

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

ANNEE 1996



N° 2

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'INFLUENCE
DU TRAITEMENT A L'UREE ET DE LA COMPLEMENTATION
DE LA PAILLE DE BROUSSE SUR LES PERFORMANCES
ZOOTECNIQUES DES BELIERS PEUL-PEUL SAHELIENS
EN SAISON SECHE**

THESE

présentée et soutenue publiquement le 17 avril 1996
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
pour obtenir le Grade de Docteur Vétérinaire
(DIPLOME D'ETAT)

par

Monsieur Abdoulaye FALL

né le 1^{er} décembre 1966 à Pikine (Sénégal)

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

- Président du Jury : Monsieur Ibrahima WONE
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- Rapporteur de Thèse : Monsieur Germain Jérôme SAWADOGO
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Membres : Monsieur Papa El Hassane DIOP
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar
Madame Sylvie GASSAMA
Maître de Conférences Agrégé à la Faculté de Médecine et Pharmacie de Dakar
- Directeurs de Thèse : Madame Maïmouna CISSE
*Docteur Vétérinaire, Docteur ès Physiologie Animale
Chercheur à l'ISRA*
Monsieur Gbeukoh Pafou GONGNET
*Docteur ès Sciences Agronomiques
Maître-Assistant à l'E.I.S.M.V. de Dakar*

ÉCOLE INTER-ÉTATS DES SCIENCES
ET MÉDECINE VÉTÉRINAIRES



ANNEE UNIVERSITAIRE 1995-1996

COMITE DE DIRECTION

1. LE DIRECTEUR

- Professeur François Adéhayo ABIOLA

**2. LE DIRECTEUR ADMINISTRATIF
ET FINANCIER**

- Monsieur Jean Paul LAPORTE

3. LES COORDONNATEURS

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

I. PERSONNEL ENSEIGNANT EISMY

A. DEPARTEMENT SCIENCES BIOLOGIQUES ET PRODUCTIONS ANIMALES

CHIEF DU DEPARTEMENT

Professeur ASSANE MOUSSA

S E R V I C E S

1. - ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Kondi Charles AGBA
Mamadou CISSE

Maître de Conférences Agrégé
Moniteur

2. - CHIRURGIE - REPRODUCTION

Papa El Hassane DIOP
Mame Balla SOW
Ali KADANGA

Professeur
Moniteur
Moniteur

3. - ECONOMIE RURALE ET GESTION

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

Maître-Assistant
Assistante
Monitrice

4. - PHYSIOLOGIE-THERAPEUTIQUE-PHARMACODYNAMIE

ASSANE MOUSSA
Christain NGWE ASSOUMOU
Mouhamadou CHAIBOU

Professeur
Moniteur
Moniteur

5. - PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO
Jean Népomuscène MANIRARORA
Soulèye Issa NDIAYE

Professeur
Docteur Vétérinaire Vacataire
Moniteur

6. - ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Gbeukoh Pafou GONGNET
Ayao MISSOHOU
Roland ZIEBE

Maître-Assistant
Maître-Assistant
Moniteur

B. DEPARTEMENT SANTE PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENT

CHEF DE DEPARTEMENT

Professeur Louis Joseph PANGUI

S E R V I C E S

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

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

2. - MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE INFECTIEUSE

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

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

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

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

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

5. - PHARMACIE - TOXICOLOGIE

François Adébayo ABIOLA	Professeur
Papa SECK	Moniteur

II. - PERSONNEL VACATAIRE (Prévu)

. Biophysique

Sylvie GASSAMA (Mme)

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

. Botanique

Antoine NONGONIERMA

**Professeur
IFAN
UCAD**

. Agro-Pédologie

Alioune DIAGNE

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

**. Physique et Chimie
Biologiques et Médicales**

- P. BENARD

**Professeur
ENV - TOULOUSE**

. Pathologie Infectieuse

- J. CHANTAL

**Professeur
ENV - TOULOUSE**

. Pharmacie-Toxicologie

- L. EL BAHRI

**Professeur
ENMV - SIDI THABET**

- G. KECK

**Professeur
ENV LYON**

. Chirurgie

- A. CAZIEUX

**Professeur
ENV - TOULOUSE**

. Obstétrique

- MAZOUZ

**Maître de Conférences
IAV Hassan II - RABAT**

IV - PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV

1 - MATHÉMATIQUES

Sada Sory THIAM

Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

. Statistiques

Ayao MISSOHO

Maître-Assistant
EISMV - DAKAR

2 - PHYSIQUE

Issakha YOUM

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

. Chimie Organique

Abdoulaye SAMB

Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

. Chimie Physique

Serigne Amadou NDIAYE

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

Alphonse TINE

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

. Chimie

Abdoulaye DIOP

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

3- BIOLOGIE

. Physiologie Végétale

Papa Ibra SAMB

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

Kandioura NOBA

Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

4 - BIOLOGIE CELLULAIRE

. Reproduction et Génétique

Omar THIAW

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

5- EMBRYOLOGIE et ZOOLOGIE

Bhen Sikina TOGUEBAYE

Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

6 - PHYSIOLOGIE ET ANATOMIE COMPAREES DES VERTEBRES

Cheikh Tidiane BA

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

7 - BIOLOGIE ANIMALE

D. PANDARE

Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

Absa Ndiaye GUEYE (Mme)

Maître-Assistante
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

8 - ANATOMIE ET EXTERIEUR
DES ANIMAUX DOMESTIQUES

Charles Kondi AGBA

Maître de Conférences Agrégé
EISMV - DAKAR

9 - GEOLOGIE

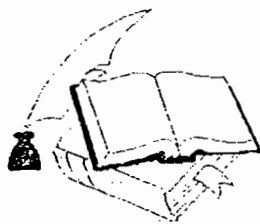
A. FAYE
R. SARR

Facultés des Sciences et Techniques
UCAD - DAKAR

10 - TP

Maguette MBOW (Mlle)

Monitrice



**JE RENDS GRACE A ALLAH LE
TOUT PUISSANT, PRIE SUR
SON PROPHETE MOHAMED
(PSL) et dédie ce modeste
travail à ...**

A LA MEMOIRE DE MON PERE

Bien que tu nous aies quitté très tôt, tu es toujours présent dans nos coeurs et dans nos esprits. Nous ne te connaissons pas beaucoup mais ta foi et ton amour pour la famille nous sont contés chaque jour. Nous prions pour que Le TOUT PUISSANT T'accueille dans Son paradis.

A MA MERE PENDA DIALLO

Ce travail est le résultat des sacrifices consentis à mon égard. Je prie pour que LE TOUT PUISSANT t'accorde une longue et d'essayer d' être votre serviteur le restant de tes jours. Très grande affection.

A MES FRERES ET SOEURS: IBOU, ASS, TALLA, PAPA OUMAR, ABABACAR, MARIE et DIEYNABA.

Que notre amour fraternel soit inébranlable en toute circonstance.

A MES DEMI-FRERES et DEMI-SOEURS: ABLAYE, MACODOU, KADER, MABOURY, AÏDA, NDELLA, COUMBA, MBAYAR,

Pour que l'union de notre grande famille soit éternelle.

A LA MEMOIRE DE MES ONCLES: ABDOURAKHMANE et KHALIFA DIALLO.

A LA MEMOIRE DE MA TANTE MAME COUMBA.

A PAPA ABDOUL KADER FALL et FAMILLE

Pour tout l'amour que tu nous a toujours manifesté.

A MON MOUSSA DIALLO et FAMILLE

A TANTE AÏDA DIALLO et FAMILLE

A TANTE MARIETOU et FAMILLE

A TANTE NDEYE DIALLO et FAMILLE

A TANTE SEYNABOU DIALLO et FAMILLE

A TANTE AMINATA DIOP et FAMILLE

A TOUS MES COUSINS et COUSINES

Au Dr KHADY SENGHOR et sa FAMILLE

Puisse l'avenir nous unisse d'avantage

A MON AMI LE Dr MAMADOU DIAGNE et TANTE DIATOU NDIAYE

Pour années passées ensembles bancs de la 6^{ème} à l'année de Thèse.

A THIerno SEYDOU MBODJ

Notre lien de parenté s'est doublé d'une amitié indéfectible.

A MAME TACKO DIAGNE et la FAMILLE DIAKHATE

Pour le bon voisinage

A TANTE NDEYE NDIAYE et la FAMILLE NDIR

Pour le bon voisinage

A AHMIDOU BA

Pour l'amitié sincère depuis notre enfance

A IBRAHIMA DIAKHATE et à SA FAMILLE

Pour ce que vous avez fait pour moi

A ADAMA NDIR

Pour l'amitié

A IBRAHIMA DIOP et sa FEMME

Pour les moments passés sur les bancs

AUX AMIS DE « L'ASSEMBLEE» MEÏSSA, TAPHA, VIEUX, GUEYE, DIADJA, THIOMBE. Pour les débats très féconds et l'amitié qui nous lie.

AUX AMIS DE L'EISMV YANKHOBÀ KAMARA, IMAM THIAM, FATOU DIOP, OUMAR FALL, LÔ, NDIAGNE, FATOU KÂ, MAGUETTE, MASS, ALI.

Que l'amitié née sur les bancs se perpétue.

AU Dr AMADOU GUEYE et sa FEMME

Pour l'amitié que vous m'avait toujours manifestée.

A LA MEMOIRE DE NOTRE MARRAINE SALAMATA KANE.

A TOUS LES ETUDIANTS DE LA 22E PROMOTION « SALAMATA KANE » et leur REpondant le PROFESSEUR JEAN OUDAR

A L'AMICALE DES ETUDIANTS VETERINAIRES SENEGALAIS

A TOUS MES PROFESSEURS POUR L'ENSEIGNEMENT RECU

A TOUT LE PERSONNEL DE L'EISMV

AU CONTRIBUABLE SENEGALAIS

Pour les sacrifices consentis

REMERCIEMENTS

AU PRODEC (financé par le fond d'aide et de coopération française): Pour avoir soutenu financièrement ce travail, à son coordonnateur le Dr ROUILLE et son Directeur le Dr SOULEYE DIOUF pour la sollicitude constante.

AU PERSONNEL DU SERVICE D'ALIMENTATION NUTRITION DU LNREV
A ABDOURAKHMANE SOW, IBRAHIMA LY, M^{me} NDEYE SALANE NDIAYE,
WILLIAM, GONDO, SECK, DIAW etc....

Pour tout le soutien technique et moral durant mon séjour dans le service.

AU PERSONNEL DE LA STATION DE SANGALKAM ET A LEUR FAMILLE

Pour l'hospitalité.

AU PERSONNEL DU SERVICE DE DOCUMENTATION DU LNREV

Plus particulièrement à M^r OUMAR BOUGALEB

A M^{me} DIOUF BIBLIOTHECAIRE A L'EISMV

**A TOUS CEUX QUI DE PRES OU DE LOIN ONT CONTRIBUE A LA REUSSITE DE
CE MODESTE TRAVAIL.**

A NOS MAITRES ET JUGES

MONSIEUR IBRAHIMA WONE

Professeur à la Faculté de Médecine et Pharmacie de Dakar

Malgré vos occupations multiples, vous avez accepté de présider notre jury de thèse. C'est un grand honneur pour nous. Hommage respectueux.

MONSIEUR GERMAIN J SAWADOGO

Professeur à l'EISMV

Malgré votre emploi du temps chargé vous avez accepté de rapporter cette thèse. Votre rigueur scientifique et l'amour du travail bien fait nous ont toujours marqué. Veuillez accepter nos sincères remerciements.

MONSIEUR PAPA EL HASSAN DIOP

Professeur à l'EISMV

Vous nous faites l'honneur de juger cette Thèse malgré vos multiples occupations. Notre séjour ensemble durant notre stage rural nous a révélé vos immenses qualités humaines.

Veuillez recevoir nos sincères remerciements.

MADAME SYLVIE GASSAMA

Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie.

Nous avons beaucoup apprécié la spontanéité avec laquelle vous avez accepté de juger ce travail. Les cours dispensés en première année nous ont permis de découvrir vos qualités scientifiques.

Sincère reconnaissance.

MADAME MAÏMOUNA CISSE

Docteur vétérinaire, Docteur ès Physiologie Animale Chercheur à l'ISRA

Vous avez dirigé avec rigueur et dynamisme ce travail que vous m'avez confié. Durant tout notre séjour dans votre service vous avez tenu à nous assurer une formation complémentaire, c'est ainsi que vous nous avez initié à l'outil informatique et aux analyses statistiques. Malgré vos multiples occupations, vous avez toujours manifesté une disponibilité permanente à notre égard, ce qui nous a permis de découvrir en vous une simplicité et d'immenses qualités humaines. Soyez assuré de notre profonde gratitude

Très haute admiration.

MONSIEUR PAFOU G GONGNET

Docteur ès Sc. Agronomiques, Maître Assistant à l'EISMV

Vous nous avez envoyé et accepté de diriger ce travail en collaboration avec l'ISRA avec un très grand élan. Vous avez par vos descentes fréquentes sur le terrain, contribué positivement à l'exécution de ce travail. Votre simplicité et votre rigueur scientifique font de vous une référence. Cher maître, soyez assuré de notre profonde gratitude.

