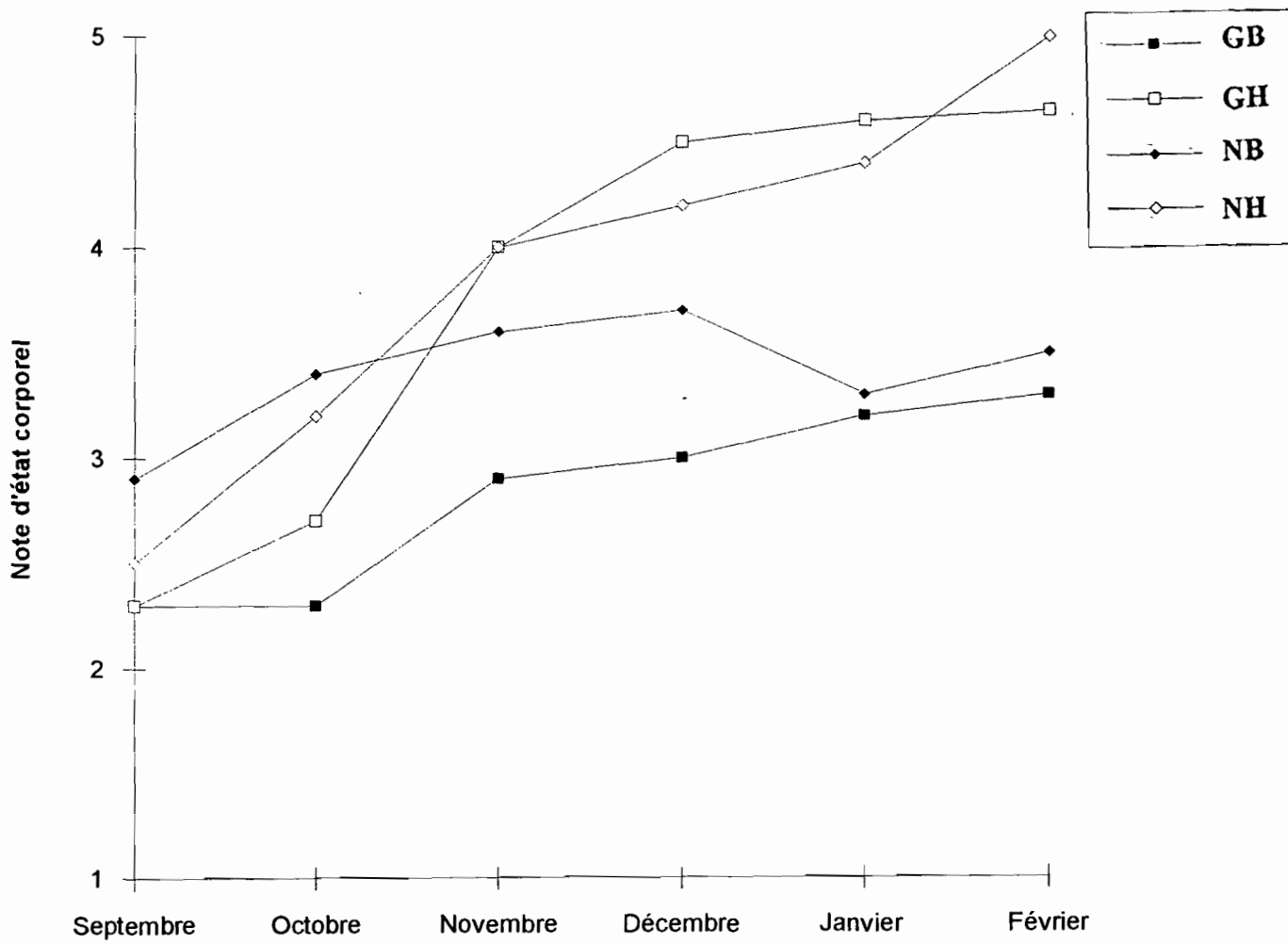
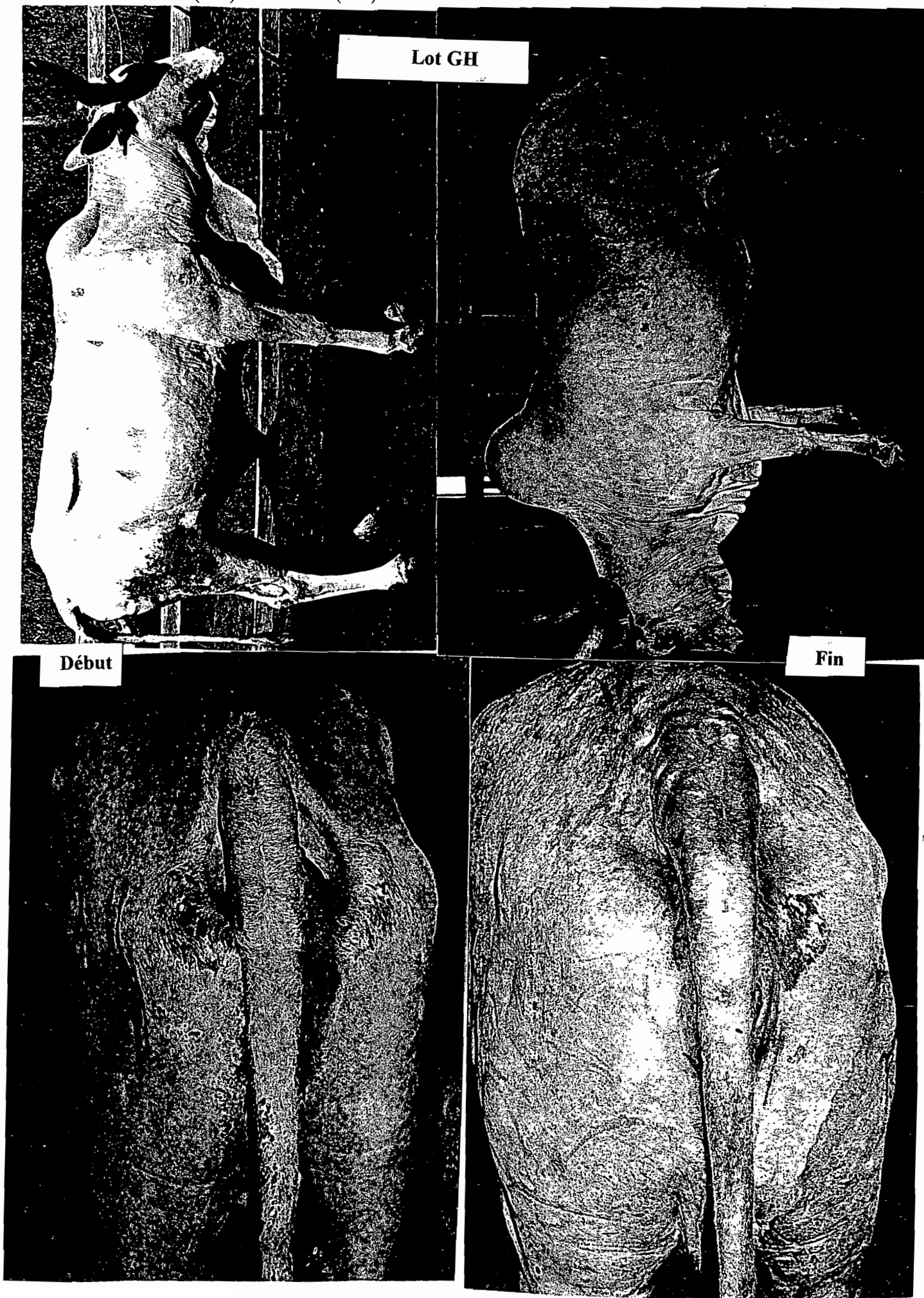
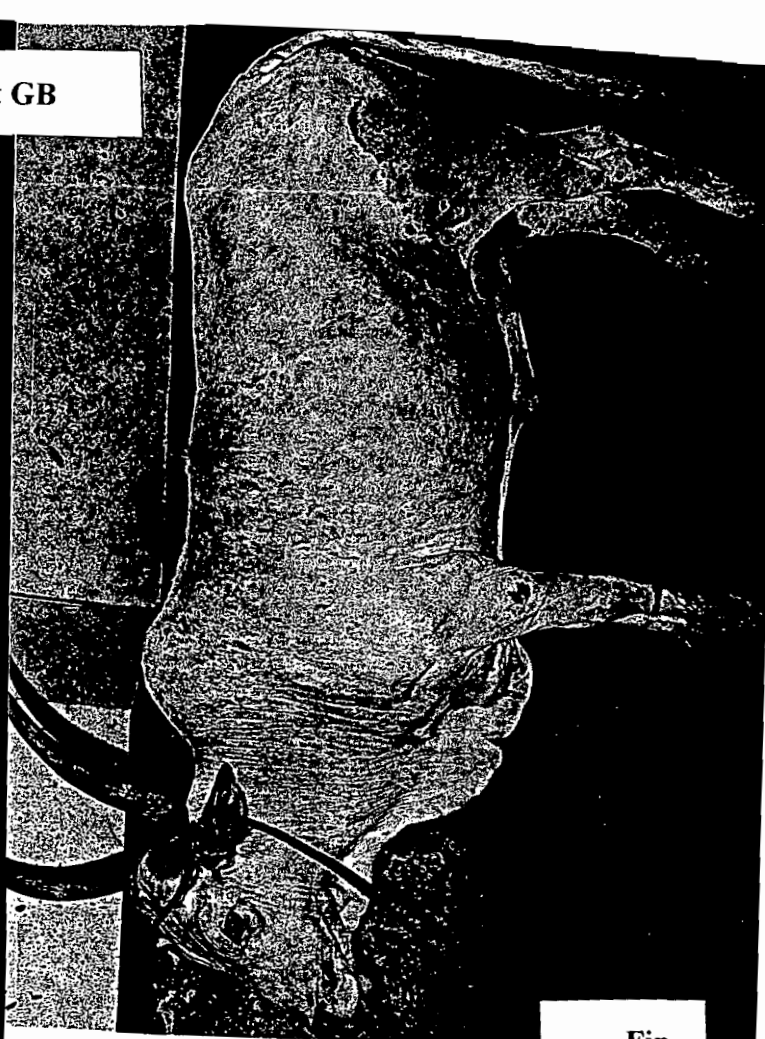
Figure 3: Evolution de la note d'état corporel

Figure 4: Une vue de l'évolution, au cours de l'essai alimentaire, de l'état corporel du zébu Gobra des lots nourris à volonté (GH) ou limités (GB) et des vaches N'Dama alimentées à volonté (NH) ou limitées (NB).