Très haute admiration.

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

SOMMAIRE

	<u>PAGES</u>
LISTE DES ABREVIATIONS	
TABLE DES ILLUSTRATIONS	
INTRODUCTION GENERALE	1
PREMIERE PARTIE: DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES BESOINS AZOTES DES RUMINANTS ET SUR LES METHODES D'ENRICHISSEMENT DES PAILLES EN AZOTE	3
CHAPITRE I- BESOINS AZOTES DES RUMINANTS	4
A- Rappels sur la digestion et le métabolisme azotés des ruminants	4
1- Dégradation des protéines	5
2- Rôle de l'ammoniac	7
3- Rôle de l'urée	7
4- Aspects quantitatifs du métabolisme azoté	8
5- Les acides aminés	8
B- Le système des Protéines Digestibles dans l'Intestin (PDI)	9
1- Principe	9
2- Intérêts du système PDI	10
3- Incertitudes du système PDI	11
CHAPITRE II- VALORISATION DE LA PAILLE PAR TRAITEMENT CHIMIQUE	11
A- Valeur nutritive des pailles	11
1- Caractéristiques générales	11
2- Particularités	12
a- La paille de brousse	12
b- Les pailles de céréales	14
B- Méthodes de traitement chimique des pailles	16
1- Modifications physico-chimiques	16

2- Substances chimiques et techniques de traitement	17
a- La soude	17
b- L'ammoniac	17
c- L'urée	19
DEUXIEME PARTIE: EFFET DU TRAITEMENT DE LA PAILLE DE BROUSSE SUR SA VALEUR NUTRITIVE ET SUR LES PERFORMANCES ANIMALES ESQUISSE ECONOMIQUE.	20
CHAPITRE I- MATERIEL ET METHODES	21
A- Animaux	21
1- Essai d'alimentation	21
2- Essai de digestibilité	22
B- Aliments	22
1- le traitement de la paille à l'urée	22
a- Matériel nécessaire	23
b- Technique de traitement	23
2- Conduite de l'alimentation	24
C- Prélèvements et mesures	24
1- Essai d'alimentation	24
a- Quantités d'aliments ingérées	24
b- Pesée des animaux	27
c- Etat corporel	27
d- Mensurations	27
e- Prises de sang	27
2- Essai de digestibilité	28
3- Evénements sanitaires et mortalités	
3- Analyses chimiques	28
a- Composition chimique des rations	28
b- Analyses plasmatiques	28
4- Analyses statistiques	28
	29

	<u>PAGES</u>
CHAPITRE II- RESULTATS ET DISCUSSION	30
A- Résultats	30
1- Valeur nutritive des aliments	30
a- Composition chimique	30
b- Niveau d'ingestion volontaire	30
c- Digestibilité	33
2- Performances zootechniques	33
a- Performances pondérales	33
b- Evolution de la note d'état corporel	35
c- Barymétrie	35
3- Evénements sanitaires	35
4- Cinétique du glucose et de l'urée	42
5- Esquisse économique	44
a- Coût du traitement à l'urée	44
b- Bilan économique de l'opération d'entretien	46
c- Bilan économique de l'opération d'embouche	46
B- Discussion	49
1- Valeur nutritive des aliments	49
a- Composition chimique des rations	49
b- Niveau d'ingestion volontaire	49
c- Digestibilité des rations	49
2- Performances zootechniques	50
a- Evolution pondérale	50
b- Note d'état corporel et Barymétrie	51
3- Glycémie et Urémie des animaux	51
4- Bilan économique	52
CONCLUSION GENERALE	53
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	56

LISTE DES ABREVIATIONS

ADF: Acid Detergent Fiber
AGV: Acide Gras Volatil
C: Cellulose
°C: degré celsius
Ca: Calcium
CB: Cellulose Brute
EISMV: Ecole Inter-Etat des Sciences et Médecine Vétérinaires
FAO: Food and Agricultural Organization
g: gramme
GMQ: Gain Moyen Quotidien
h: heure
HC: Hémicellulose
IC: Indice de Consommation
IEMVT: Institut d'Elevage et Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux
INRA: Institut National de Recherche Agronomique
INRAT: Institut National Recherche Agronomique de Tunisie
ISRA: Institut Sénégalais de Recherches Agricoles
j: jour
kg: kilogramme
l: litre
LI: Lignine
LNERV: Laboratoire National d'Elevage et de Recherches Vétérinaires
m: mètre
MAD: Matière Azotée Digestible
MAT: Matière Azotée Totale
MO : Matière Organique
MM: Matière Minérale
mn: minute
MS: Matière Sèche
NDF: Neutral Detergent Fiber
NEC: Note d'Etat Corporel
P: Phosphore
PDI: Protéine Digestible dans l'Intestin
PDIA: Protéine Digestible dans l'Intestin d'origine Alimentaire
PDIM: Protéine Digestible dans l'Intestin d'origine Microbienne
PNT: Paille Non Traitée
PT : Paille Traitée
PV: Poids Vif
UF: Unité Fourragère

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

- Tableau I: Evolution des teneurs en MAD, en Ca et en P des pâturages naturels sahéliens
Tableau II: Valeur nutritive de quelques pailles de céréales tropicales
Tableau III: Composition chimique des aliments
Tableau IV: Consommations moyennes, performances pondérales et note d'état corporel
Tableau V: Digestibilité des différents constituants des rations
Tableau VI: Variations des paramètres de mensuration corporelle
Tableau VII: Investissement pour le traitement de la paille
Tableau VIII: Dépenses d'exploitation pour le traitement de la paille
Tableau IX: Bilan économique de l'essai

FIGURES

- Figure 1: Schéma de l'utilisation digestive des matières azotées chez les ruminants
Figure 2: Evolution de la qualité moyenne de la biomasse (taux des UF (A) et des MAD (B)) au cours de l'année pour 4 types de pâturages
Figure 3: Localisation de l'action des substances chimiques qui, ajoutées à la paille, en améliorent la digestibilité
Figure 4: Evolution du poids vif (A) et de la note d'état corporel (B)
Figure 5: Evolution du périmètre thoracique (A) et de la hauteur au garrot (B)
Figure 6: Evolution de la longueur scapulo-ischiale (A) et de la hauteur aux sangles (B)
Figure 7: Evolution de la longueur (A) et de la largeur (B) de la croupe
Figure 8: Evolution de la longueur de la tête
Figure 9: Evolution mensuelle de la glycémie (A) et de l'urémie (B)
Figure 10: Evolution journalière de la glycémie (A) et de l'urémie (B)

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

- Planche 1: Pesée de l'urée pour la dilution (A) et aspersion et piétinement de la paille (B)
Planche 2: Fermeture de la fosse après traitement (A) et coloration de la paille après traitement (B)

INTRODUCTION GENERALE

En zone sahélienne, les pâturages naturels constituent la base essentielle de l'alimentation des ruminants. Ces pâturages diminuent et perdent leur valeur nutritive en saison sèche. Dans ce contexte, les ruminants doivent parcourir quotidiennement de longues distances à la recherche d'eau et d'aliments pour satisfaire leurs besoins nutritionnels. Les zones de parcours n'étant pas délimitées, ceci est souvent à l'origine de conflits fréquents entre éleveurs et agriculteurs. Les sous-produits agricoles et agro-industriels disponibles ne sont pas toujours rationnellement valorisés. Certains font l'objet d'une forte spéculation en période de soudure et d'une compétition entre le marché intérieur et le marché extérieur beaucoup plus attrayant, parce que générateur de devises suite à la dévaluation du franc CFA. Cette situation des intrants entraîne souvent une flambée du prix des animaux qui deviennent hors de portée des consommateurs accentuant ainsi le déficit en protéines animales des populations.

Pour combattre cette situation, les structures de recherche ont proposé des stratégies pour améliorer la valeur nutritive des fourrages pauvres en vue de les valoriser pour l'alimentation animale. Parmi ces stratégies, les méthodes de traitement chimiques des pailles sont largement documentées mais très peu connues ou appliquées au Sénégal.

L'objectif de cette étude est d'étudier l'effet du traitement de la paille de brousse à l'urée sur sa valeur nutritive, sur les performances zootechniques et sur la glycémie et l'urémie des ovins en zone tropicale sèche. Les aspects économiques ont été également pris en compte.

Ce travail comporte 2 parties:

- Une revue bibliographique consacrée à la synthèse des connaissances actuelles sur les besoins azotés des ruminants et sur les méthodes d'enrichissement des pailles en azote.

- Les aspects technico-économiques liés à l'utilisation de la paille traitée à l'urée en alimentation ovine.

**PREMIERE PARTIE: DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES BESOINS
AZOTES DES RUMINANTS ET SUR LES METHODES D'ENRICHISSEMENT DES
PAILLES EN AZOTE**

CHAPITRE 1- BESOINS AZOTES DES RUMINANTS

INTRODUCTION

L'organisme vivant rejette de façon continue des déchets provenant de l'usure des constituants cellulaires ou tissulaires: desquamation de l'épithélium cutané, chute de poils, usure des onglons, excoriation de la muqueuse intestinale, sucs digestifs, enzymes et sécrétions diverses. Ces substances empruntent des voies diverses, urinaire et intestinale en grande partie et provoquent des pertes (protéines, urée, créatine, substances nucléiques etc...) créant ainsi des besoins correspondants qu'il s'agit de satisfaire pour maintenir l'équilibre de l'individu et entretenir ses différentes fonctions.

Par ailleurs, à ces besoins constants, s'en ajoutent d'autres à certaines périodes de la vie: ce sont ceux correspondant à la croissance et aux productions (lait, viande, gestation, etc...). Si ces besoins diffèrent en grandeur des besoins d'entretien, ils sont de même nature, et la manière de les satisfaire est identique. Chez la plupart des espèces les besoins azotés sont doubles: quantitatif et qualitatif. Chez les ruminants, le besoin qualitatif n'a de signification que chez les jeunes animaux, avant le sevrage (RIVIERE, 1991).

L'évaluation des besoins et apports en protéine se fait souvent en zone tropicale par le système des MAD (matières azotées digestibles). La digestibilité apparente étant le critère universellement utilisé pour mesurer l'utilisation digestive de l'azote dans le tube digestif, la teneur en MAD mesure la quantité d'azote qui disparaît apparemment dans le tube digestif et non la quantité des acides aminés absorbés dans l'intestin qui détermine la valeur azotée (BA, 1987). La particularité de la digestion et du métabolisme azotés chez les ruminants fait que ce système ne prend pas en compte les événements qui surviennent dans le rumen. C'est pourquoi l'INRA a mis au point un nouveau système d'évaluation des apports et des besoins en matières azotées en prenant en compte la fermentation microbienne au niveau du rumen: c'est le système des PDI (Protéines Digestibles au niveau de l'Intestin).

Ainsi, ce chapitre sera consacré dans un premier temps aux rappels sur la digestion et le métabolisme azoté chez les ruminants, et dans un deuxième temps au système PDI (Protéines Digestibles au niveau de l'Intestin grêle).

A- RAPPELS SUR LA DIGESTION ET LE METABOLISME AZOTE CHEZ LES RUMINANTS

Chez les ruminants les aliments grossiers séjournent longtemps dans les pré-estomacs. La digestion des matières azotées dans le rumen implique, d'une part, des processus de dégradation des protéines alimentaires et, d'autre part, une protéosynthèse microbienne (BA, 1987). Le rumen est le site où la digestion microbienne permet une dégradation intense des

matières azotées ingérées. La modification des substances azotées alimentaires dans le rumen est le résultat de deux phénomènes:

-la libération d'ammoniac à partir d'éléments azotés de la ration et l'absorption immédiate d'une fraction de cet ammoniac. Une partie, après transformation en urée, est excrétée par les reins dans l'urine. Une autre partie est recyclée et ramenée dans le rumen à travers la salive.

-la néoformation de protéines à partir de composés non protidiques de la ration ou la transformation des protéines dans celle-ci grâce à l'action microbienne.

Les matières azotées alimentaires non dégradées traversent directement le rumen pour être digérées au niveau de l'intestin grêle et/ou rejetées dans les fèces (figure 1).

1- Dégradation des protéines dans le rumen

Les protéines alimentaires sont partiellement dégradées par les micro-organismes du rumen en peptides et en acides aminés dont la fonction amine est transformée dans un deuxième temps en ammoniac. LENG et NOLAN (1984) ont mis en évidence dans le contenu du rumen des acides aminés venant des protéines de la ration un certain temps après absorption des repas. Les protéines sont dégradées dans le rumen d'autant plus complètement et rapidement qu'elles sont solubles dans le jus de rumen (BÂ, 1987). Il existe plusieurs facteurs qui déterminent la dégradabilité des protéines:

-leur solubilité

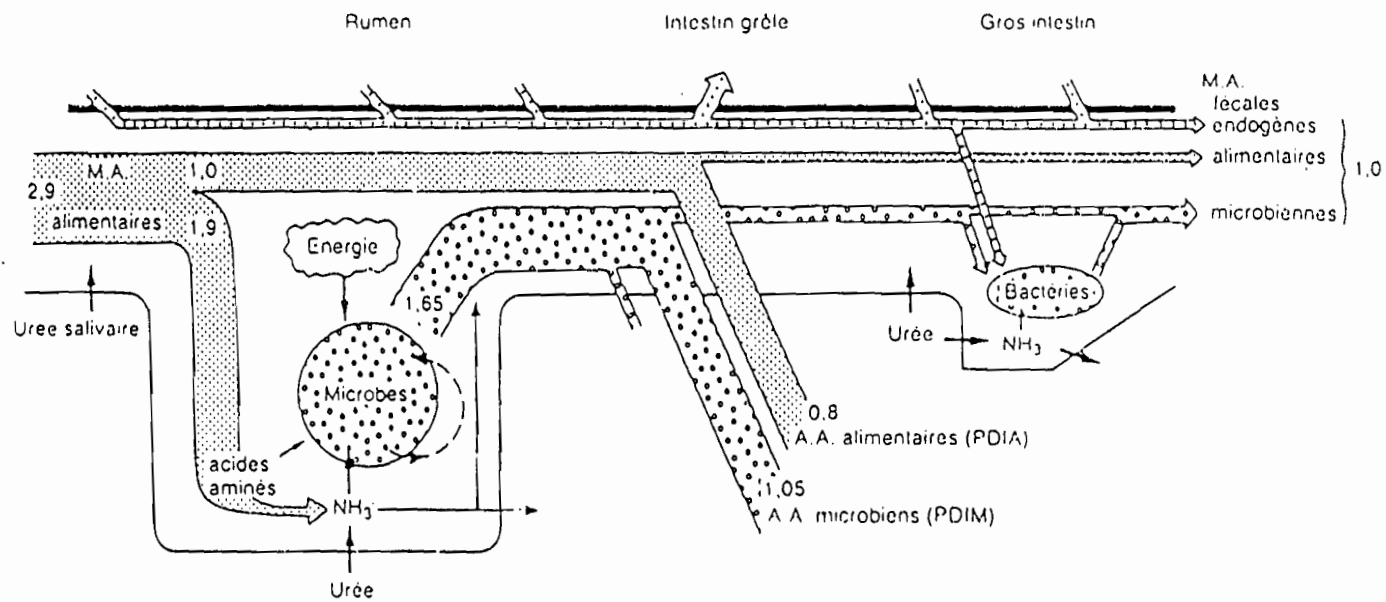
-leur structure: ainsi celles qui n'ont aucun groupement terminal aminé ou carboxylique (ovalbumine) ou celles présentant des ponts dissulfures excessifs ou groupements méthyles seraient moins accessibles aux enzymes protéolytiques.

-leur localisation au niveau de l'aliment

-les méthodes de conservation et de traitement des aliments protéiques.

En règle générale 70 à 85 p.100 de l'azote alimentaire est dégradé dans le rumen et est transformé en composé microbien si des glucides facilement fermentescibles sont disponibles (JARRIGE, 1988).

Figure 1 : Schéma de l'utilisation digestive des matières azotées chez les ruminants (VERITE et PEYRAUD, 1988)



2- Rôle de l'ammoniac

L'ammoniac joue un rôle essentiel dans la digestion des ruminants (PARIGI-BINI, 1986). La flore du rumen comprend de nombreuses espèces bactériennes. La plupart sont munies d'enzymes capables de dégrader les acides aminés en ammoniac et nombreuses sont celles qui l'utilisent comme source d'azote alimentaire.

L'ammoniac joue un rôle important en permettant le maintien et le développement de la flore du rumen. Sans ammoniac, les bactéries ne peuvent se développer et la digestion des glucides pariétaux alimentaires telle que la cellulose est fortement ralentie. La digestion des parois végétales est liée à l'apport azoté chez les animaux recevant une alimentation pauvre en azote (paille, foin tardifs). De même la synthèse des protéines microbiennes dépend de l'énergie fournie à la microflore du rumen par les produits issus de la fermentation des glucides. Ces composés procurent aussi les squelettes carbonés, en plus de l'énergie indispensable pour la synthèse des acides aminés dans le protoplasme bactérien. La digestion efficace des composés azotés dans le rumen est limitée par la capacité d'utilisation de l'ammoniac. Une partie de l'ammoniac est absorbée au niveau de la paroi du rumen et une autre véhiculée au foie où elle est transformée en urée (PARIGI-BINI, 1986).

3- Rôle de l'urée

Le foie transforme en urée les groupements aminés libérés lors du catabolisme des acides aminés, de même que l'ammoniac absorbé à travers la paroi du tube digestif.

L'urée sanguine peut emprunter deux voies différentes :

-elle peut-être excrétée par les reins et, dans ce cas, elle est perdue pour l'organisme

-elle peut revenir au rumen soit par diffusion directe à travers sa paroi suivant un gradient de concentration, soit par l'intermédiaire de la salive.

La quantité d'urée recyclée par le rumen à travers la salive augmente proportionnellement à la concentration sanguine de l'urée jusqu'à un certain niveau au-delà duquel des quantités beaucoup plus grandes sont excrétées par les reins ou avec la diminution de la teneur en ammoniac dans le rumen, c'est à dire avec des rations à faible teneur d'azote dégradable (VERITE et al, 1988).

Après son retour dans le rumen, l'urée est hydrolysée en ammoniac et redevient disponible pour la synthèse des protéines bactériennes. Ce recyclage de l'urée permet au animaux de survivre en cas de disette, en cas de disponibilité de sources d'énergie. On parle dans ce cas de l'importance du cycle ruminohépatique de l'azote.

4- Aspects quantitatifs du métabolisme azoté

Il est généralement admis qu'environ 40 p.100 seulement de l'azote des bactéries du rumen provient de l'ammoniac (BENAHMED, 1986). Cela semble indiquer qu'une proportion considérable des protéines bactériennes est synthétisée à partir d'autres composés azotés comme les peptides et les acides aminés, bien que ces substances aient une existence très courte dans le liquide du rumen.

Le gros intestin joue aussi un rôle important dans l'économie azotée. L'urée sanguine diffuse dans le rumen mais aussi dans la partie terminale de l'iléon, dans le caecum et le colon.

La quantité totale d'urée sanguine qui entre dans le tractus digestif tous les jours chez le mouton, est de l'ordre de 5,3g: 20 p.100 seulement est dégradé dans le rumen, 25 p.100 dans le caecum, et le reste pénètre dans l'intestin grêle et le colon. La plus grande partie de celle qui entre dans le gros intestin est transformée en protéines bactériennes excrétée dans les fèces (MATHISON et MILIGAN cités par BENAHMED, 1986). Cette fermentation au niveau de l'intestin fournit des acides gras volatils (AGV) qui seront absorbés et transformés en énergie et elle n'est possible qu'en présence d'une flore active au niveau du gros intestin qui dépend d'un apport suffisant en azote (VERMOREL, 1988).

5- Les acides aminés

La digestion plus ou moins complexe des composés azotés, conduit à la formation d'acides aminés directement utilisables par l'animal. Ce sont des composants vitaux indispensables à la synthèse des protéines sous forme de viande ou de lait. Certains acides aminés sont synthétisés par le foie, d'autres dits "essentiels" doivent être apportés par les aliments.

Les micro-organismes du rumen transforment les protéines ingérées en protéines microbiennes digestibles parfois peu différentes quelque soit le substrat de départ. D'autre part, les protozoaires produisent des protéines de plus haute valeur biologique contenant de la lysine (BENAHMED, 1986).

Conclusion

L'étude de la digestion et du métabolisme des matières azotées nous a montré que plusieurs événements ont lieu au niveau du tractus digestif et font intervenir la flore du rumen qui est capable de synthétiser, à partir des matières azotées, des protéines microbiennes

absorbées au niveau de l'intestin en plus des protéines alimentaires non dégradées. Le système d'évaluation des apports et des besoins en matières azotées par le MAD ne considère pas la protéosynthèse microbienne dans le rumen qui est prise en compte dans le nouveau système PDI proposé par l'INRA en 1978.

B- SYSTEME DES PROTEINES DIGESTIBLES DANS L'INTESTIN (PDI)

1- Principe

Le système PDI estime la quantité d'azote aminé ($N \times 6,25$) absorbable au niveau intestinal exceptée celle provenant des sécrétions endogènes intestinales d'où son nom: Protéines vraies réellement Digestibles dans l'Intestin grêle. Ce système consiste à attribuer 2 valeurs PDI potentielles à chaque aliment. Il prend en compte à la fois la contribution des protéines alimentaires qui échappent à la dégradation dans le rumen et celles des protéines microbiennes qui proviennent des fermentations.

Pour une ration donnée, la valeur PDI est la somme de 2 fractions:

-PDIA: ce sont les protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire.

-PDIM: ce sont les protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne.

Pour chaque aliment, la proportion des protéines microbiennes synthétisées dépend à la fois de la quantité d'azote dégradable et de l'énergie disponible. Ainsi chaque aliment est caractérisé par 2 valeurs PDIM résultant pour l'une de sa teneur en azote dégradable comme facteur limitant (PDIMN) et pour l'autre de sa teneur en énergie disponible comme facteur limitant (PDIME).

La valeur PDIA d'un aliment est obtenue à partir de sa teneur en protéines brutes (MAT) et de l'estimation d'une part de l'importance de sa dégradabilité dans le rumen (dg) et d'autre part de la digestibilité réelle dans l'intestin grêle des protéines alimentaires non dégradées (ddp). Les valeurs PDIME et PDIMN sont obtenues respectivement à partir de la teneur en énergie (E), en azote dégradable (N)(MAT.dg) disponible, de l'efficacité de leur utilisation pour la synthèse protéique microbienne (KE et KN), de la proportion d'acides aminés dans les protéines microbiennes (AA) et de leur digestibilité réelle dans l'intestin grêle (dmp) (BÂ, 1987).

$$PDIA = CP (1 - dg) dp$$

$$PDIME = E.KE.AA.dmp$$

$$PDIM = MAT.dg.KN.AA.dmp$$

Afin de caractériser la valeur azotée d'un aliment d'une façon plus rapide et de rendre les calculs des rations plus simples, la valeur de chaque aliment est donnée directement comme la somme des PDIA et des PDIM, en considérant séparément chacune des 2 valeurs possibles:

$$\text{PDIN} = \text{PDIA} + \text{PDIM}$$

$$\text{PDIE} = \text{PDIA} + \text{PDIME}$$

La plus faible valeur des deux représente la valeur de l'aliment quand il est distribué seul. La plus forte valeur des deux représente la valeur potentielle, atteinte quand l'aliment est associé avec un aliment complémentaire adéquat.

Les valeurs PDIN et PDIE de chaque aliment sont rapportées dans les tables de l'INRA (JARRIGE et al, 1988). Pour calculer la valeur PDI d'une ration, on additionne séparément les valeurs PDIN et PDIE des différents aliments (les valeurs PDIN et PDIE ne doivent pas être additionnées ensemble).

La valeur réelle PDI d'une ration correspond à la plus petite des 2 sommes PDIN et PDIE.

2- Intérêts du système PDI

Le système PDI présente des intérêts multiples:

- Il permet de mieux évaluer les besoins azotés des animaux, car il estime les apports réels en acides aminés au niveau digestif.

- Il repose sur des bases qui permettent d'intégrer de nouvelles connaissances telles que les besoins en certains acides aminés indispensables.

- Il met en évidence le rôle essentiel de la population microbienne du rumen dans l'alimentation azotée du ruminant.

- Il s'appuie sur un système de calcul qui tient compte des trois valeurs azotées d'un aliment et de leur combinaison en valeurs PDIN et PDIE.

- Il permet une complémentation azotée des rations par l'utilisation de la complémentarité entre aliments à caractéristiques azotées différentes. Il permet de raisonner l'emploi d'azote non protéique industriel (urée, ammoniac...).

- Il met en évidence des relations et des équilibres entre les apports énergétiques et les apports azotés des aliments.

L'utilisation de ce système devrait donc permettre une économie des protéines de complément et une meilleure satisfaction des besoins en acides aminés.

3- Incertitudes du système PDI

Les incertitudes découlent de l'utilisation dans les calculs de nombreux coefficients, dont certains ne sont connus qu'approximativement et restent susceptibles d'améliorations, notamment:

-au niveau des PDIA, sur l'estimation de la fermentescibilité des matières azotées et de la digestibilité des protéines alimentaires

-au niveau des PDIM, sur la prévision de la protéosynthèse microbienne par la prise en compte de facteurs de variation encore mal connus (vitesse de transit digestif, présentation des aliments, niveau d'alimentation...)

-au niveau des besoins, sur la connaissance des coefficients d'utilisation métabolique et des besoins en certains acides aminés indispensables.

Le système PDI, malgré ses incertitudes, offre plus de garanties dans les calculs des besoins et des apports en matières azotées que le système des MAD, car il permet de raisonner de manière plus exacte l'alimentation azotée des ruminants.

CHAPITRE 2- VALORISATION DE LA PAILLE PAR TRAITEMENT CHIMIQUE :

A- VALEUR NUTRITIVE DES PAILLES

Introduction

La paille est par définition le résultat de la dessiccation naturelle, après la fin du cycle biologique de la plante et les conditions ordinaires du climat saisonnier local, de productions végétales herbacées (en général essentiellement graminéennes) demeurant sur pied. Elle n'a guère de chance d'optimiser la conservation de leurs composantes nutritives. Bien au contraire, le produit final n'est qu'un aliment médiocre, presque dénué de valeur nutritive, mais apte à jouer, correctement, le rôle de "lest" indispensable aux herbivores ruminants.