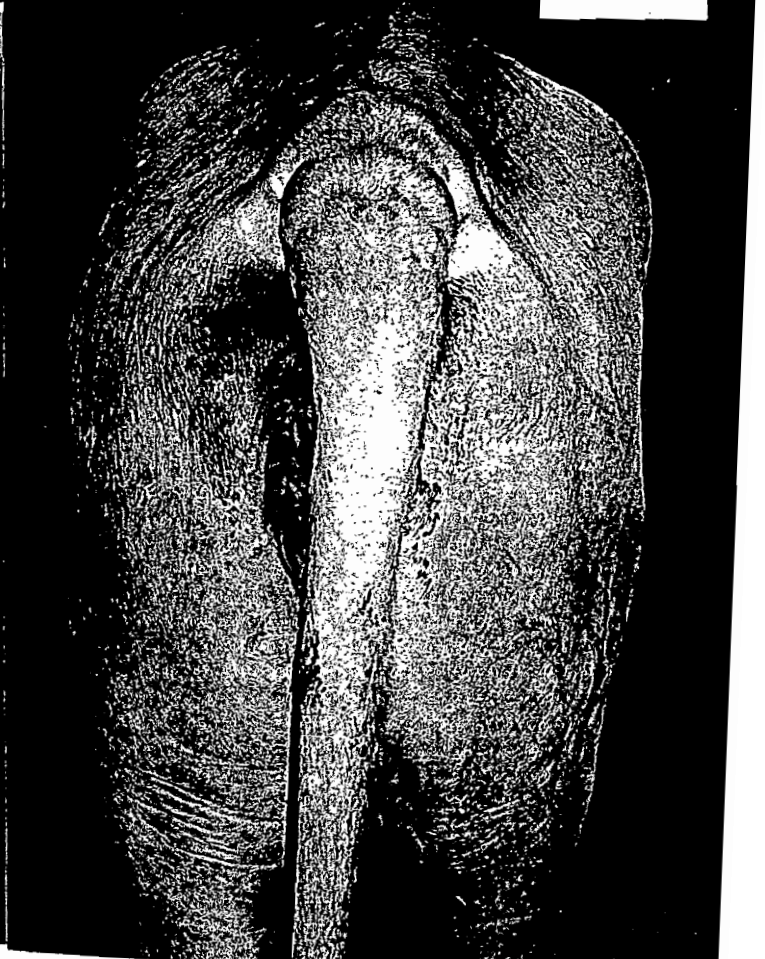


Lot GB



Début

Fin



Lot NH



Début

Fin



Lot NB

Début

Fin



Figure 5: Evolution de la hauteur au garrot

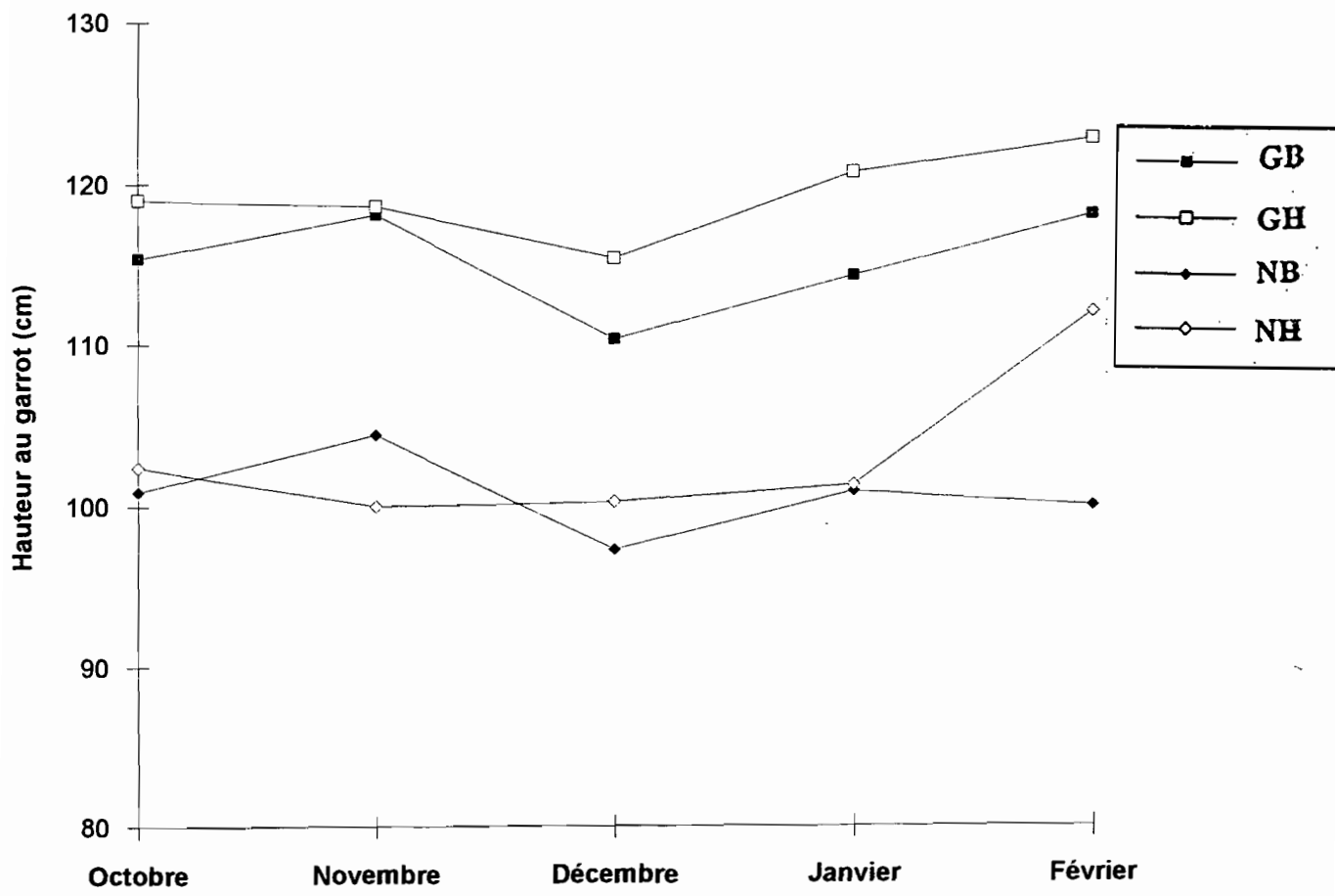


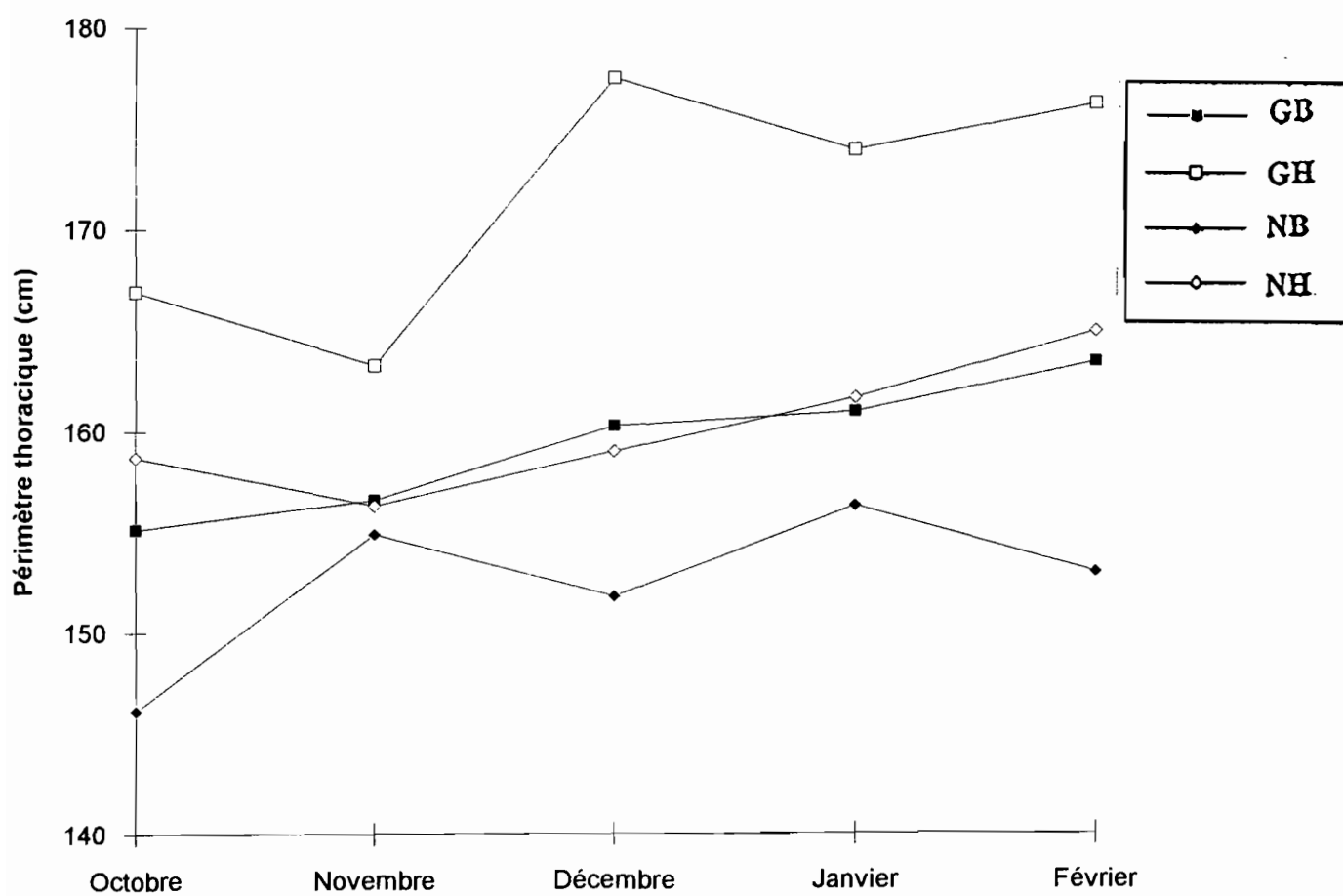
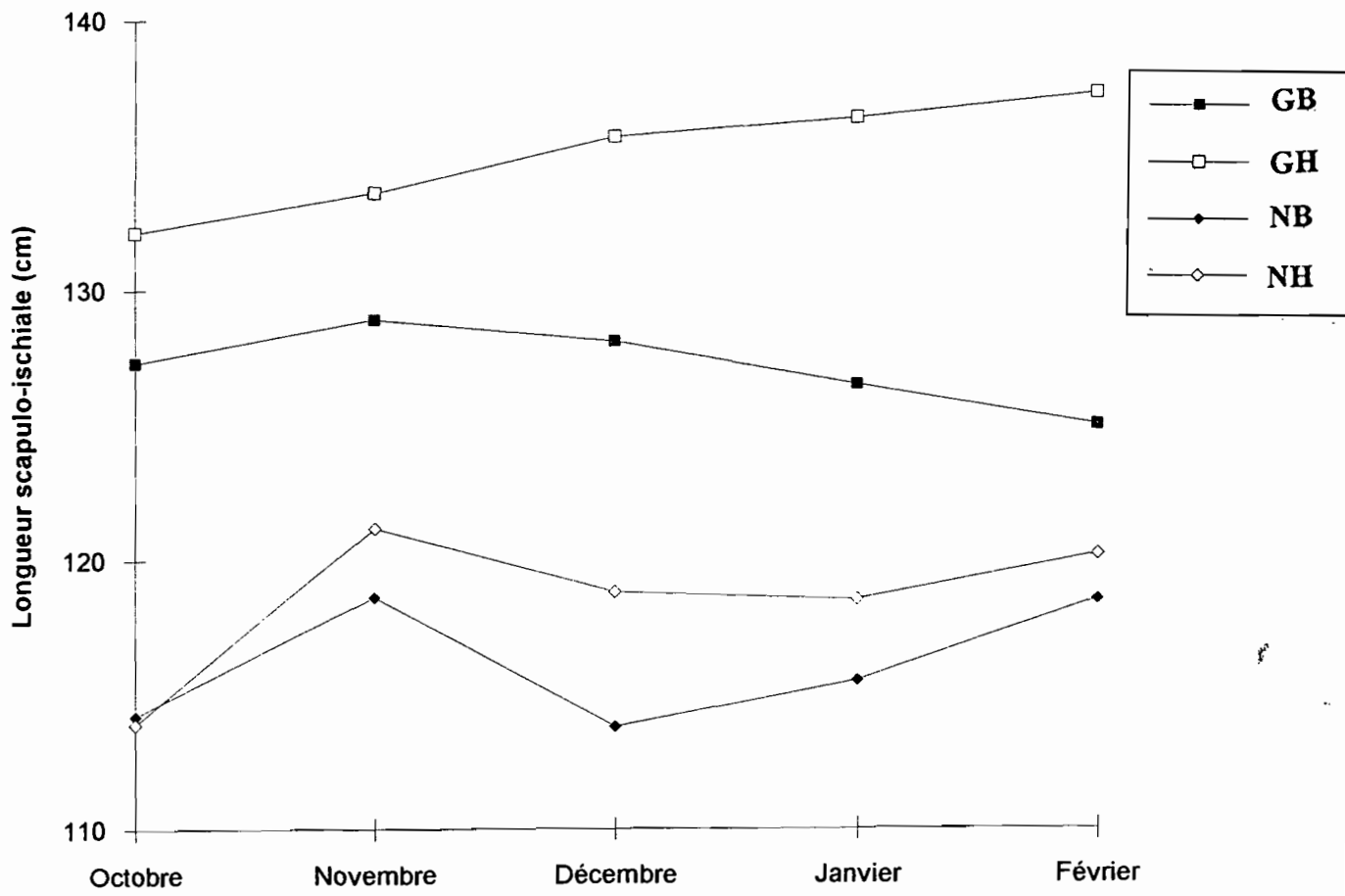
Figure 6: Evolution du périmètre thoracique