1- Caractéristiques générales

La paille est un fourrage ligno-cellulosique de qualité nutritive médiocre. Elle se caractérise par sa richesse en matière sèche (MS.), environ 85 p.100 de brut, en glucides

membranaires (cellulose et hemicellulose) 38 à 42 p.100 de MS. et son extrême pauvreté en matière azotée digestible (MAD) et en certains minéraux majeurs et oligo-éléments (BESSIN, 1982).

D'après JOUANY (1974) les pailles sont constituées d'un point de vue nutritionnel, de trois fractions distinctes :

- une partie normalement digérée dans le tube digestif du ruminant (la cellulose surtout).
- Une autre fraction potentiellement digestible mais rendu indigestible par la présence de la lignine.
- Une partie essentiellement indigestible représentée presque exclusivement par la lignine.

BESSIN (1982) attribue la faible valeur nutritive des pailles à plusieurs facteurs :

- La présence de lignine qui constitue une véritable barrière physique entre la cellulose et les enzymes cellulolytiques.
- La structure de la cellulose, moins accessible lorsqu'elle est sous forme cristalline.
- La présence de la silice qui inhibe la digestion des hydrates de carbone.

2- Particularités

On distingue généralement les pailles de brousse qui constituent les pâturages naturels herbacés en saison sèche des pailles de céréales (riz, mil souba, sorgho et maïs).

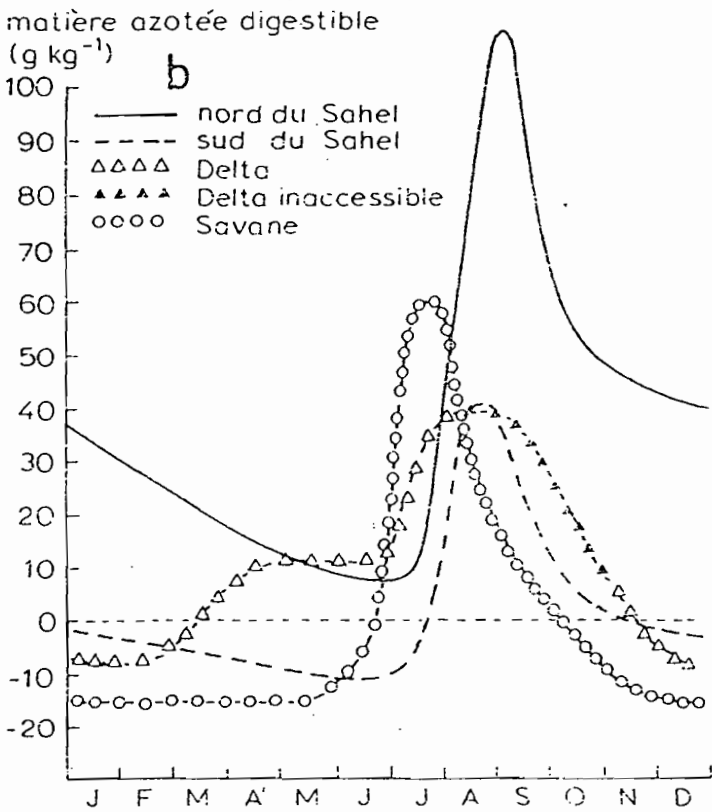
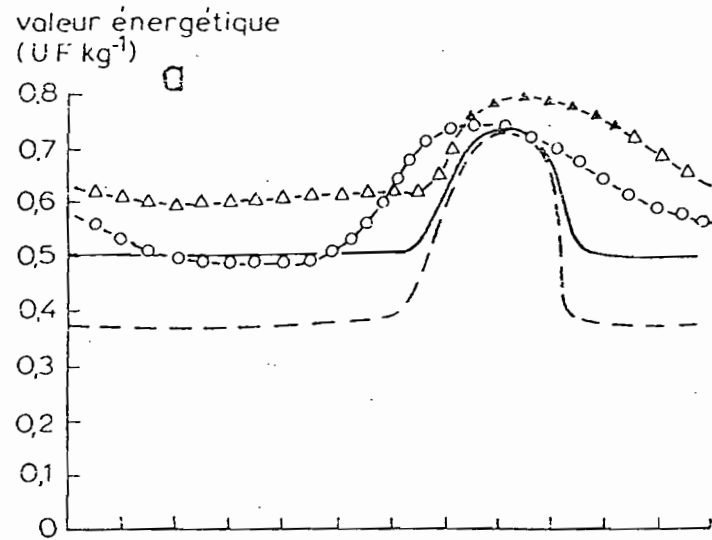
a- La paille de brousse

D'après BOUDET (1987), la valeur nutritive d'un pâturage naturel est variable au cours de l'année et est la résultante de celle des espèces présentes à une période donnée. Ainsi BREHMAN et al. (1982) ont étudié l'évolution de la valeur nutritive au cours de l'année de quatre types de pâturages. Les courbes présentées à la figure 2 montrent qu'en saison sèche, il y a une chute de la teneur en MAD et en valeur énergétique et une augmentation des MAD et valeur énergétique, durant la saison des pluies.

Les études de GUERIN et al. (1991) ont confirmé cette variation de la teneur en MAD, en Ca, et en P au cours de l'année (tableau I).

BOUDET (1978) distingue quatre catégories de fourrage selon la teneur en UF et en MAD

Figure 2 : Evolution de la qualité moyenne de la biomasse (taux de UF (a) et des MAD)(b) au cours l'année pour 4 types de pâturages (BREHMAN et al., 1982)



- les fourrages médiocres: moins de 0,45 UF et moins de 25 g MAD/kg MS
- les fourrages moyens: 0,45 à 0,5 UF et 25 à 34 g MAD/kg MS
- les fourrages de bonne qualité: 0,5 à 0,6 UF et 34 à 53 g MAD/kg MS
- les fourrages excellents: plus de 0,6 UF et plus de 53 g MAD/kg MS

Cette classification permet de distinguer différents types de pâturages sahéliens. En saison de pluie les pâturages sont d'excellente qualité, et leur valeur nutritive diminue en saison sèche.

b-Les pailles de céréales tropicales

Les pailles de céréales représentent des tonnages très importants au Sénégal. Leur production (production estimée d'après les rapports paille-graine données par FALL et al., 1988 et la production nationale céréalière (FAO, 1994) est de 6 234 000 tonnes). Ces pailles sont souvent laissées aux champs où viennent pâturer le bétail ou brûlées sur place.

Elles sont de valeur alimentaire généralement faible (Tableau II), car elles proviennent des plantes arrivées à maturité dont tous les principes nutritifs intéressants ont migré dans les graines. De plus, la plante étant âgée, les constituants membraneux ont pris une importance prépondérante. Ce sont donc des aliments grossiers et très fibreux dont le coefficient d'encombrement est élevé 2,5 à 5 (RIVIERE, 1991). On ne doit cependant pas les négliger car elles représentent en période de soudure le seul fourrage disponible pour les ruminants.

La valeur alimentaire des pailles de céréales varie avec:

- la nature des céréales
- le degré de maturation au moment de la récolte
- les conditions climatiques au moment de la moisson
- la présence de plantes adventices.

La paille de riz, étant généralement récoltée verte, aurait une excellente valeur si le taux élevé de silice (plus de 15.p 100 de la MS.) ne diminuait pas la teneur en principes nutritifs. Elle a toutefois une teneur en cellulose inférieure à celle des autres pailles de céréales, ce qui lui confère une valeur énergétique relativement élevée pour l'entretien des ruminants. La

TABLEAU I : Evolution des teneurs en M.A.D, en Ca, et en P des pailles des pâturages naturels (PN) sahéliens (GUERIN et al; 1991).

PN à DOLI	M.A.D (g/kg MS)	P (p. 100 MS)	Ca (p. 100 MS)
Août	90	1,8	3,4
Septembre	90	1,2	5,4
Octobre	50	0,8	4,6
Décembre	30	0,4	3,0
Janvier	-	0,3	2,8
Mars	10	0,3	2,6
Juin	0	0,2	2,3

TABLEAU II: Valeur nutritive de quelques pailles de céréales tropicales.

PAILLE	MS (p. 100 brut)	UF (/kg MS)	UFL (/kg MS)	UFV (/kg MS)	MAD (g/kg MS)
RIZ*	88		0,51	0,43	3
SORGHO*	90		0,48	0,37	0
MIL**		0,36			19
MAÏS		0,27			14

* RICHARD et al; 1989.

** CALVET, 1978.

valeur alimentaire des pailles de maïs, de sorgho, et de mil varie avec la partie consommée (cimes, feuilles, tige ou paille intégrale).

La teneur en protéines des pailles est toujours très faible, et leur apport en matière azotée digestible est pratiquement nul (RIVIERE, 1991).

Conclusion

Les pailles constituent une réserve fourragère considérable aussi bien au niveau des pâturages naturels (pailles de brousse) qu'au niveau des champs (pailles de céréales). Leur qualité médiocre limite leur utilisation, elles ne permettent pas pour une large part même si elles ont une teneur appréciable en UF de satisfaire les besoins en matière azotée des ruminants du fait de la quasi absence de MAD.

Une amélioration de la valeur alimentaire de ces fourrages est donc nécessaire ou souhaitable. Elle peut se faire, en rendant les constituants pariétaux naturellement peu digestibles, parce que très lignifiés, plus accessibles aux enzymes de la digestion grâce à différents traitements (CHENOST, 1987).

B- METHODES DE TRAITEMENT CHIMIQUE DES PAILLES

Plusieurs méthodes de traitement ont été utilisées pour améliorer la valeur nutritive des fourrages pauvres. Ce sont des méthodes physiques, chimiques et biologiques. Dans cette étude nous n'aborderons que les traitements chimiques dont l'utilisation est relativement facile dans le contexte des élevages.

1- Modifications physico-chimiques

D'après CHENOST et al. (1987), les traitements chimiques provoquent:

-l'altération de la structure physique des parois cellulaires de la paille en faisant gonfler les fibres cellulodiques,

-la modification de la structure des parois sans toutefois modifier la composition des fourrages,

-la destruction de la cuticule (par solubilisation partielle de la silice) et d'une partie des liaisons lignine-polysaccharides pariétaux.

L'ensemble de ces réactions libère des composés phénoliques encore mal identifiés car difficiles à doser (CHENOST et al. 1987).

LENG (1992) a essayé d'apporter des précisions sur les sites d'action des substances chimiques (figure 3).

Toutes ces modifications facilitent l'accès des bactéries cellulolytiques aux fractions pariétales du fourrage.

2- Substances chimiques et procédés de traitements

a- La soude

Le traitement à la soude de la paille améliore sa valeur nutritive (BESSIN, 1982).

SUNDSTOL (1978) avait noté une régression de son utilisation depuis 1970 du fait de l'utilisation de grandes quantités d'eau et des risques de pollution. C'est pourquoi, les chercheurs se sont orientés vers d'autres méthodes de traitements chimiques.

b- L'ammoniac

CHENOST et DULPHY (1987) ont énuméré les techniques suivantes:

-injection de l'ammoniac dans une meule de balles classiques, recouverte d'un film de plastique à raison de 50 g par kg de paille traitée (réaction durant 45 à 60 jours)

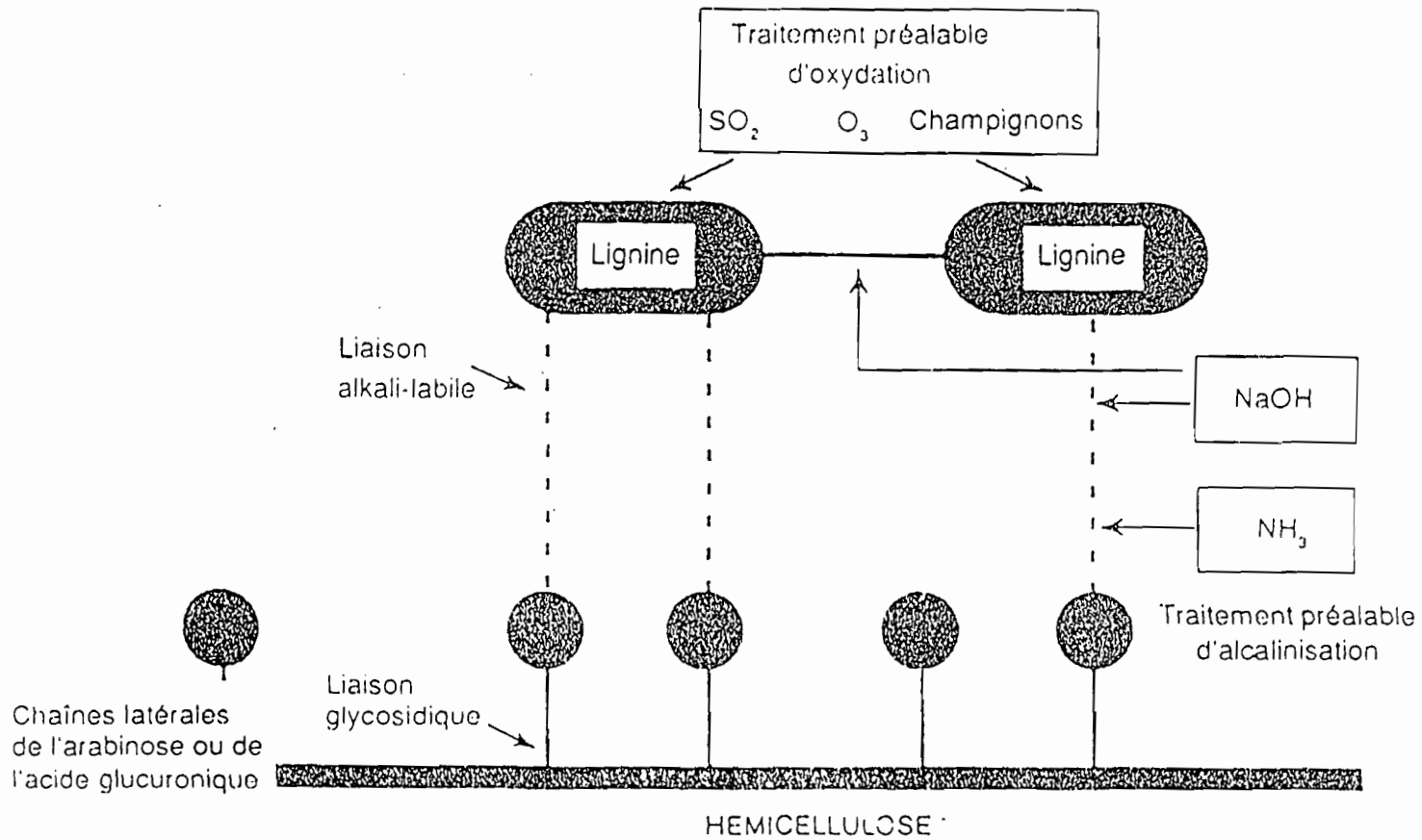
-injection de l'ammoniac dans le coeur des balles rondes, à l'aide de fourche à dents creuses (système ARMAKO); à raison de 30 g par kg de paille. Les balles étant ensuite enfermées dans une gaine de polyéthylène;

-injection dans une enceinte hermétique (fours) à raison de 30 g par kg de paille. Le traitement est effectué en 24 heures après chauffage de la paille à 90°C pendant 15 heures.

En plus de son action sur la barrière ligno-cellulosique, ce traitement permet, en outre, d'augmenter la teneur en MAT de la paille (CHENOST et DULPHY, 1987).

L'utilisation de l'ammoniac n'est pas sans risque, car c'est un gaz dangereux à manipuler. De l'air contenant 15 à 28 p.100 d'ammoniac (NH₃) explose en présence d'une flamme. C'est pourquoi il est recommandé de ne pas placer des meules à l'intérieur ou à proximité des granges ou d'autres bâtiments (SUNDSTOL, 1978).

Figure 3 : Localisation de l'action des substances chimiques qui, ajoutées à la paille, en améliore la digestibilité (LENG, 1992)



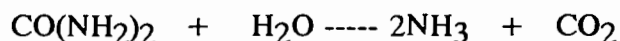
c- L'urée

L'urée a la propriété de se transformer, après uréolyse, en ammoniac (CHERMITI et al. 1989).

En Afrique, dans nos conditions d'exploitation, l'utilisation de l'ammoniac peut se révéler dangereuse ; c'est pourquoi l'urée lui a été préférée.

Beaucoup d'études sur le traitement à l'urée ont été effectuées en milieu tropical : DOLBERG (1981) au Bangladesh, FALL (1988) et FADIGA (1992) au Sénégal, COULIBALY (1989) au Mali, NEFZAOUI et al. (1993) en Tunisie, SOURABIE et al. (1995) au Niger ont effectué des travaux sur ce thème et les résultats ont été concluants.

Le principe est simple : l'urée est utilisée comme génératrice de gaz ammoniac (NH₃), ce dernier étant le vrai agent de traitement. En présence d'eau et d'uréases présentes naturellement dans la paille, l'urée est dégradée en ammoniac et en gaz carbonique selon la réaction suivante :



L'ammoniac libéré détruit une partie des liaisons existant dans les parois végétales (figure 3) et rend plus accessible le complexe ligno-cellulosique et les éléments nutritifs qu'il renferme à la digestion des micro-organismes dans le rumen. De plus, une partie de l'ammoniac se fixe et enrichit le fourrage en azote.

**DEUXIEME PARTIE: EFFET DU TRAITEMENT DE LA PAILLE DE BROUSSE
SUR SA VALEUR NUTRITIVE SUR ET LES PERFORMANCES ANIMALES.
ESQUISSE ECONOMIQUE**

INTRODUCTION

Les études conduites au Sénégal sur les pailles traitées à l'urée ont surtout permis de mettre en évidence une amélioration de leur valeur nutritive: digestibilité, teneur en azote et ingestibilité (FALL et al., 1988 et FADIGA, 1993). Néanmoins quelques travaux conduits dans la sous région ou en Afrique du Nord rapportent des performances zootechniques intéressantes enregistrées avec l'utilisation des pailles traitées. On peut ainsi citer ceux conduits sur ovins par BOURZAT (1984) au BURKINA FASO et par ROKBANI (1993) en TUNISIE.

Notre étude s'est fixée comme objectif d'évaluer l'effet du traitement de la paille de brousse à 4 p.100 d'urée sur sa valeur nutritive et sur les performances zootechniques des ovins.

La paille (traitée à l'urée ou non traitée) a été utilisée seule pour l'entretien ou avec un concentré à base de tourteau d'arachide et de graine de coton pour l'emboche ovine.

CHAPITRE 1- MATERIEL ET METHODES

Introduction

Cette étude a été réalisée à l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), à la station de Sangalkam, à 35 km de DAKAR, dans la zone des Niayes. Cette zone a un climat frais par rapport aux régions situées dans l'intérieur du Sénégal à cause des alizés maritimes qui soufflent en permanence et lui donnent une température moyenne annuelle de 25°C. La pluviométrie est comprise entre 500 et 400 mm par an.

A- Les animaux

1- Essai d'alimentation

a- Mise en lot

Quarante quatre béliers peul-peul âgés de 2 ans et pesant en moyenne $27 \pm 3,5$ kg ont été équitablement répartis en quatre lots de 11 animaux sur la base du poids vif et de la note d'état corporel. Ces 4 lots recevaient, soit de la paille de brousse non traitée seule (lot 1) ou complémentée avec un concentré (lot 3), soit de la paille traitée à 4 p.100 d'urée seule (lot 2) ou complémentée avec le même concentré (lot 4). L'essai a duré 90 jours dont 15 jours d'adaptation aux rations étudiées.

b- Traitements préliminaires

Les animaux ont été bouclés dès leur arrivée et ont subi un traitement antiparasitaire à l'ivermectine (IVOMEK ND) à la dose de 1 ml par animal injectable par voie sous-cutanée. Compte tenu de la prévalence des maladies transmissibles par les tiques dans la zone des Niayes (GUEYE et al., 1989), les animaux ont été traités à la fluméthrine (BAYTICOL ND) en pour-on. Ils ont également été vaccinés contre la pasteurellose (PASTEURELLAD ND) à la dose de 1 ml et la peste des petits ruminants (TISSU PESTE ND) à la dose de 1 ml, par voie sous-cutanée.

c- Infrastructures d'accueil

Les animaux étaient entretenus dans des parcs séparés par des grillages à raison d'un lot par parc. Chaque parc était équipé de 2 mangeoires pour la distribution de la paille et de 2 bacs en plastique pour la fourniture du concentré. L'eau était offerte dans des bacs de 20 l (3 bacs par lot).

2- Etude de digestibilité

L'étude de digestibilité a été réalisée à Sangalkam et a porté sur 6 moutons choisis parmi les 44, à la fin de l'essai d'alimentation. Six loges individuelles ont servi à l'adaptation des animaux aux rations à tester et 6 cages à la mesure de la digestibilité. Ces loges et cages étaient munies d'auges mobiles. L'abreuvement des animaux était assuré au moyen de seaux en plastique. L'étude s'est étalée sur une période de 20 jours par ration: 14 jours d'adaptation (dont 10 en loges d'adaptation et 4 en cages) et 6 jours de mesure. Les mesures de digestibilité ont duré 80 jours, au total, pour les 4 rations.

B- Les aliments

1- Traitement de la paille à l'urée

La paille de brousse a été traitée à 4 p.100 d'urée. Autrement dit, l'urée a été apportée à la dose de 4 kg pour 100 kg de paille à traiter. La quantité d'eau à apporter était égale à la quantité de paille à traiter.

a- Matériel nécessaire

- Paille de brousse

La paille de brousse a été récoltée au mois de Novembre, au niveau de la ferme et de ses alentours. Elle a été transportée par des charrettes jusqu'au lieu de traitement. Les espèces herbacées dominantes sur les pâturages de Sangalkam étaient représentées principalement par *Pennisetum pedicelatum* et *Brachiaria lata*.

- Fosse de traitement

Une fosse en ciment a été construite dans l'enceinte de la ferme, selon les dimensions suivantes: 5,8 m de long, 4,20 m de large et 1,70 m de hauteur. Sa capacité était de 2 tonnes de paille.

- Les bâches

Deux bâches de 6 m de long sur 6 m de large ont permis de recouvrir la paille en fosse afin de réaliser les conditions d'étanchéité et d'anaérobiose qui pouvaient permettre une bonne uréolyse.

b- Technique de traitement

- Dilution

Une quantité d'eau équivalente au poids de la paille a été utilisée pour dissoudre l'urée. La quantité d'urée était déterminée en fonction du poids de la paille (planche 1a). Ainsi 8 kg d'urée ont été dilués dans 200 l d'eau pour traiter 200 kg de paille. Afin d'assurer une bonne dilution, la solution a été agitée en remuant les fûts jusqu'à dilution complète de l'urée dans l'eau.

- Mise en fosse et aspersion

La fosse était tapissée par les bâches dont les bords libres sont restés à l'extérieur. La paille a été pesée à l'aide d'un peson Salter gradué de 1 à 200 kg avec une précision d'1 kg. Après chaque pesée, la paille a été versée dans la fosse et ensuite bien étalée sur toute son étendue. L'aspersion avec la solution d'urée a été effectuée à l'aide d'arrosiers de 10 l, soit 5 arrosiers pour 50 kg de paille. Le tout a été bien mélangé avec des fourches puis tassé par piétinement (planches 1b). Cette opération a été renouvelée plusieurs fois jusqu'à la réplétion complète de la fosse. Après le traitement, les bords libres des bâches ont été rabattus pour recouvrir la paille. La fosse a été hermétiquement fermée et des briques déposées sur les

bâches (planche 2a). Le traitement a duré 14 jours. Après ces 14 jours d'incubation, la fosse a été ouverte et la paille était prête pour être utilisée (planche 2b).

2- Conduite de l'alimentation

Chaque lot recevait une ration à base de paille traitée ou non traitée. Ainsi le lot 1 recevait de la paille non traitée seule, le lot 2 de la paille traitée seule, le lot 3 de la paille non traitée + 500 g de concentré et le lot 4 de la paille traitée + 500 g de concentré. Chaque lot avait à sa disposition une pierre à lécher de 10 kg (CM commercial).

a- Préparation des aliments

- Paille traitée

La paille était récupérée de la fosse le soir et séchée à l'ombre pour être distribuée le lendemain car, avec l'odeur piquante de l'ammoniac, la consommation des animaux pouvait être réduite.

- Concentré

Le concentré était constitué de 50 p.100 de tourteau d'arachide et de 50 p.100 de graine de coton. Chaque animal recevait quotidiennement 500g de concentré (soit un mélange de 250 g de tourteau d'arachide et de 250 g de graine de coton).

b- Distribution des aliments

La paille était distribuée *ad libitum* selon un taux de refus 15 p.100. Le fourrage était fractionné en deux portions, la première distribuée le matin à 8 heures et la deuxième l'après-midi à 15 heures. Pour les animaux recevant le concentré, la quantité distribuée était de 500g par animal et par jour. La distribution du concentré se faisait elle aussi à 2 reprises, la moitié le matin et l'autre moitié l'après-midi, deux heures après la distribution de la paille.

C- Prélèvements et mesures

Différents prélèvements et mesures ont été effectués.

1- Essai d'alimentation

a- Quantités ingérées

Planche 1 : Pesée de l'urée pour dilution (A) et apersion et piétinement de la paille (B)



A



B

Planche 2 : Fermeture de la fosse après traitement (A) et coloration de la paille après traitement (B)



A



B

Le niveau d'ingestion quotidien a été mesuré pour chaque lot par pesée des quantités d'aliments distribués et des refus. Un échantillon mensuel du distribué et du refus a été constitué pour chaque ration. Les échantillons d'aliments ont été envoyés au Laboratoire de Nutrition du LNREV pour l'analyse chimique.