Figure 7: Evolution de la longueur scapulo-ischiale

-Hauteur aux sangles

Elle a varié avec la race ($p < 0,05$) et non en fonction du niveau alimentaire (figure 8).

-Longueur et largeur de la croupe

La longueur et largeur de la croupe a varié dans le même sens que le niveau alimentaire (figures 9 et 10).

-Longueur et largeur de la bosse

Le niveau d'alimentation *ad libitum* a eu un effet positif sur le développement de la bosse (figures 11 et 12).

I.2. Composition tissulaire et chimique

A l'abattage, 6 vaches gravides ont été dénombrées dans les lots limités: 1 dans le lot GB, et 4 dans le lot NB.

Le rendement-carcasse (poids carcasse/poids vif) a été de 51,2, 50,2, 48,1 et 48,5% dans les lots GB, GH, NB et NH, respectivement; et le rendement vrai (poids carcasse/poids vif vide) de 52,2, 52,4, 52,6 et 54,2% dans les mêmes lots respectifs.

a. Poids des organes et tissus

Le niveau alimentaire a eu un effet positif ($p < 0,05$) sur la note d'état corporel des vaches à l'abattage, le poids vif vide des contenus digestifs et utérins (tableau 4). Il a significativement

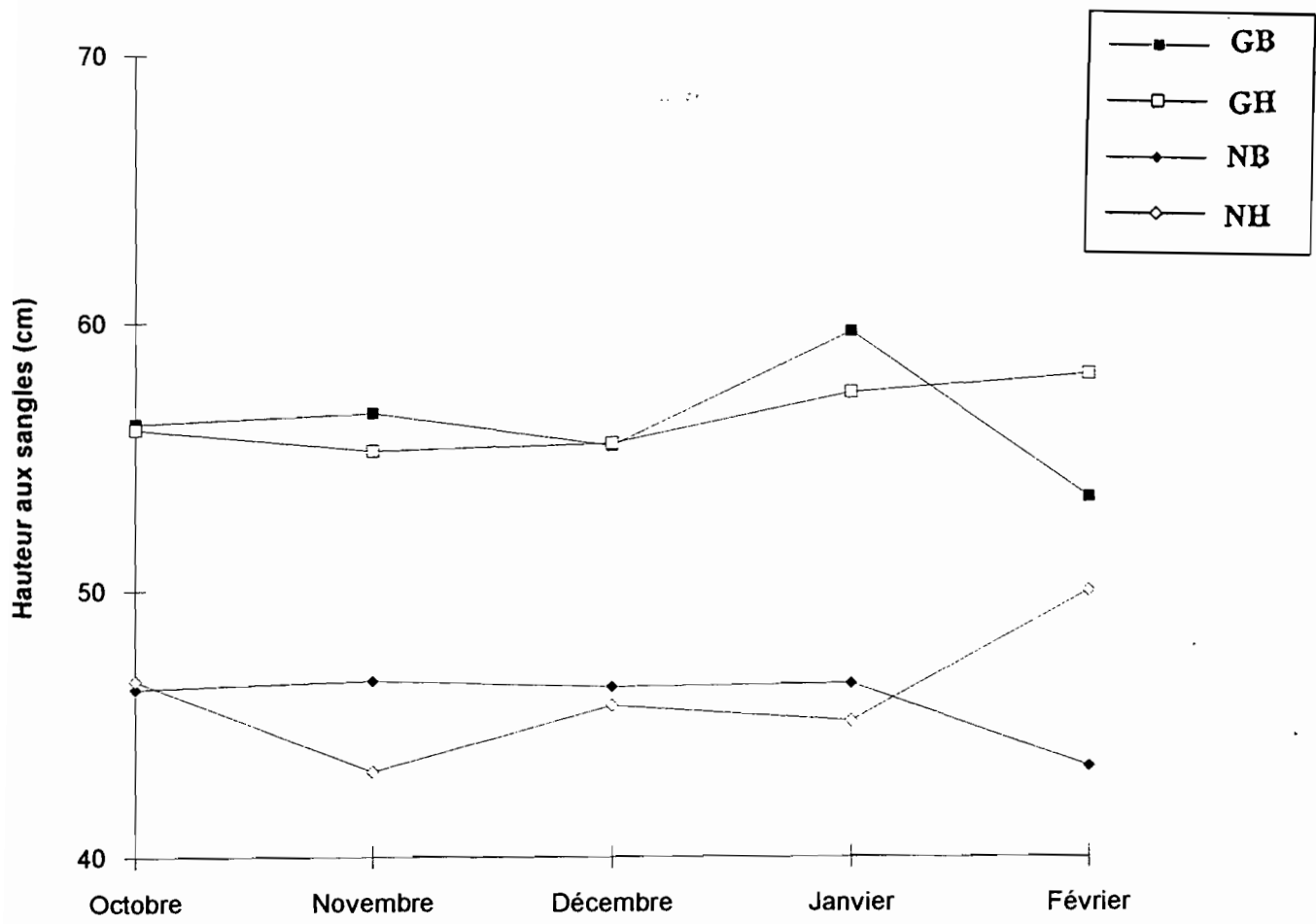
Figure 8 : Evolution de la hauteur aux sangles

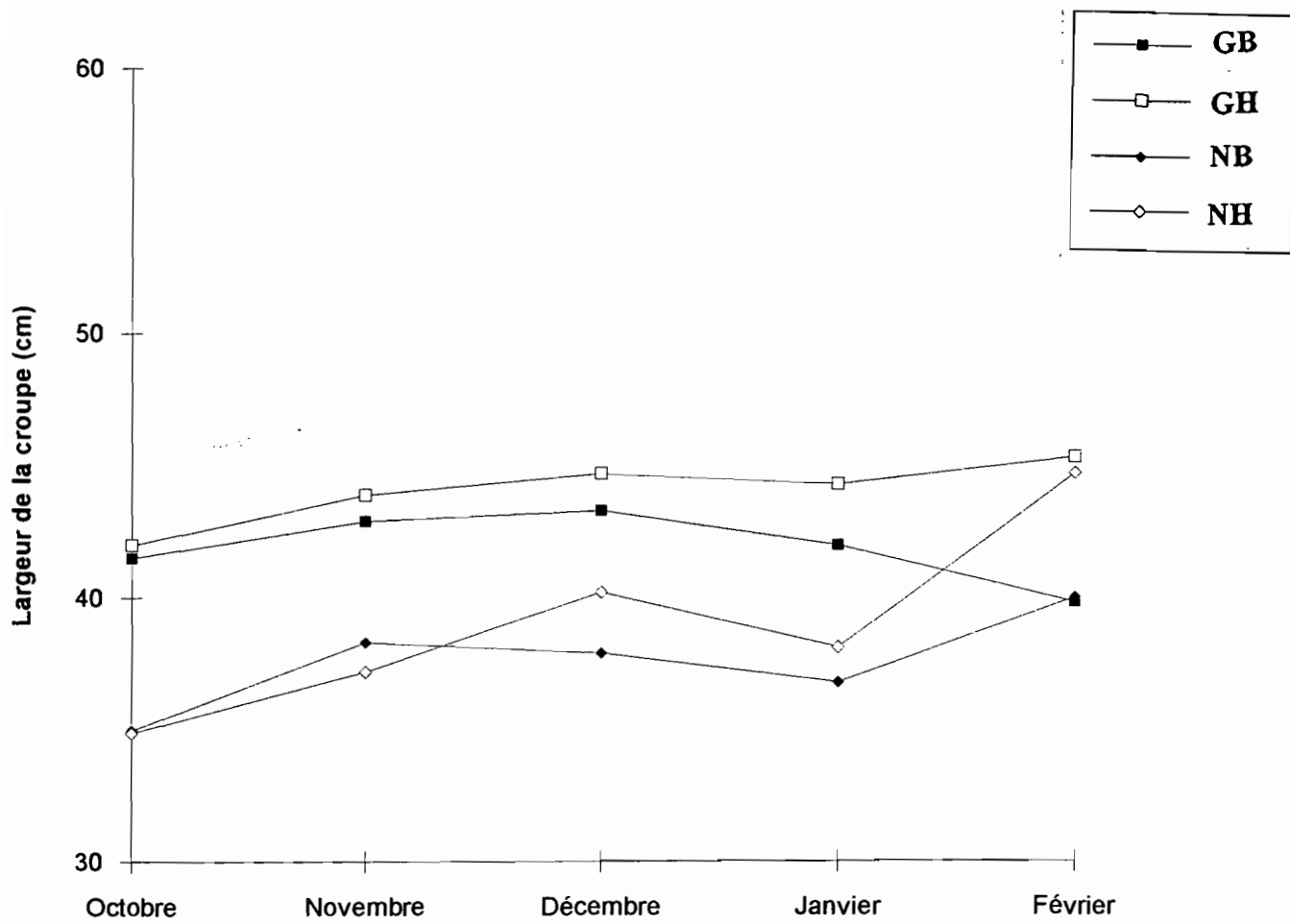
Figure 9: Evolution de la largeur de la croupe