A la fin de l'essai, le restant de la pierre à lécher de chaque lot a été pesé.

b-Pesée des animaux

L'évolution pondérale a été suivie grâce à un certain nombre de pesées:

- une pesée à l'arrivée des animaux;
- une triple pesée de démarrage;
- une double pesée tous les quinze jours;
- et une triple pesée à la fin de l'essai alimentaire.

Les pesées ont été effectuées le matin, avant la distribution des repas.

c- Etat corporel

L'évolution de l'état corporel a été suivie par une notation au début de l'essai puis une fois par mois selon une grille de 6 points (de 0 à 5) inspirée de celle utilisée chez la chèvre du Sahel (CISSE et al., 1994).

d- Mensurations

Des mensurations ont été effectuées tous les 28 jours à compter du démarrage de l'essai. Les paramètres suivants ont été déterminés: la hauteur au garrot, la hauteur aux sangles, le périmètre thoracique, la longueur scapulo-ischiale, la longueur de la croupe, la largeur de la croupe, la longueur de la tête et la largeur de la tête.

e- Prises de sang

Du sang a été prélevé tous les 28 jours sur 16 moutons, à raison de 4 moutons par lot. Les prélèvements ont été effectués sur les mêmes animaux durant tout l'essai. Aussitôt après le prélèvement, le sang a été centrifugé à 3000 tours pendant 15mn. Le plasma récupéré a été réparti dans 3 cupules portant chacun le numéro du lot, le numéro de l'animal et la date du prélèvement.

En plus de ces prises de sang, d'autres ont eu lieu en milieu d'essai sur 8 animaux (2 par lot). Sur chaque animal, 5 prises prélèvements journaliers ont été fait à 8 h 45 mn, à 11 h, à 15 h 15 mn, à 17 h 30 mn et à 19 h 30 mn. L'heure de distribution de la paille et du concentré a été notée.

2- Essai de digestibilité

Pendant la phase de mesure, le distribué et le refus ont été pesés pour déterminer la quantité consommée. Un échantillon du distribué et un du refus ont été constitués et la matière sèche déterminée. Au bout de 6 jours, les échantillons du distribué ont été mélangés en un seul, de même que ceux du refus.

La quantité d'urine émise par animal et par jour a été mesurée et 15 p.100 de cette quantité ont été prélevés et conservés au frais en vue du dosage de l'azote.

De même pour les fèces les quantités journalières émises ont été mesurées et un aliquote constitué pour l'analyse chimique.

Au total, 44 échantillons ont été constitués pour cette étude, dont 16 d'aliments, 4 de fèces et 24 d'urine.

3- Analyses chimiques

a- Composition chimique des rations

Les échantillons d'aliments (11 pour l'essai d'alimentation et 16 pour la digestibilité) ont fait l'objet d'une analyse bromatologique pour déterminer : la matière sèche (MS), la matière organique (MO), la matière azotée totale (MAT) selon la méthode de Kjeldalh, les fibres (lignine, ADF et NDF), les cendres, le calcium (Ca) et le phosphore (P).

b- Analyses plasmatiques

Cent quatre échantillons de plasma ont été analysés pour dosage de l'urée et du glucose. Des kits commerciaux ont servi au dosage du glucose (méthode à la glucose-oxydase de Trinder (1969), kit Sera-Pak-Miles Italiana) et de l'urée (méthode de Gutmani et Bermeyer (1974), kit urée enzymatique UV H.P., Biotrol). La lecture a été faite avec un semi-automate de Biochimie RA 50 Technicon.

4- Analyses statistiques

Toutes les données ont été saisies sur un tableur (Multiplan). L'effet du traitement à l'urée, de l'apport de concentré et de leur interaction ont été testés selon un modèle d'analyse de variance-covariance (CISSE et al., 1991) utilisant 2 facteurs à 2 niveaux: le facteur " traitement à l'urée " et le facteur "apport de concentré:

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

μ = moyenne ajustée

A_i = effet du traitement à l'urée

B_j = effet de l'apport de concentré

AB_{ij} = interaction traitement à l'urée-apport de concentré

$e(ije)$ = erreur résiduelle

Les corrélations entre la note d'état corporel et les paramètres de mensurations ont été calculées sur STATITCF

CHAPITRE 2- RESULTATS ET DISCUSSION

A- RESULTATS

1- VALEUR NUTRITIVE DES ALIMENTS

a- Composition chimique des rations

La composition chimique de la paille de brousse non traitée, de la paille de brousse traitée et du concentré figure au tableau III.

Le traitement de la paille à l'urée a entraîné une augmentation de la teneur en matières azotées totales de 50,5 p.100. Cette teneur passe de 5,4 pour la paille non traitée à 10,9 p.100 de la MS pour la paille traitée.

b- Niveau d'ingestion volontaire

- Consommation de la matière sèche

Les consommations moyennes quotidiennes par animal et par lot sont rapportées au tableau 4. Le niveau moyen de consommation de paille a été de $0,7 \pm 0,0$; $0,9 \pm 0,1$; $0,6 \pm 0,1$ et $0,8 \pm 0,1$ Kg MS / animal/jour, respectivement, dans les lots 1, 2, 3 et 4.

Les quantités totales ingérées ont été de 2,53; 3,28; 3,60 et 4,51 kg MS/100 kg de poids vif dans les lots 1, 2, 3 et 4 respectifs. Ces quantités exprimées en kg MS/ kg p^{0,75} ont été de 58; 75,2; 83,1 et 103, respectivement, pour les lots 1, 2, 3 et 4.

L'apport de concentré pour les lots 3 et 4 a augmenté l'ingestion de la paille traitée (lot 4) de 17,1 p.100 comparée à celle de paille non traitée (lot 3).

La consommation de la pierre à lécher a été de 1; 4,5; 1 et 2,5 g/ animal/ jour, respectivement, pour les lots 1, 2, 3 et 4.

- Indice de consommation

Les indices de consommation ont été de 176, 14,2; 11,2 g MS/ g de gain de poids respectivement pour les lots 2, 3 et 4.

Le lot 1 ayant enregistré une perte de poids a un indice négatif: -54,9 g MS/g de gain de poids.

TABLEAU III : Composition chimique des aliments

	Paille de brousse	Paille traitée	Tourteau d'arachide	Graine de coton
Matières sèches (MS)	92	92,5	93,2	92,5
Matières organiques (p.100 MS)	90,5	89	94,9	95,5
Matières azotées totales (p.100 MS)	5,4	10,9	54,6	22,3
Azote soluble en p.100 de MAT	32	47		
Matières minérales (p.100 MS)	9,6	11	5,1	4,5
Ca (p.100 MS)	0,53	0,66	0,10	0,25
P (p.100 MS)	0,24	0,23	0,56	0,47
Insoluble chlorhydrique (p.100 MS)	4,9	5,5	0,5	0,10
Cellulose brute de Weende (p.100 MS)	38	47		
FIBRES de Van Soest (p.100 MS)				
ADF	44,5	50,4	8,2	32,1
NDF	71	64,4	22,0	45,2
LIG	10,2	9,1	2,5	8,8
C	34,3	41,3	5,7	23,3
HC	26,5	14,0	13,8	13,1

TABLEAU IV: Consommations moyennes, performances pondérales et note d'état corporel

	lot 1	lot 2	lot 3	lot 4	source de variation ¹			Ectr ²
					T	C	T*C	
Nombre d'animaux	8	11	11	11				
Ration de base ³	PNT	PT	PNT	PT				
Concentré (g/j/tête)	0	0	500	500				
Paille ingérée (kg MS/j/tête)	0,7	0,9	0,6	0,8	**	**	**	0,4
Poids initial (kg)	27,7±3,3	27,4±2,6	28,3±4,0	27,5±2,6				
Poids final (kg)	26,4	28,0	35,7	39,0	2,7 **	9,8 **	**	1,4
G.M.Q (g/j)	-12,9	5,0	71,9	109,9	28,4 *	96,7 **	**	14,2
Note d'état initial	2,9±1,1	2,9±0,6	2,8±0,8	2,9±0,7				
Note d'état final	2,0	2,7	3,2	3,6	0,22 ns	0,74 **	*	0,6

¹- L'effet du traitement à l'urée (T) estimé par la différence " paille traitée-paille non traitée ", et celui de l'apport de concentré (C) " lot complément -lot non complémenté ", et leur interaction (T*C) ont été significatifs à p < 0,01 : **, p < 0,05 : * ou non significatif : ns.

²- Ectr écart-type résiduel.

³- Ration de base : PNT = paille non traitée, PT = paille traitée.

c- Digestibilité des rations

La digestibilité des constituants de chaque ration a été mesurée et les résultats obtenus sont présentés au tableau V.

Le coefficient de digestibilité de la matière sèche (dMS) de la paille de brousse a été de 47,8 p. 100. Avec le traitement à l'urée, il est passé à 53,0 p. 100.

Le traitement de la paille à l'urée a significativement ($p < 0,01$) augmenté la digestibilité de l'ensemble des constituants de la ration mesurés, excepté celle de la MAT (Tableau V). La digestibilité de la matière azotée et de la matière sèche, a significativement augmenté, avec l'apport de concentré (tableau V). L'effet positif du traitement à l'urée sur la digestibilité de la matière sèche a été significatif à 10 p. 100.

2- PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

Les principaux résultats sont consignés au tableau IV.

a- Performances pondérales

- Evolution pondérale

La courbe d'évolution pondérale (figure 4a) a mis en évidence un accroissement du poids vif dans tous les lots avec une pente beaucoup plus forte chez ceux qui recevaient le concentré (lots 3 et 4), dès la période d'adaptation. Une chute de poids régulière a été observée chez les animaux du lot 1 et ceci jusqu'à la fin de l'essai. Au niveau du lot 2, une légère baisse du poids vif a été enregistrée jusqu'au 30^{ème} jour. Par la suite, la tendance s'est inversée.

Chez les lots complémentés, l'augmentation de poids a été régulière pendant tout l'essai avec cependant une vitesse nettement plus importante dans le lot 4.

- Gain moyen quotidien (G.M.Q)

Les G.M.Q obtenus ont été de -12,9; 5,0; 71,9; et 109,9 g/ animal/ jour, respectivement, pour les lots 1, 2, 3 et 4 (Tableau IV).

Le traitement a permis une augmentation du G.M.Q de 28,4 g ($p < 0,05$).

L'effet de l'apport du concentré sur le G.M.Q a été significatif ($p < 0,01$)

Il en est de même pour l'interaction entre le concentré et traitement à l'urée.

TABLEAU V : Digestibilité des différents constituants des rations

	lot 1	lot 2	lot 3	lot 4	source de variation ²			Ectr ³
					T	C	T*C	
dMS	47,8	53,0	57,0	61,7	4,9 +	8,8 *	ns	4,5
dMO	52,8	66,3	59,7	66,7	10,3 **	3,6 ns	ns	4,1
dMAT	20,8	23,3	73,7	75,3	2,1 ns	52,4 **	ns	6,3
dCB	66,0	81,3	55,0	63,5	11,8 **	-14,4 **	+	9,6
dNDF	59,8	71,2	51,2	58,5	9,3 **	-10,6 **	ns	3,6
dADF	60,0	71,2	43,3	54,7	11,2 **	-16,6 **	ns	3,7
dLI	13,2	68,2	-26,3	12,1	46,6**	-46,7 **	+	8,3
dC	55,8	72,2	63,8	73,0	12,8 **	4,4 +	+	4,0
dHC	68,0	72,2	66,0	77,3	7,6 **	1,6 ns	*	7,5

¹- Digestibilités de la matière sèche (dMS), de la matière organique (dMO), de la matière azotée totale (dMAT), de la cellulose brute de Weende (dCB), de la NDF (dNDF), de l'ADF (dADF), de la lignine (dLI), de la cellulose de Van Soest (dC) et de l'hémicellulose (dHC)

²- Source de variation: effet du traitement à l'urée T estimé par la différence « paille traitée-paille non traitée », de l'apport du concentré C « lot complétement-lot non complétement », et leur interaction (T*C) ont été significatifs à $p < 0,01$: **, $p < 0,05$: *, $p < 0,1$: + ou non significatif: ns

³- Ectr = écart-type résiduel

b- Evolution de la note d'état corporel (N.E.C.)

Les courbes d'évolution de la note d'état corporel des animaux sont présentées au niveau de la figure 4b.

Le traitement de la paille à l'urée n'a pas eu un effet significatif sur la variation de la note d'état corporel (tableau IV).

Dans le lot 1 alimenté avec de la paille non traitée uniquement une baisse significative de la note d'état corporel (- 0,9 point, $p < 0,01$) a été enregistrée.

Par contre, l'effet du concentré a été positif et significatif ($p < 0,01$) sur la variation de la note d'état corporel. L'interactions entre le traitement et le concentré a été également significative ($p < 0,05$) sur la variation de ce paramètre.

c- Barymétrie

Les principaux résultats sont consignés dans le tableau VI et les courbes d'évolution des différents paramètres sont présentées au niveau des figures 5, 6, 7 et 8.

Le traitement à l'urée n'a pas eu un effet significatif sur les paramètres de mensuration corporelle. Des variations significatives de ces paramètres ont été plutôt liées à l'apport de concentré. La note d'état corporel a été positivement corrélée au poids vif ($r = 0,55$; $p < 0,05$), au périmètre thoracique ($r = 0,51$; $p < 0,05$), à la longueur scapulo-ischiale ($r = 0,35$; $p < 0,05$), à la largeur ($r = 0,34$; $p < 0,05$) et à la longueur ($r = 0,33$; $p < 0,05$) de la croupe.

3- EVENEMENTS SANITAIRES.

Au cours de l'essai, un cas de météorisation a été observé dans le lot 4 (paille traitée + concentré). Il a été traité par une injection intra-ruminale de RUMINOASTINE ND.

Trois cas de mortalités ont été enregistrés dans le lot 1 (paille non traitée seule) au cours des 2 derniers mois. A la fin de l'essai, au dernier jour de la triple pesée, un mouton du lot 2 (paille traitée seule) est mort suite à une prise de sang.

Figure 4 : Evolution du poids vif (A) et de la note d'état corporel (B)

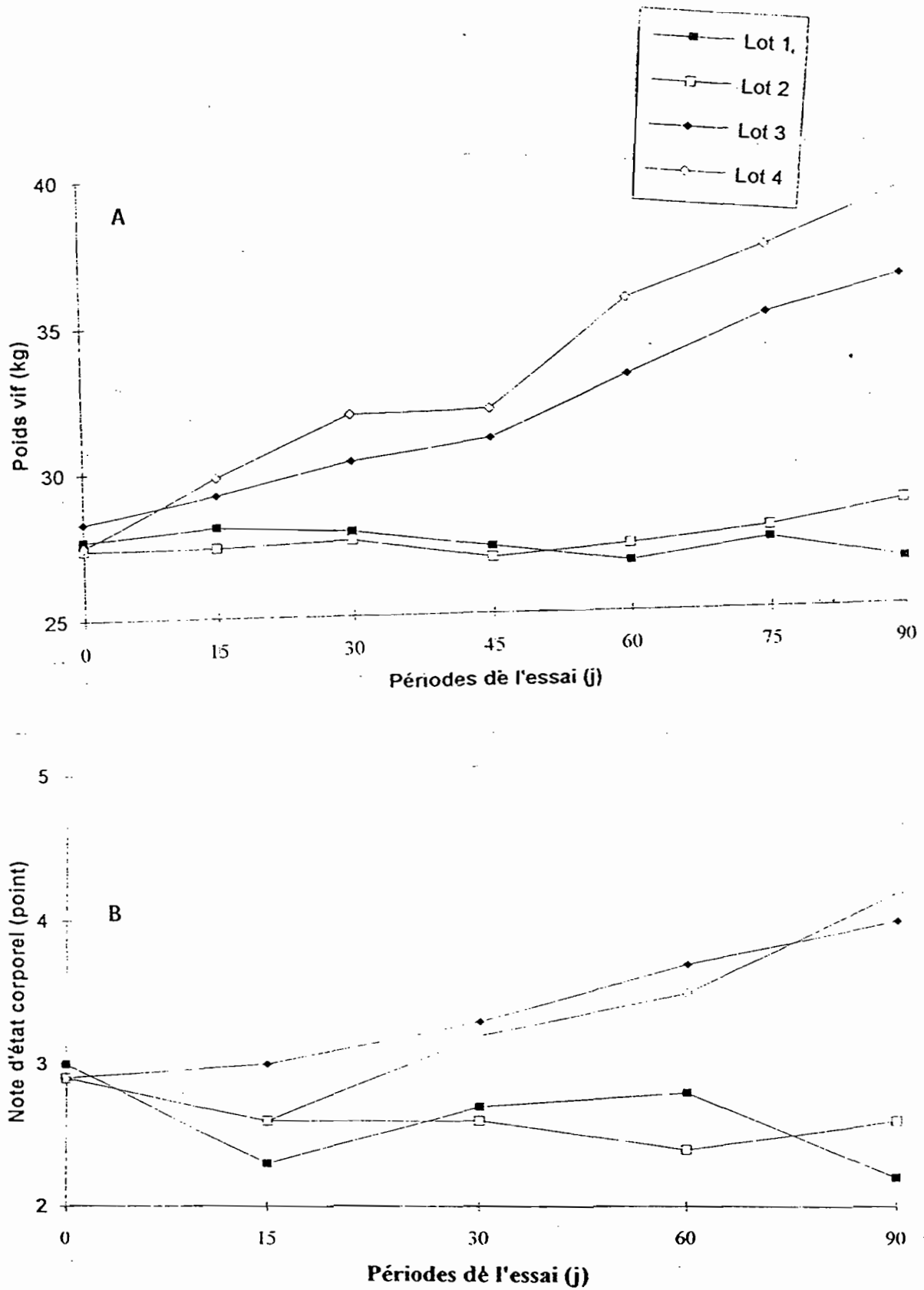


TABLEAU VI: Variations des paramètres de mensuration corporelle

Nombre d'animaux Début essai	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Sources de variation ¹			
	8	11	11	11	T	C	T*C	Ectr ²
PT	74 ± 3	72 ± 3	74 ± 3	74 ± 3	1,1ns	6,6**	0,58ns	3,4
HG	66 ± 3	64 ± 3	65 ± 3	65 ± 2	0,36ns	4,2*	0,46ns	9,7
HS	39 ± 2	37 ± 2	37 ± 3	38 ± 2	0,48ns	1,8+	0,26ns	7,6
LSI	57 ± 3	57 ± 2	58 ± 4	57 ± 4	0,44ns	3,2*	0,64ns	9,8
LC	20 ± 2	20 ± 0	20 ± 1	20 ± 1	0,52ns	1,72**	-0,02ns	3,6
lc	14 ± 1	14 ± 1	13 ± 1	14 ± 1	0,62+	1,42**	0,16ns	8
LT	19 ± 1	20 ± 0	20 ± 1	20 ± 1	-0,16ns	1,22+	0,46ns	8,6
lt	12 ± 0	12 ± 1	12 ± 1	12 ± 1	-0,08ns	0,48+	0,7+	6,5
Différence ³								
dPT	-3,5	-0,5	2,8	4,7	2,4+	5,6**	-0,5ns	9,2
dHG	-2,3	-0,6	2,6	3,4	1,1ns	3,8**	0,38ns	6
dHS	-2,1	0,1	1,5	1,2	0,94ns	2,1*	-1,1+	4,7
dLSI	1,6	0,9	3,7	5,2	0,3ns	3*	1,22+	9
dLC	-0,6	-0,2	0,8	1,2	0,44ns	1,28+	0,02ns	3,3
dlc	-1,0	-0,9	1,2	0,6	-0,3ns	1,6**	-0,38ns	8,5
dLT	1,0	-0,1	1,0	1,3	-0,4ns	0,52+	0,66+	7,6
dlt	-0,3	-0,9	0,0	0,4	-0,02	0,46+	0,32ns	6,4

1- Périmètre Thoracique (PT), Hauteur au Garrot (HG), Hauteur aux Sangles (HS), Longueur Scapulo-ischiale (LSI), Longueur de la Croupe (LC), largeur de la croupe (lc), Longueur Tête (LT) et largeur tête (lt).

¹ Sources de variation: l'effet du traitement à l'urée T estimé par la différence « paille traitée-paille non traitée », et celui de l'apport de concentré C « lot complémenté-lot non complémenté », et leur interaction (T*C) ont été significatifs à $p < 0,01$: **, $p < 0,05$: *, $p < 0,1$: + ou non significatif: ns.

² Ecart-type résiduel

³ Pour chaque paramètre, la variation est estimé par la différence (valeur obtenue à la fin de l'essai - valeur initiale).

Figure 5 : Evolution du périmètre thoracique (A) et de la hauteur au garrot (B)

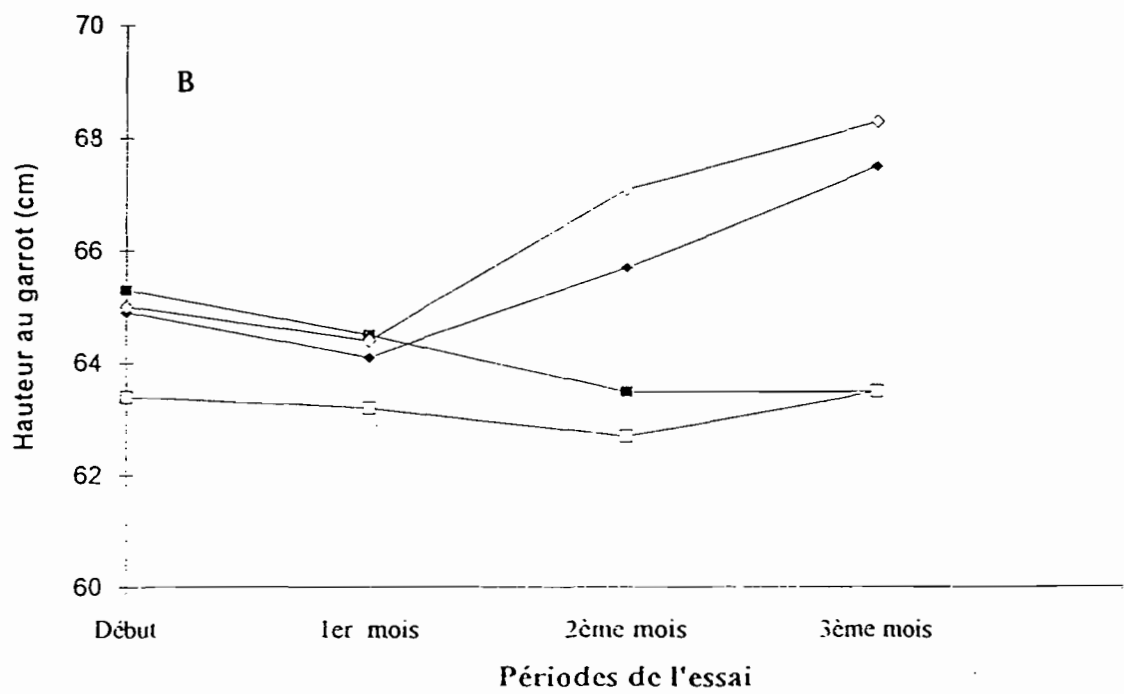
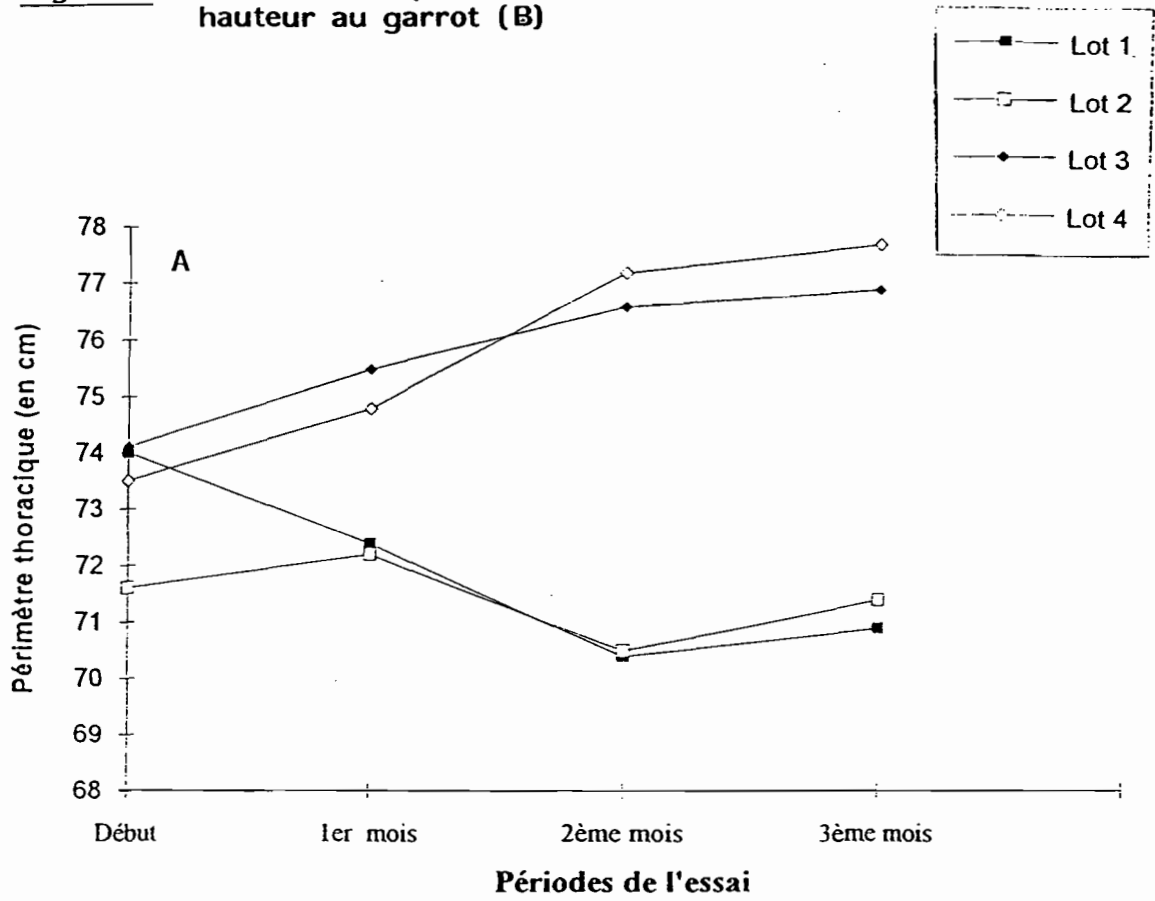