Figure 10: Evolution de la longueur de la croupe

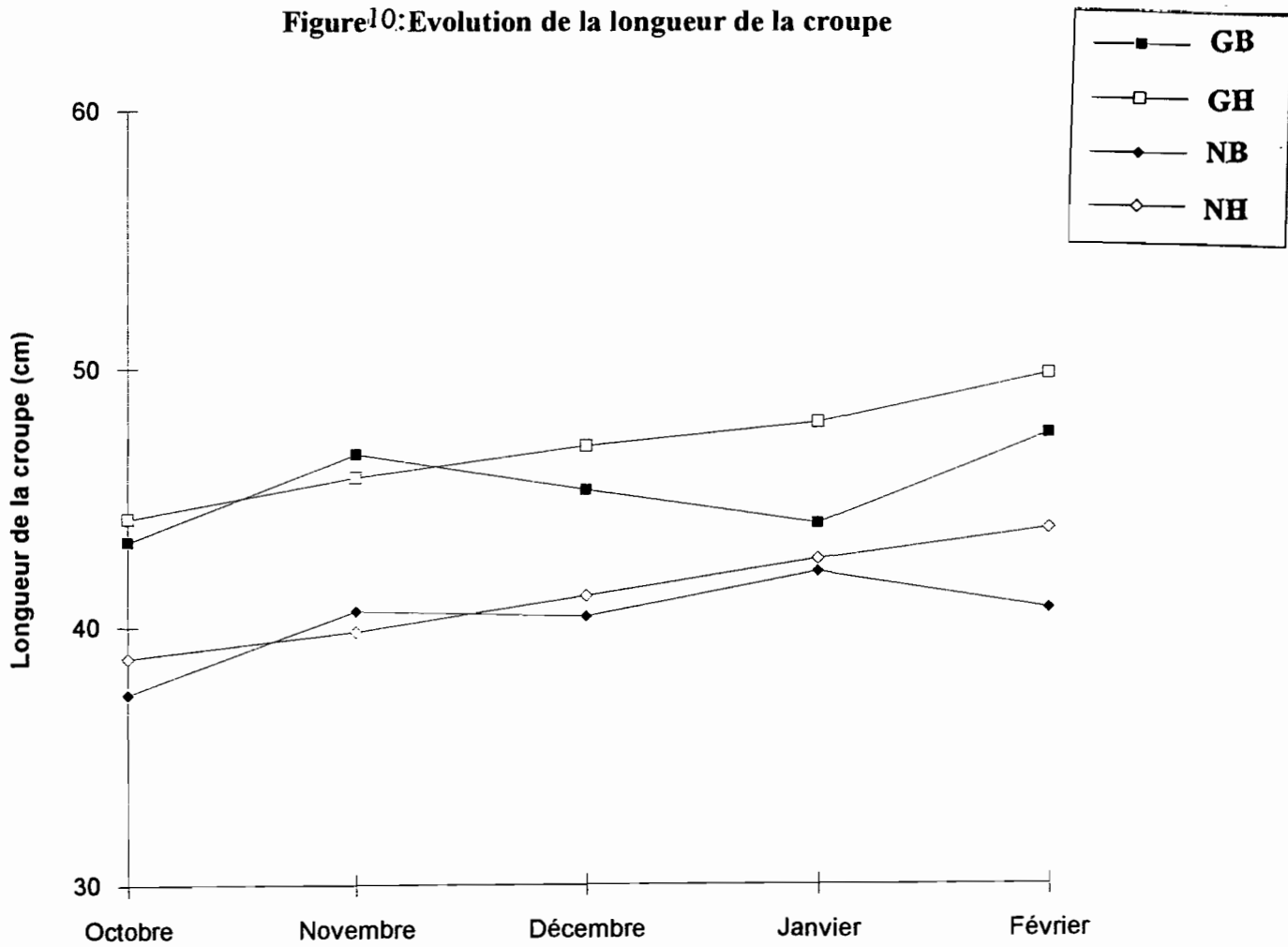


Figure 1 : Evolution de la longueur de la bosse

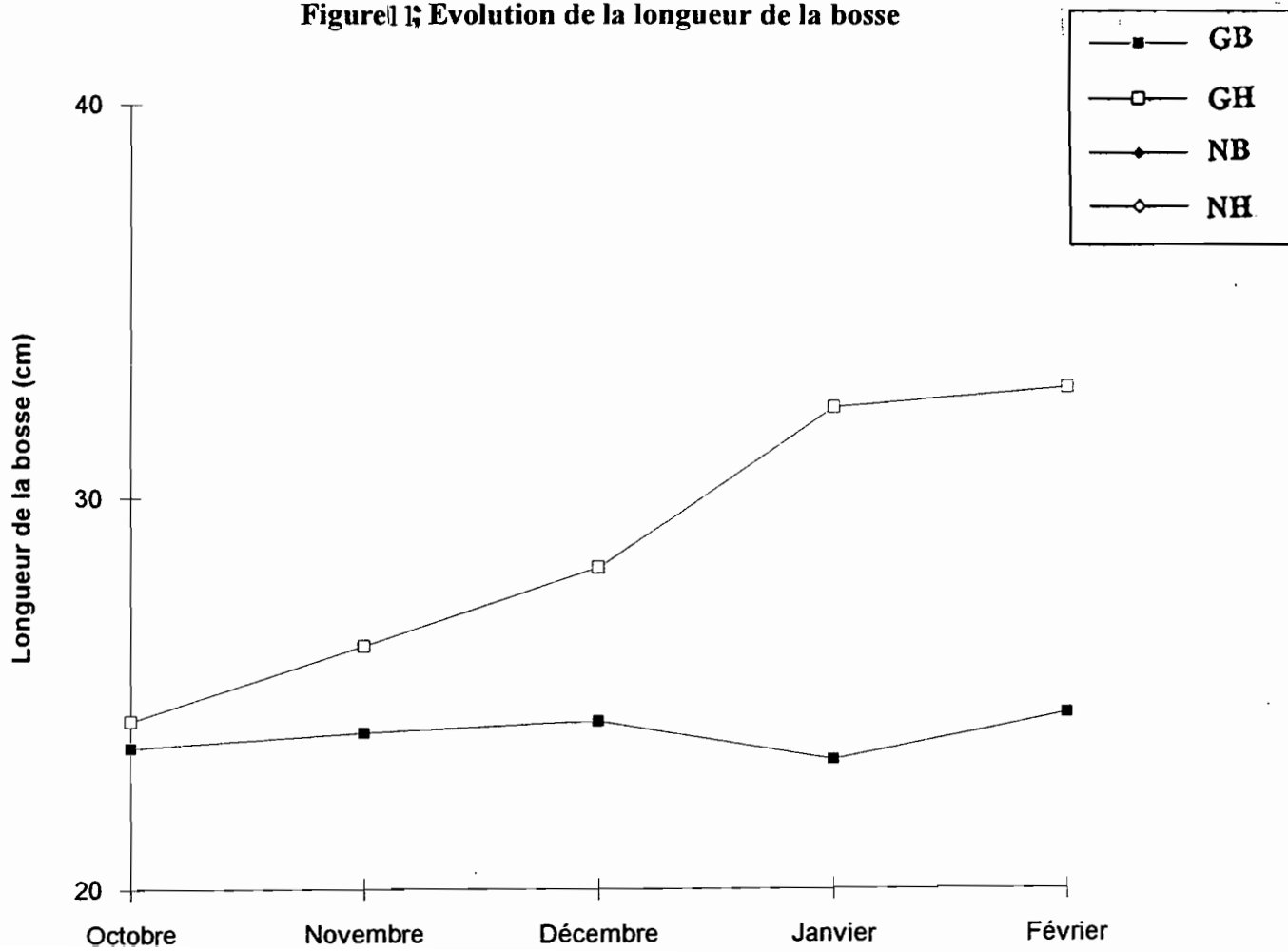


Figure 12 : Evolution de la largeur de la bosse

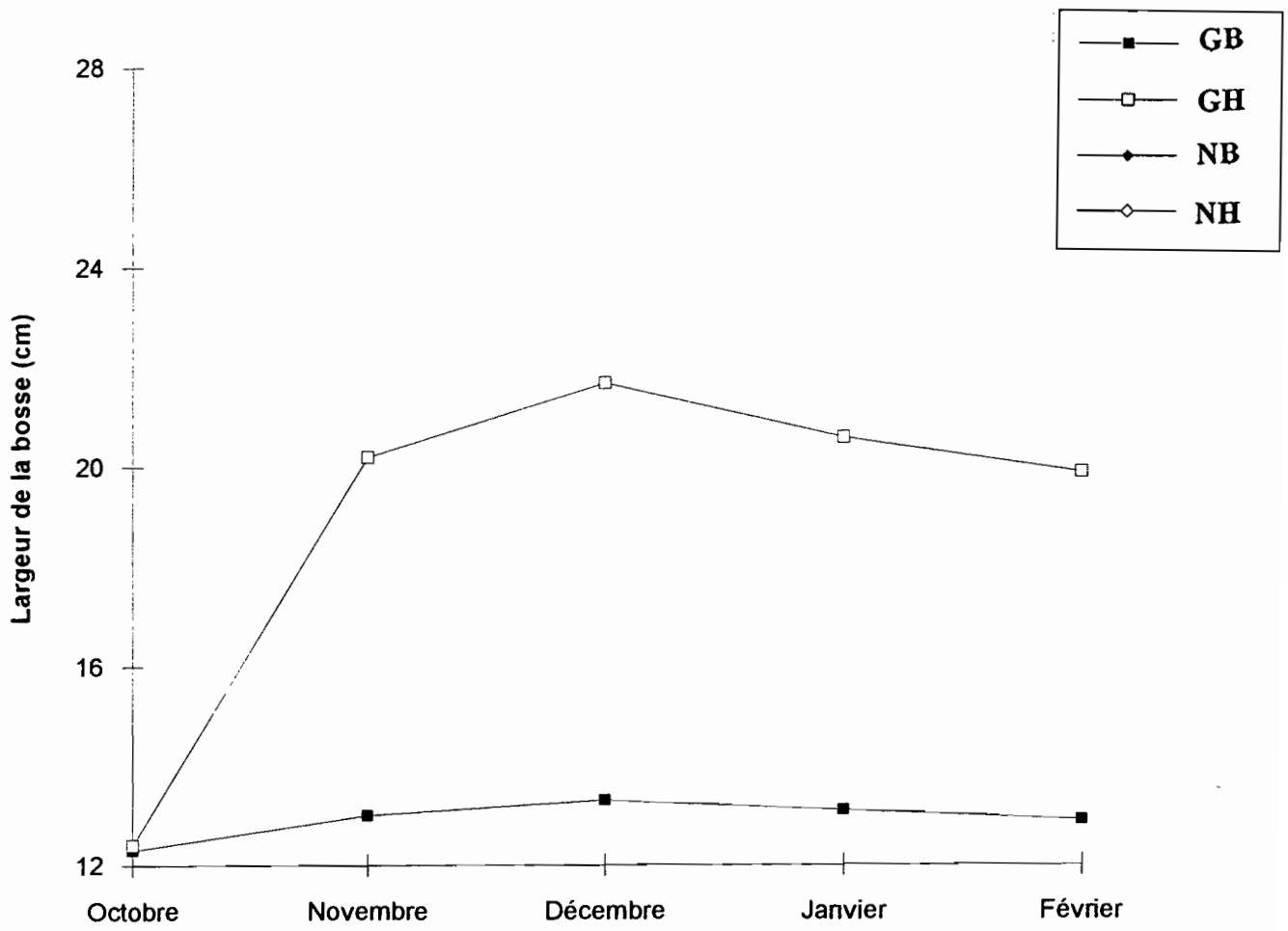


Tableau 4 : Poids des organes et des tissus.

Lot ¹	Gobra		N'Dama		Source de variation ²		
	GB	GH	NB	NH	Race	Nival	Ectr
	n=	9	7	10	9	-	
Note d'état corporel	2,81	3,54	3,40	3,56	ns	*	0,0
Poids vif, kg	285	318,3	217,9	242	**	ns	58,3
Poids vif vide, kg	248	287	187,6	211,6	**	ns	56,1
Poids vif vide, kg	247,1	287	183,8	211	**	+	55,7
Poids carcasse, kg	146	160	104,9	117,5	**	+	36,8
Sang, kg	12,69	11,57	10,61	10,70	ns	ns	3,39
Rumen vide, kg	6,48	6,77	4,62	5,13	**	ns	1,6
Intestin vide, kg	6,36	8,65	5,97	7,72	ns	*	2,7
Tube digestif vide, kg	12,21	15,32	10,05	12,26	*	*	3,31
Vessie vide, g	252,7	286,8	170,4	194,3	**	ns	54,6
Vésicule biliaire, g	415,9	382,4	144,8	224,5	**	ns	39,5
Reins + gras, g	335,6	416,7	237,2	305,7	**	*	85,3
Utérus vide, g	872,7	664,7	1996,4	779,2	ns	ns	1,39
Coeur, kg	1,38	1,39	1,03	1,13	**	ns	0,3
Foie, kg	3,82	4,79	3,11	3,70	**	**	0,8
Poumons + trachée, kg	4,51	6,0	3,72	4,41	**	*	1,22
Mamelles, kg	2,20	3,21	1,80	2,50	ns	ns	1,5
Rate, g	536,4	663,3	624,8	659,1	ns	ns	146,7
Langue, g	784,1	786,1	684,3	741,4	ns	ns	152,0
Cervelle, g	389,5	372,8	359,4	357,6	ns	ns	43,8
Cuir total, kg	20,25	20,36	13,22	14,52	**	ns	4,8
Muscles de la ½ carcasse, kg	46,1	53,3	35,5	36,6	**	+	11,6
Os de la demi-carcasse, kg	13,9	13,0	9,5	10,5	**	ns	3,0
Gras sous-cutané ½ carcasse, kg	1,72	4,38	1,35	2,57	ns	*	2,2
Gras total ½ carcasse, kg	5,1	11,8	4,5	8,6	ns	*	5,9
Déchets ½ carcasse, kg	3,33	3,17	2,35	2,37	**	ns	0,8
Gras carcasse entière, kg	10,16	23,52	8,92	17,2	ns	*	11,8
Gras 5ème quartier, kg	7,13	14,41	6,33	11,22	ns	*	6,5
Gras ruminal, kg	2,39	5,41	2,21	3,63	ns	*	2,95
Gras intestinal, kg	2,22	5,14	2,24	3,54	ns	*	2,3
Gras périrénal, g	686,9	1406,9	559,3	1404,8	ns	*	1,06
Gras mésentérique, kg	1,23	1,98	0,84	2,02	ns	*	0,9
Gras péricardique, g	165,5	181,1	102,1	140,4	*	ns	62,2
Gras 5ème quartier, kg	7,13	14,41	6,33	11,22	ns	*	6,5
Gras total masse corporelle, kg	17,3	37,93	15,25	28,41	ns	*	18,0

¹. GB= Gobra "bas niveau d'alimentation", GH= Gobra "haut niveau d'alimentation", NB= N'Dama "bas niveau d'alimentation", NH= N'Dama "haut niveau d'alimentation",

². L'effet de la race estimé par la différence "Gobra - N'Dama" 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. Ectr=écart-type résiduel.

influé sur le poids de certains organes, du tube digestif vide, du rein avec le gras, du foie, et de l'ensemble poumons-trachée.

Le poids des muscles disséqués a augmenté avec le niveau alimentaire (tableau 4). Des différences significatives liées à l'apport alimentaire ont été constatées au niveau de l'adiposité des carcasses (gras sous-cutané et gras intramusculaire). Le niveau d'alimentation *ad libitum* a significativement élevé le poids du gras viscéral (ruminal, intestinal, mésentérique et péricardial). Son effet a été positif mais non significatif sur le poids du gras péricardial disséqué. Le gras total de la masse corporelle (carcasse + 5ème quartier) a été plus important ($p < 0,05$) chez les vaches bien alimentées, quel que soit le génotype.

b. Composition chimique corporelle

La teneur en eau corporelle totale a varié de 59,9 à 61,7% du poids vif vide. Les teneurs en protéines de la carcasse, du 5ème quartier, et de la masse corporelle ont été plus élevées chez les Gobra. Elles ont varié en fonction du génotype ($p < 0,10$) mais aussi du niveau d'alimentation ($p < 0,10$) (tableau 5).

Le niveau alimentaire a eu un effet significatif sur la teneur en lipides de la carcasse, des viscères, et de la masse corporelle. Chez les Gobra, la teneur en lipides de la masse corporelle est passée de 8,5 chez les lots à alimentation restreinte à 11,2% du poids vif vide chez ceux nourris *ad libitum*. Chez les N'Dama, ces teneurs ont varié de 9,7 à 10,6% du poids vif vide dans les mêmes lots respectifs (tableau 5).

Des équations de prédiction de la composition tissulaire et chimique de carcasse à partir de celle de la 6è côte ont été établies (tableau 6). Les coefficients de régression et écart-type résiduels obtenus, témoignent d'une bonne précision de la prédiction de la teneur en graisses de la carcasse à partir de la dissection de la 6è côte.

Tableau 5: Composition chimique corporelle des vaches

Lot ¹	Gobra		N'Dama		Source de variation ²		
	GB	GH	NB	NH	Race	Nival	Ectr
	n=	9	7	10	9		
Note d'état corporel	2,81	3,54	3,40	3,56	ns	*	0,0
Poids vif, kg	285	318,3	217,9	242	**	ns	58,3
Poids vif vide, kg	248	287	187,6	211,6	**	ns	36,8
Carcasse entière							
.protéines totales, kg	21,3	23,5	14,1	17,8	**	+	5,6
.lipides totaux, kg	15,2	22,5	13,1	15,6	ns	+	9,6
Viscères							
.protéines totales, kg	3,9	5,4	3,5	4,1	+	*	1,3
.lipides totaux, kg	4,8	8,0	3,9	5,8	ns	*	3,6
Sème quartier							
.protéines totales, kg	8,0	10,1	6,9	7,6	**	*	1,0
.lipides totaux, kg	6,2	9,5	5,1	6,9	ns	*	3,9
Masse corporelle							
.protéines totales, kg	22,2	33,6	21,0	25,3	**	*	5,9
.lipides totaux, kg	21,3	32,1	18,2	22,5	ns	**	12,9

¹. GB= Gobra "bas niveau d'alimentation", GH= Gobra "haut niveau d'alimentation", NB= N'Dama "bas niveau d'alimentation", NH= N'Dama "haut niveau d'alimentation",

².L'effet de la race estimé par la différence "Gobra - N'Dama" 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. Ectr=écart-type résiduel.

Tableau 6 : Equations de régressions multiples prédictives de la composition de la carcasse entière à partir de celle de la 6ème côte (6èc) exprimée en grammes.

Variable estimée (en kg)	Equations de régression	r ²	Ectr
<u>Gobra</u> (n= 20)			
Muscle ½ carcasse	26,886 + 0,010mu6èc + 0,02gras6èc + 0,014os6èc - 0,09dec6èc	0,377	12,03
Gras ½ carcasse	-5,51 - 0,003mu6èc + 0,020gras6èc + 0,027os6èc - 0,026dec6èc	0,93	2,17
Os ½ carcasse	16,18 +0,005mu6èc+0,006gras6èc-0,024os6èc+0,007dec6èc	0,42	2,86
Lipides carcasse entière	9,6848 -0,0092cen6èc -0,0297pro6èc +0,0629lip6èc	0,86	4,83
Protéines carc. entière	29,6040 -0,00522cen6èc -0,0283pro6èc +0,0285lip6èc	0,26	4,99
Lipides masse corporelle	12,4627 +0,0020cen6èc -0,0421pro6èc +0,0866lip6èc	0,82	5,99
Protéines masse corp.	32,3267 +0,0046cen6èc -0,0237pro6èc +0,0200lip6èc	0,19	6,09
<u>N'Dama</u> (n= 23)			
Muscle ½ carcasse	17,37 +0,001mu6èc +0,024gras6èc +0,0496os6èc -0,085dec6èc	0,64	5,73
Gras ½ carcasse	-1,3402 -0,0018mu6èc +0,0012gras6èc +0,012os6èc +0,8dec6èc	0,88	2,00
Os ½ carcasse	5,1926 -0,0003mu6èc +0,0012gras6èc +0,183os6èc -0,02dec6èc	0,58	1,37
Lipides carcasse entière	6,5409 -0,0665cen6èc -0,0088pro6èc +0,0804lip6èc	0,81	4,15
Protéines carc. entière	0,2553 +0,1109cen6èc +0,0212pro6èc +0,0085lip6èc	0,52	4,21
Lipides masse corporelle	5,4170 -0,0553cen6èc -0,0012pro6èc +0,1031lip6èc	0,83	5,36
Protéines masse corp.	5,5375 +0,1202cen6èc +0,0248pro6èc +0,0104lip6èc	0,56	4,43

Ectr= écart-type résiduel, masse corporelle= carcasse entière+5ème quartier, mu=muscles, dec=déchets, cen=cendres, pro=protéines, lip=lipides, 6èc= 6ème côte.

I.3. Exactitude de la méthode des notes d'état corporel

a. Reproductibilité et répétabilité

Au cours de l'essai alimentaire, la population de notes d'état s'est située entre 1,5 et 5 chez les Gobra, et entre 2,5 et 4,5 chez les N'Dama. D'étroites corrélations ont été obtenues entre les notes attribuées par les observateurs à des périodes différentes (coefficients r variables de 0,78 à 0,97) et pendant les 2 jours de notation consécutifs différentes (coefficients r variables de 0,89 à 0,98).

b. Signification biologique

-Relation entre la note d'état et le poids vif

Les calculs de corrélation ont été effectués, pour chaque génotype, sur toutes les données poolées, sans distinction des lots. Une corrélation positive et significative a été obtenue entre la NEC, le poids vif, le poids vif vide et les gras individualisés de la carcasse et des viscères (tableau 7). 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 48,6 de poids vif ($r= 0,79$ $ectr= 37,1$) chez les Gobra, et de 47,1 kg ($r= 0,67$, $ectr= 41,3$) chez les N'Dama.

-Relation entre la note d'état et la teneur en graisses corporelles

Le calcul des équations de prédiction a montré qu'une variation d'1 point de note d'état corporel correspond à une variation dans le même sens de 19,8 kg de gras corporel total ($r= 0,86$, $ectr= 11,5$) chez les Gobra, et de 16,2 kg ($r= 0,78$, $ectr= 10,3$) chez les N'Dama. L'équivalent « lipides corporels » pour une variation d'1 point de NEC est de 13,3 kg de lipides ($r= 0,84$; $ectr= 8,2$) chez les Gobra, et 11,6 kg ($r= 0,74$; $ectr= 8,3$) chez les N'dama.

Tableau 7 : Corrélations entre la note d'état et les paramètres de mensuration et de composition corporelle

	Gobra	N'Dama
n=	20	23
Poids vif, kg	0,786**	0,672**
Poids vif vide ¹ , kg	0,837**	0,703**
Poids vif vide ² , kg	0,838**	0,682**
Périmètre thoracique, cm	0,388	0,334
Longueur scapulo-ischiale, cm	0,192	0,456*
Largeur croupe, cm	0,414	0,417
Longueur croupe, cm	0,332	0,485*
Hauteur aux sangles, cm	0,182	0,092
Hauteur au garrot, cm	0,127	0,214
Carcasse		
Gras sous-cutané, g	0,882**	0,821**
Gras carcasse, g	0,849**	0,781**
Gras 6 ^e côte, g	0,718**	0,790**
Lipides carcasse entière, g	0,811**	0,707**
Lipides 6 ^e côte, g	0,711**	0,736**
Lipides bosse, g	0,862**	-
Viscères		
Gras ruminal, g	0,775**	0,492*
Gras intestinal, g	0,830**	0,769**
Gras péiréanal, g	0,762**	0,710**
Gras péricardique	0,616**	0,429*
Gras mésentérique, g	0,822**	0,777**
Lipides viscères, g	0,853**	0,726**
Masse corporelle		
Protéines, kg	0,178	0,445*
Lipides, kg	0,843**	0,871**

Les coefficients de corrélation sont significatifs à 1 p.100:** , ou à 5 p.100.* .

¹Poids vif vide du contenu digestif

²Poids vif vide des contenus digestifs et utérins

II. DISCUSSION

La discussion sera axée sur les facteurs de variation des réserves corporelles et sur les relations entre les différents estimateurs de ces réserves. Les données bibliographiques concernant les races étudiées et se rapportant au thème étudié sont pratiquement inexistantes.

II.1. Facteurs de variation des réserves corporelles

A l'abattage, 5 vaches étaient gravides, dont 4 chez les N'Dama. L'anabolisme gravidique a donc certainement interagi avec le niveau alimentaire sur les paramètres étudiés.

Les paramètres de mensuration corporelle ont souvent varié en fonction du génotype mais dans une certaine mesure avec le niveau alimentaire. L'influence de ce dernier facteur a été particulièrement remarquable sur le développement de la bosse.

Le génotype a eu un effet significatif sur la teneur en protéines de la carcasse, du 5ème quartier et de la masse corporelle totale. Il n'a par contre eu aucune influence sur la teneur en lipides corporels (tableau 5).

Le niveau d'ingestion des vaches Gobra été supérieur à celui des N'Dama, sur des lots comparables. L'alimentation, comme l'ont déjà observé de nombreux auteurs (JOHN et al., 1985, CISSE et al., 1995) a eu une influence sur le poids vif vide, sur le poids des organes et sur la composition du gain: proportion de dépôts adipeux, de lipides, mais aussi de muscles et de protéines.

Les dépôts adipeux de la carcasse ont été plus abondants, comparés à ceux du 5ème quartier, et l'accroissement du gras de la carcasse exprimé en % du PVV a été de 105% chez les Gobra, avec l'alimentation à volonté contre seulement 68,8% chez les N'dama. Les différences observées pourraient être attribuées à la race et/ou à l'état physiologique d'un nombre

important de vaches N'Dama qui étaient gravides. Le dépôt protéique exprimé en % du PVV a été relativement constant: 11,4, 12,0, 11,7 et 12,3 pour les lots GB, GH, NB, et NH, respectivement.

De même, les moindres gains de note d'état corporel des vaches N'Dama du lot bien alimenté (NH) comparées à celles du lot de Gobra correspondant (GH) seraient probablement liés à l'état de gestation avancé de certaines vaches N'Dama, et pourraient traduire une mobilisation plus au moins intense des réserves corporelles (CHILLIARD, 1987; MORAND-FEHR et al., 1987).

D'étroites corrélations ont été obtenues entre la composition de la carcasse et celle de la 6^e côte. Ce résultat confirme l'intérêt d'utiliser la 6^e côte (ROBELIN et al., 1974) comme morceau représentatif de la carcasse, et susceptible d'être utilisé pour l'estimation de la composition tissulaire, en particulier adipeuse corporelle.

II.2. Relations entre les estimateurs des réserves corporelles

Chez les Gobra, la NEC a été étroitement corrélée au poids vif ($r=0,78$) et à la teneur en lipides corporels ($r=0,84$). Chez les N'Dama, les coefficients de corrélation entre la NEC et le PV et la teneur en lipides ont été de 0,67; et 0,77, respectivement. D'après certains auteurs (NICHOLSON et SAYERS, 1987), les corrélations entre la NEC et le poids vif dépendent fortement de l'étendue des états corporels. A l'inverse des Gobra, l'échelle de notation a été utilisée sur une moindre étendue chez les N'Dama. Cela pourrait expliquer les plus faibles coefficients de corrélation entre le poids vif et la NEC enregistrés chez cette race. NICHOLSON et SAYERS (1987b) ont noté chez le zébu que les meilleurs coefficients de corrélation entre le poids vif et la NEC étaient obtenus avec les variations les plus importantes de la NEC. Par ailleurs, REMOND et al. (1988) obtiennent, en utilisant une grille de notation de 6 points chez 49 vaches adultes pie-noires Holstein, un coefficient de corrélation $r=0,69$ entre la NEC et le PV, et $r=0,84$ entre la NEC et les lipides corporels. Ils enregistrent également un « équivalent lipides » de 27,5 kg pour une variation d'1 point de NEC. Cette valeur est supérieure aux résultats que nous avons obtenus sur les 2 races. La différence est à lier à la race mais également au fait que les lipides n'ont pas été dosés mais estimés, et la teneur en lipides des déchets n'a pas été prise en compte.

Certains paramètres de mensuration corporelle, comme le périmètre thoracique, ont été corrélés significativement avec la note d'état. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par certains auteurs sur les bovins zébus (NICHOLSON et SAYERS, 1987a; CISSE et al., 1993).

CONCLUSION GENERALE

Dans les régions tropicales et subtropicales sujettes à d'importantes fluctuations du disponible fourrager, l'évaluation de l'impact de la nutrition et des facteurs environnementaux sur l'état des ruminants peut s'avérer particulièrement utile. Chez les bovins, en particulier, les phénomènes de mobilisation-reconstitution des réserves corporelles sont déterminées par la qualité et quantité d'aliments ingérées pendant une période suffisamment longue. La modification de leur état corporel en vue de s'adapter aux variations des apports alimentaires et des besoins nutritionnels devient alors une nécessité. Cet état corporel peut être visuellement évalué et exprimé par le biais d'une note.

Un certain nombre d'auteurs ont travaillé sur la définition de grilles de notation de l'état corporel des bovins tropicaux et précisé l'intérêt de son utilisation dans les conditions variées de l'élevage, mais à notre connaissance aucune validation sur le plan de sa signification biologique n'a été faite sur les races locales en raison, notamment, de la lourdeur de l'approche méthodologique qu'impose leur obtention. Des travaux en cours à l'ISRA vont permettre de combler cette lacune sur les ruminants femelles, et l'étude que nous avons réalisée s'inscrit dans ce cadre.

Cinquante deux vaches adultes réformées de génotype différent (24 zébus Gobra et 28 taurins N'Dama) ont été réparties, au sein de chaque race, en 2 lots équilibrés sur la base du poids vif, et de la note d'état corporel. Un lot a été alimenté *ad libitum*, et l'autre limité à un taux de rationnement égal à 75% du niveau de consommation *ad libitum*. Un aliment concentré titrant 0,80 UF et 90 g MAD/kg de MS leur a été distribué. Toutes les mesures ont été individuelles. Les quantités ingérées ont été contrôlées tous les jours au cours de l'essai alimentaire qui a duré 4 mois. Une triple pesée de démarrage et une double pesée mensuelle ont été effectuées. Les mensurations suivantes ont été faites sur chaque vache, au lendemain de la pesée: hauteur au garrot, hauteur aux sangles, périmètre thoracique, longueur scapulo-ischiale, longueur et largeur de la croupe, de la bosse et de la tête. L'état corporel a été noté tous les mois, et le jour de l'abattage, par 4 observateurs selon une grille de 6 points (0-5) développée par CISSE et al. (1995). Huit vaches (4 zébus et 4 taurins) ont été abattues en début d'essai, puis tous les

mois, après injection de l'eau lourde, pour la mesure de composition corporelle après dissection.

La note d'état corporel (NEC) a significativement varié avec le niveau alimentaire. Une influence de l'état gravidique sur ce paramètre n'a pas été écartée chez les vaches N'Dama. Au total, ce travail a permis d'établir des équations de prédiction de la composition tissulaire et chimique de la carcasse à partir de celle de la 6ème côte (6èc), et d'estimer le tissu adipeux total et la teneur en lipides à partir de la note d'état.

Chez la vache Gobra

$$\text{Gras } \frac{1}{2} \text{ carcasse (kg)} = -5,51 - 0,0029 \text{ muscles}_{6èc} + 0,1199 \text{ gras}_{6èc} + 0,0271 \text{ os}_{6èc} - 0,0263 \text{ déchets}_{6èc}$$

$$r_m = 0,96, \text{ ectr} = 2,17$$

$$\text{Poids vif (kg)} = 48,6 \text{ NEC} + 148,99, \quad r = 0,79, \quad \text{ectr} = 37,1$$

$$\text{Gras corporel total (kg)} = 19,8 \text{ kg NEC} - 34,57, \quad r = 0,86, \quad \text{ectr} = 11,5$$

$$\text{Lipides corporels (kg)} = 13,3 \text{ NEC} - 16,2, \quad r = 0,84, \quad \text{ectr} = 8,2$$

Chez la vache N'Dama

$$\text{Gras } \frac{1}{2} \text{ carcasse (kg)} = -1,34 - 0,0018 \text{ muscles}_{6èc} + 0,033 \text{ gras}_{6èc} + 0,006 \text{ os}_{6èc} + 0,0123 \text{ déchets}_{6èc}$$

$$r_m = 0,94, \text{ ectr} = 2,0$$

$$\text{Poids vif (kg)} = 47,1 \text{ NEC} + 66,785, \quad r = 0,67, \quad \text{ectr} = 41,3$$

$$\text{Gras corporel total (kg)} = 16,2 \text{ NEC} - 34,4, \quad r = 0,78, \quad \text{ectr} = 10,3$$

$$\text{Lipides corporels (kg)} = 11,6 \text{ NEC} - 19,97, \quad r = 0,74, \quad \text{ectr} = 8,3$$

D'étroites corrélations entre la NEC et les autres estimateurs de la composition corporelle: le poids vif, le poids vif vide, et les paramètres de mensuration *in vivo* ont été obtenues.

Cette étude permettra également de mettre au point des équations de prédiction de la composition corporelle à partir de l'espace de diffusion de l'eau lourde. Par ailleurs, l'étude de l'amplitude des variations saisonnières de l'état corporel des vaches dans les systèmes d'élevage devrait être envisagée afin d'approcher leurs besoins nutritionnels et de proposer des recommandations alimentaires en vue d'optimiser les performances zootechniques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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.

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.

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.

BATH D.L., RONNING M., MEYER J.H., LOFGREEN G.P., 1965. Caloric equivalent of liveweight loss of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 48, 374-380.

BAUMAN D.E., CIRRIE W.B., 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis. *J. of dairy - Sci.*, 63, 1514-1529.

BELYEA R.L., FROST G.R., MARTZ F.A., CLARK J.L., FORKNER L.G., 1978. Body composition of dairy cattle potassium 40 liquide scintillation detection. *J. Dairy Sci.*, 61, 206-211.

BERANGER C. ROBELIN J., 1978. Estimation du poids des contenus digestifs des bovins à partir du poids du contenu de rumen. *Ann. Zootech.*, 27, 639-645.

BENETT G.L., SWIGER L.A., PRESTON R.L., CAHIL V.R., 1982. Evaluation of urea space and ultrasonic measurement as selection criteria for beef animal composition. *J. Anim. Sci.*, Vol. 54, N° 3.

BIRD P.R., FLINN P.C., CALEY J.W.D., WATSON M.J., 1982. Body composition of live cattle and its prediction from fasted liveweight, tritiated water space and age. *Aust. J. Agric. Res.*, 33, 375-387.

BOTTS R.L., HEMEN R.W., BULL L.S., 1979. Protein reserves in the lactating dairy cow. *J. of Dairy Sci.*, 62, 443-440.

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.

- 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.
- BAS P., MORAND-FEHR P, SAUVANT D.et HERVIEU J., 1988.** Préviation de l'eau corporelle de la chèvre laitière par injection de l'urée. *Reprod.Nutr.Develop.*, 1988, 28 suppl., (1): 185-186.
- 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.
- 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.
- BENAZZOUS, 1985.** Effets de la quantité des matières azotées du regime sur la production laitière et la mobilisation des réserves corporelles par la brébis allaitante en déficit énergétique. *Th. 3° cycle, 1985, INRA Theix.*
- 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.
- BERANGER C. et ROBELIN J, 1977.** Influence du mode d'élevage, de la selection et de l'alimentation sur l'état d'engraissement des bovins. *Ann.Biol anim.Bioch Biophys.*, 1977, 17 (5B), 905-921.
- BJORNTORP P., KARLSSON M., PETTERSON P. and SYPNIEWSKA G., 1980.** Differentiation and function of rat adipose precursor cells in primary culture. *J.Lip.Res.*, 1980, 1: 714-723.
- 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'agneeau en fonction de la vitesse de croissance. *Ann.Zootech.*, 1973, 22, 423-431.
- 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.

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.*

BOCCARD R., 1989. Comment satisfaire les exigences des consommateurs. *Congrès mondial du charolais, Septembre 1989.*

CHIGARU P.R.N., TOPPS J.H., 1981. The composition of body-weight changes in underfed lactating beef cow. *Anim. Prod.* , 32, 95-103.

CLARK J.L., HEDRICK H.B., THOMSON J. M , 1976. Determination of body composition of steers by ^{40}K . *J. Anim. Sc.* , 42 , 352-356 .

CLEMENTS B.N., THOMSON J.M , HARRIS D.C. et LANE J. G., 1981. Prediction of carcass fat depth in live lambs : a comparison of techniques . *Aust. J. Exp. Anim. husb.*, 21, 566-569.

COLLEAU J.J., 1978. Comparaison de types génétiques bovins laitiers mixtes ou spécialisés . *In La vache laitière*, p. 17-30, Ed . INRA, publications 78000 . .
VERSAILLES .

COWAN R.T., ROBINSON J.J., GREENHALGH J.F .D., Mc HATTLE I ., 1979. Body composition changes in lactating ewes estimated by serial slaughter and deuterium dilution . *Anim. Prod.*, 29, 81-90.

COWAN R.T., ROBINSON J.J., Mc HATTIE I, FRASER C., 1980. The prediction of body composition in live ewes in early lactation from liveweight and estimates of gut contents and total body water. *J. Agric. Sci., Camb.*, 95, 515-522.

CRABTREE R. M., HOUSEMAN R.A., KAY M., 1974. The estimation of body composition in beef cattle by deuterium oxide dilution . *Proc. Nutr. Soc.* , 33 , 74 A-75A (Abstr).

CISSE M, 1983. Contribution à l'étude des secteurs liquidiens du mouton. Dosage de la volémie au radiochrome. Thèse de Doctorat vétérinaire, n°12, EISMV. Dakar.

CISSE M., CHILLIARD Y., P. BOCQUIER,, 1997. Maîtrise et vulgarisation d'un outil de développement: les notes d'état corporel. Rapport ISRA-LNERV/CRDI.

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.

CHEVREMONT M., 1948. Etude morphologique du tissu adipeux. *Histologie*, 1948: 79-82.

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.

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.

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.

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.

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.

CHILLIARD 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.

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.

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°75, Al.- Nutr., LNERV, DAKAR.

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.

CISSE M., MBAYE M., SANE I., KORREA A. and NDIAYE I., 1992a. Seasonal changes in body condition of senegalense sahel goat. Relationship with reproduction performances. *In: Prod. 2^o biennial conference of the small ruminant African Reseach Network, December 7-11, 1992, Arusha, Tanzania.*

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.*

CISSE M., FALL S. T. et DITAROH D., 1994a. Liaison entre la note d'état corporel et les paramètres dela composition corporelle du Zébu. *Communication à l'atelier biennal du reseau de recherches sur les bovins, 17 au 21 Mai 1994, Addis Abeba, ETHIOPIE.*

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.*

CISSE M., 1995. Une grille de notation de l'état corporel des chèvres sahéliennes et djallonké. *Fiche technique ISRA, à paraître.*

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.*

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.*

CRYER A., 1981. Tissue lipoproteine lipase activity and its action in lipoprotein metabolism. *Int. J. Biochem., 1981, 13: 525-541.*

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.*

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.*

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.

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.

DURAND M., 1981. Métabolisme minéral. *Bull.Tech.CRZV Theix, INRA, 1981, (46): 67-72.*

DEGEN A.A., 1977. Fat-tailed Awassi and German Mutton Merino sheep semi-arid condition.. 2 .Total body water and water turnover during pregnancy and lactation. *J . agric . Sci .* ,88 ,699-704 .

EDELMAN I.S. ,1952 . Exchange of between blood and tissues . Characteristics of Deuterium oxyde equilibration in body water . *An. J . Physiol .* , 171,276-296.

ENJARBERT F., 1994. Biosynthèse des constituants du lait chez la vache. *Rev.Méd.Vét.*, 1994, 170, (1,6/7): 353-358.

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.

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.*

FRANTZ N., 1988b. Méthodes d'évaluation de l'état d'engraissement des vaches reproductrices. Utilisation de ces méthodes par la recherche et développement comme outils d'analyse de l'alimentation. *Bibliographie. ENITA Clermont Ferrand, Option productions animales, 1988, 48p.*

FLATT W. P. ,MOORE L.A. , HOOVEN N.W. ,et PLOWMAN R.D. ,1965 . Energy metabolism studies with a high producing lactating dairy cow . *Dairy Sci.* 48 797-798 .

FOOT J. Z. , GREENHALGH J. F D. , 1970 . The use of Deuterium oxyde space to determine the amount of body fat in the pregnant Blackface ewes . *Br. J. Nutr.* 24; 815-825.

FOOT J. Z., SKEDD E., Mc FARLANE D. N., 1979. Body composition in lactating sheep and its indirect measurement in the live animal using tritiated water. *J. agric Sci.*, 92, 69-81.

FROOD M. J., COXTON D., 1978. The use of condition scoring in dairy cows its relationship with milk yield and live weight. *Anim. Prod.*, 27, 285-291.

GRICHTING G., BALDWIN R. L. et SMITH N. E., 1977. Effet of stage of lactation and fasting on cellularity and lipogenesis in cow adipose tissue. *J. Dairy Sci.*, 60, Suppl. 12.

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.*

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^e journées rech. ovine et caprine, 1985, Paris, INRA-ITOVIC: 178-212.*

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.*

GUESNET Ph. et DEMARNÉ 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.*

GUEYE A., MBENGUE M., DIOUF A. et VASSIALIDES G., 1989. Prophylaxie de la cowdriose et observations sur la pathologie ovine dans la région des Niayes au Sénégal. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1989, 42(4): 497-503.

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.

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.

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.*

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.*

JARRIGE R., 1972. Influence de l'alimentation sur les caractéristiques et la qualité de la carcasse et de la viande de bovins. *2°Congr.Mond.Alim.Anim., MADRID, 1972: 855-881.*

JOHNSON E.R. and DAVIS C.B., 1983. A caliper for determining carcass composition in live cattle and skin-on carcass. *Austr.J.Agric.Res.,1983, 34: 825-832 .*

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.*

KANTO U . et CLAWSON A. J . , 1980 . Use of deuterium oxide for the in vivo prediction of body composition in female rats in various physiological states . *J . Nutr . , 110 , 1840-1848 .*

KEMSTER A. J . , CUTHBERSON A . , JONES D. W . et OWEN M.G . , 1981 Prediction of body composition of live cattle using two ultrasonic machine of differing complexity : areport of four separate trials. *J .Agric . Sci . , Camb . , 69 , 301 307 .*

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*

LEASTRADE A . , 1982 . Variation de la composition corporelle des vaches adultes . Mesure directe et estimation à partir de l'espace de diffusion de l' eau lourde . Mémoire de fin d'etudes . INA-P . G .

LITTLE D . A . , Mc LEAN R. W. ,1981 . Estimation of body chemical composition of live cattle varying widely in fat content . *J .agric. Sci 96, 213-220 .*

LODGE G . A . , HEANEY D . P . , 1973 . Composition of the weight change in the pregnant ewe . *Can . J . anim . Sci . ,53 ,95-105 .*

LOHMAN B.G., SCOTT N.A., SOMERVILLE S.H., 1976. East of Scotland college of Agriculture . Bulletin n° 6 .

LARSEN T., 1985. Regulatory aspects of adipose tissue, metabolism in reindeer seasonal interactions. *Th. Doct. Université de Tromsø (Norvège)*.

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*

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*.

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.*

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.*

MORAND-FEHR P., 1992. L'intérêt d'évaluer l'état corporel des chèvres dans les milieux peu maîtrisés. *Capricorne, 1992, 5, (2): 9-14.*

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.*

MROSOVSKY N., 1976. Lipid programmes and life strategies in hibernators. *Am. Zool., 1976, 16: 685-697.*

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.*

MAC MILLAN K. L., BRYANT A. M., 1980. Cow condition and relation with production and reproduction . R.F. C . Proceeding, 165-171 .

MOE P.W., 1981. Energy metabolism of dairy cattle . J. Dairy SCI., 64, 1120-1139 .

MULVANY P.M., 1978. Emploi du classement de la condition corporelle dans l'exploitation des vaches laitières . 20ème congrès Int . Laiterie , 1117-1118.

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.

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.

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.

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.

PENNY I.F. et DRANSFIELD E., 1979. Relationships between toughness and troponin T in conditioned beef. *Meat Sci.*, 1979, 3:135-139.

PENNY I.F., 1980. The enzymology of conditioning. In: *Development in meat Science*, R.Lawrie éd., Applied Science Publishers, London, 1980, 1, 115p.

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.

POISOT F., 1988b. Méthodes d'appréciation des réserves corporelles des caprins créoles de Guadeloupe. *Mémoire de fin d'études*, ENITA Clermont-Ferrand, 1988, 77p.

PRESTON R.L. and KOCK S.W., 1973. In vivo prediction measurements. *Proc.Soc.Exp.Biol.Med.*, 1973, 143: 1057.

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.

PANARETTO B. A., 1968. Body composition in vivo IX. The relation of body composition to the tritiated water spaces of ewes and wethers fasted for short periods. *Aust. J. Agric. Res.*, 19, 267-272.

- PAQUAY R., DE BAERE R. et LOUSSE A., 1972.** The capacity of the mature cow to lose and recover nitrogen and the significance of protein reserves Br. J. Nutr. 27, 27-37.
- PICKE B. V., ROBERTS C. J., 1980.** The metabolic activity of bovine adipocytes before and after parturition. Res. Vet. Sci., 29, 108-110.
- PITON J., 1975.** Intérêt et importance de la mobilisation des réserves corporelles de la vache laitière en début de lactation. Thèse, univ. Montpellier.
- PURROY UNANUA A., 1978.** Mesure de la composition corporelle des brebis à différent stades du cycle de reproduction par la méthode des espaces de diffusion. Thèse Univ. Clermont. II.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

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.

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

ROBELIN J., 1985. Cellularité des différents dépôts adipeux des bovins en croissance. *Reprod.Nutr.Develop.*, 1985, 25: 211-214.

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.

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.

ROTHBLATT G.H. and De MARTINIS F.D., 1977. Release of LPL from rat adipose tissue cells growth in culture. *Bioch.Biophys.Res.Commun.*, 1977, 78: 45-50.

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.

RUSSEL A.F.J., 1984. Body condition scoring of sheep. *In:Pratice*, 1984, 91-93.

REID J. T . et ROBB J . , 1971. Relationship of body composition to energy intake and energetic efficiency . *J . Dairy Sci .* , 51 , 553-564 .

ROBELIN J . , 1973 . Estimation de la composition corporelle des animaux à partir de l'espace de diffusion de l'eau marquée . *Ann . Biol . anim . Bioch . Biophys .* , 13,285-305 .

ROBELIN J . , 1977 . Estimation de la composition corporelle des lagneaux à partir de la diffusion de l'eau lourde . *Ann Bio . ann . Bioch . Biophys .* , 17 , 95-105 .

ROBELIN J . , 1981 . Cellularity of bovin adipose tissues :developmental changes from 15 to 65 percent mature weight . *J . Res .* , 22,452-457 .

ROBELIN J., 1982. A note on the estimation in vivo of body fat in cows using Deuterium oxide or adipose cell size. *Anim. Prod.* 34, 347-381.

ROBELIN J., 1982. Estimation of body composition by dilution technics in nutrition experiments, *Berlin. stat. Husd. forsog*, 524, 107-117.

ROBELIN J., 1982. Relation entre l'espace de diffusion de l'eau lourde mesurée in vivo et volume hydrique corporel des bovins en croissance. *Repro. Nutr. Develop.* 22, 65-73.

ROBINSON J.J., McDONALD I., PENNIE K., 1978. Studies on reproduction in prolific ewes. 4. Sequential changes in the maternal body during pregnancy. *J. Agric. Sci.*, 91, 291-304.

RUSSEL A. J.F., DONEY J. M., GUNN R. G., 1971. The distribution of chemical fat in the bodies of Scottish Blackface ewes. *Anim. prod.* 13, 503-509.

RUSSEL A. J.F., GUNN R.G., DONEY J. M., 1968. Components of weight loss in pregnant hill ewes during winter. *Anim. Prod.*, 10, 43-51.

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.*

SANTUCCI 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 animal production Publications, 1991, 46.*

SAUVANT D., CHILLIARD Y. et MORAND-FEHR P., 1979. Goat adipose tissue mobilisation and milk production level. *Ann. Rech. Vét.*, 1979, 10: 404-407.

SEYDI M. et SAVIC I., 1974. Classement des carcasses bovines au Sénégal. *Rapport interne ITA, Dakar, Sénégal, 1974, 50p.*

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.*

SAUVANT D., CHILLIARD Y., BAS P., MORANT-FEHR P., 1979. Goat adipose tissue mobilisation and milk production level. *Ann. Rech. Vét.*, 10, 404-407.

SMITH N. E. , BALDWIN R. L. , 1974 . Effects of breed , pregnancy and lactation on weight of organs and tissues in dairy cattle . *J. Dairy Sci. , 57*, 1055 - 1060.

SWATLAND H.J., 1991. Evaluation of probe design to measure connective tissue fluorescence in carcasses. *J. Anim. Sci., 1991, 69: 1983-1988.*

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.*

TRAN ,1986. Méthodes d'appréciation du gras in vivo chez les ovins. *Mémoire de fin d'études, INAPG, INRA Theix, 1986, 69p.*

TRIGG T. E. , MILLER T. B , TOPPS J. H. , 1974 . Chemical composition of body weight changes in lactation beef cows . *Proc . Nutr . Sci . , 33*, 73 A - 76 A (Abstr.).

TRIGG T. E. , DOMINGO E. A. , TOPPS J. H. , 1978 . A Comparison of three different isotopic methods for measuring body components of sheep . *J. Sci. Fd. Agric . , 29*, 1007-1016 .

TRIGG T. E. , JURY K E. , BRYANT A. M , PARR C. R. , 1980 . The energy metabolism of dairy cows underfed in early lactation . *Proceedings of EAAP 8th Symposium on Energy Metabolism , 345-349 .*

TRIGG T. E. , TOPPS J. H. , 1981. Composition of body weight changes during lactation in hereford in x British Frisian cow . *J. Agric . Sci. , Camb . , 97*, 147-157 .

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.*

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.*

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.*

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.*

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.*

VERITE R., JOURNET M., 1975. Alimentation des vaches laitières avec de l'ensilage de maïs. Influence de la nature de l'ensilage, de la suralimentation énergétique et de la nature de la complémentation azotée. *Ann. Zootech., 24, 95-107.*

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.*

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.*

WISE L.S. and GREEN H., 1978. Studies of lipoprotein lipase during the adipose conversion of 3T3 cells. *Cells, 1978, 13: 233-242.*

WILDMAN E. E., JONES G. M., WAGNER P. E., BAUMAN R. L., 1982. A dairy cow body condition system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci., 65, 495-501.*

TITRE: METHODES D'ESTIMATION ET VARIATIONS DE LA COMPOSITION CORPORELLE DES VACHES ZEBU GOBRA ET TAURIN N'DAMA EN FONCTION DU NIVEAU D'ALIMENTATION.

RESUME

Cinquante deux vaches adultes réformées de génotype différent (24 zébus Gobra et 28 taurins N'Dama) ont été réparties, au sein de chaque race, en 2 lots équilibrés. Un lot a été alimenté *ad libitum* avec un aliment concentré titrant 0,80 UF et 90 g MAD/kg de MS, et l'autre limité à un taux de rationnement égal à 75% du niveau de consommation *ad libitum*. Les quantités ingérées ont été contrôlées tous les jours au cours de l'essai alimentaire qui a duré 4 mois. Une triple pesée de démarrage et une double pesée mensuelle ont été effectuées. Les mensurations suivantes ont été faites tous les mois: hauteur au garrot et aux sangles, périmètre thoracique, longueur scapulo-ischiale, longueur et largeur de la croupe, de la bosse et de la tête. L'état corporel a été noté tous les mois, par 4 observateurs selon une grille de 6 points (0-5) développée par CISSE et al. (1995). Huit vaches (4 zébus et 4 taurins) ont été abattues tous les mois pour la mesure de composition corporelle après dissection.

La note d'état corporel (NEC) a significativement varié avec le niveau alimentaire. Une influence de l'état gravidique sur ce paramètre n'a pas été écartée chez les vaches N'Dama. Au total, ce travail a permis d'établir des équations de prédiction de la composition tissulaire et chimique de la carcasse à partir de celle de la 6ème côte, et d'estimer le poids vif, le tissu adipeux total et la teneur en lipides à partir de la note d'état.

Chez la vache Gobra

Poids vif (kg)= 48,6 NEC + 148,99,	r= 0,79,	ectr= 37,1
Gras corporel total (kg)= 19,8 kg NEC - 34,57,	r= 0,86,	ectr= 11,5
Lipides corporels (kg)= 13,3 NEC - 16,2,	r= 0,84,	ectr= 8,2

Chez la vache N'Dama

Poids vif (kg)= 47,1 NEC + 66,785,	r= 0,67,	ectr= 41,3
Gras corporel total (kg)= 16,2 NEC - 34,4,	r= 0,78,	ectr= 10,3
Lipides corporels (kg)= 11,6 NEC - 19,97,	r= 0,74,	ectr= 8,3

Mots-clés: Note d'état corporel, zébu Gobra, taurin N'Dama, composition corporelle

Auteur: Amougou Messi Grégoire

Adresse: *Sc Mr MESSI Bekono Hermann - Ministère des Relations Extérieures - Yaoundé*

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)