Figure 6 : Evolution de la longueur scapulo-ischiale (A) et de la hauteur aux sangles (B)

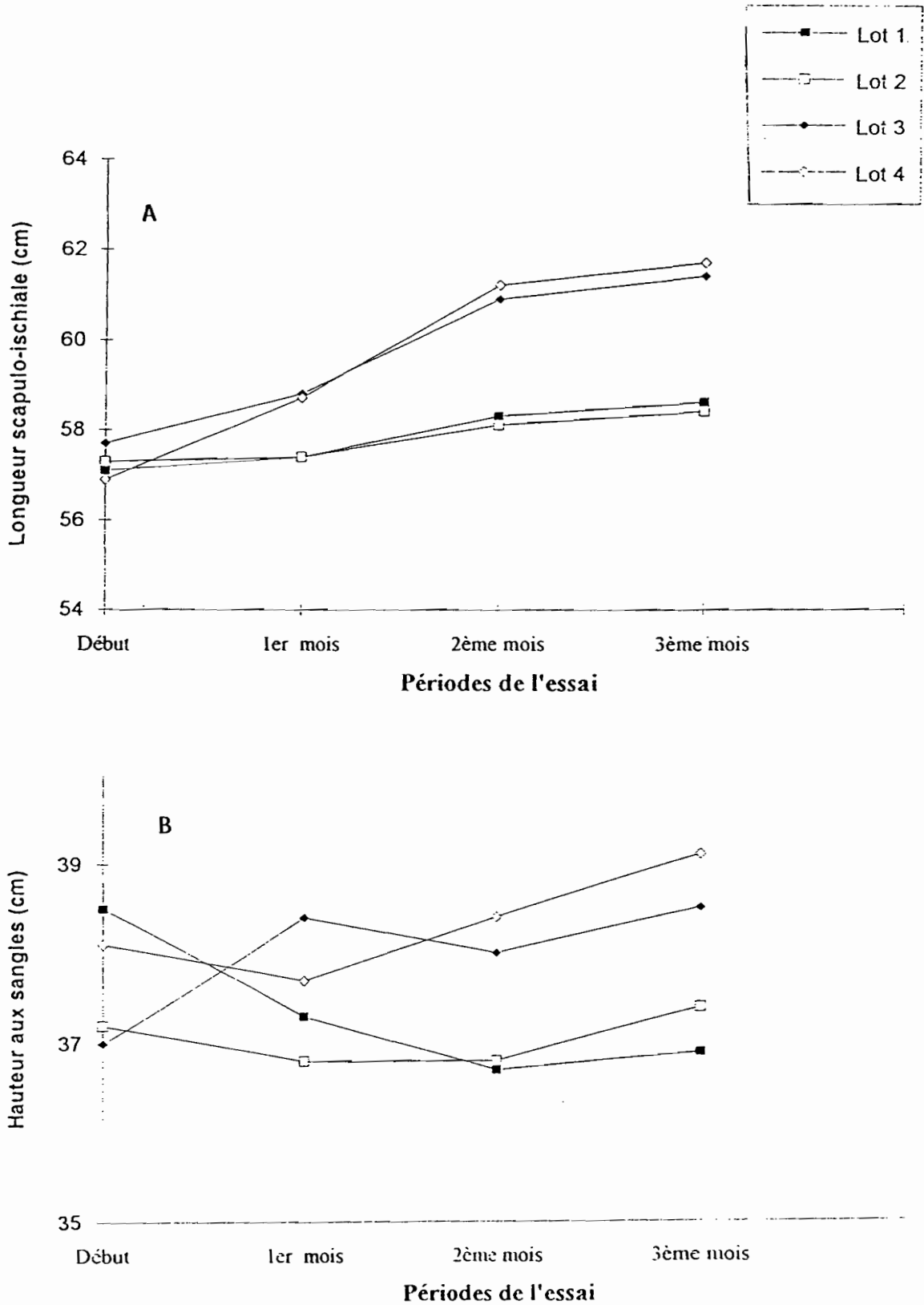
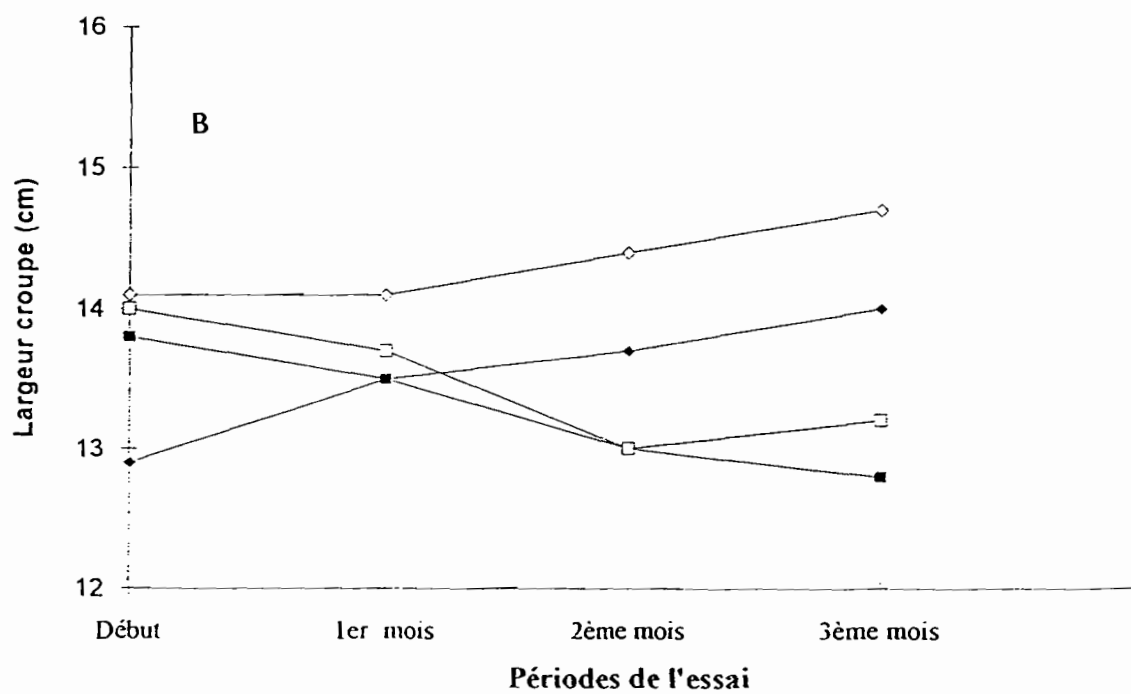
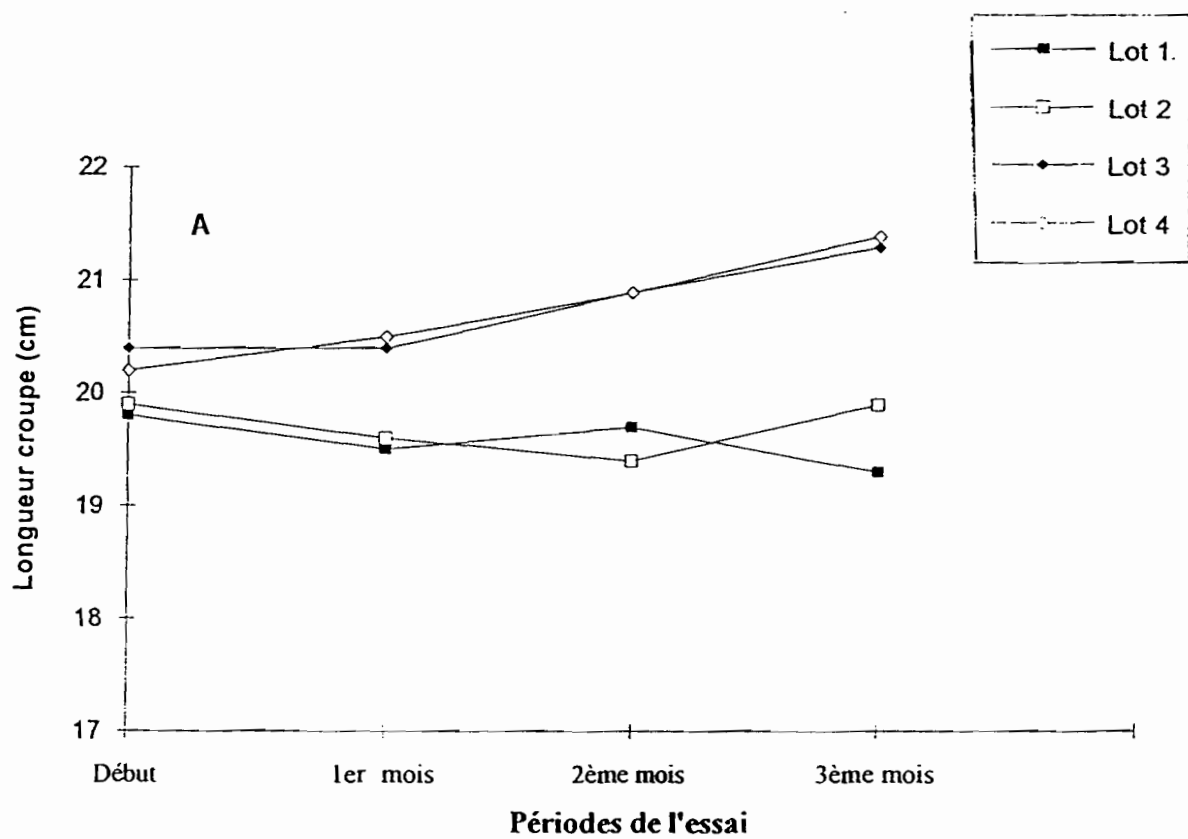
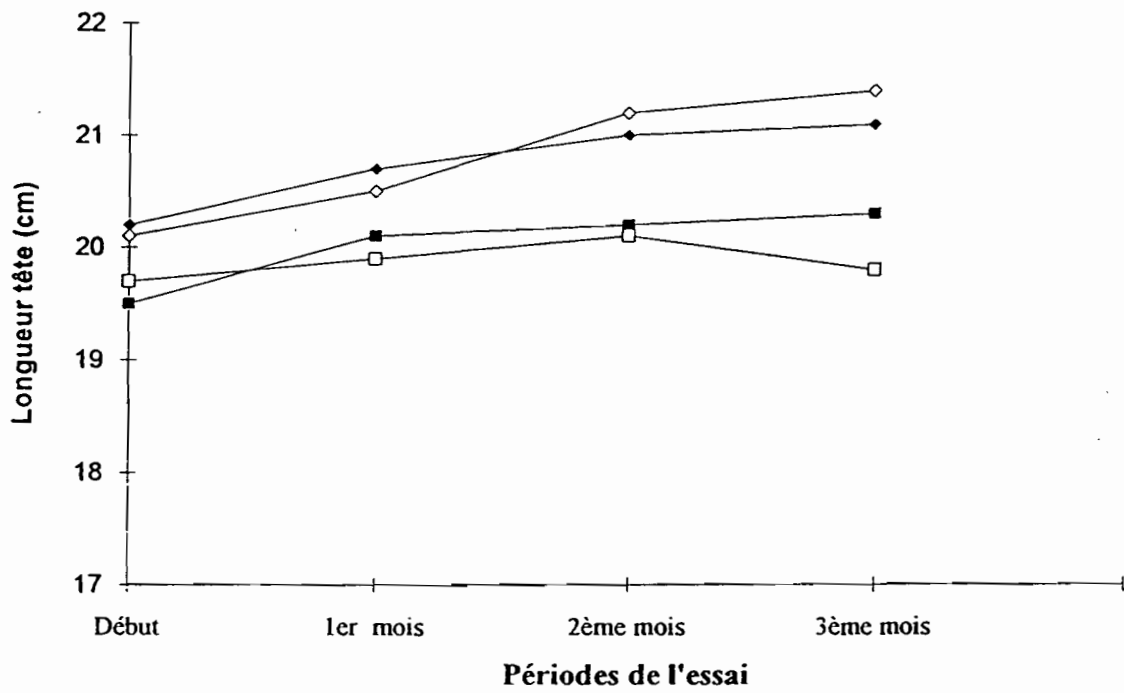


Figure 7 : Evolution de la longueur (A) et de la largeur (B) de la croupe



LOTETE.XLS Graphique 1

Figure 8 : Evolution de la longueur de la tête



4- CINÉTIQUE DU GLUCOSE ET DE L'URÉE

a- Cinétique mensuelle

- Glucose

Au début de l'essai, la glycémie moyenne des quatre lots était de $0,76 \pm 0,03$ g/l. Au bout d'un mois d'alimentation il y a eu une nette différenciation de la glycémie des différents lots. Une chute de la glycémie a été observée dans les lots non complémentés (lots 1 et 2). Par contre, dans les lots complémentés (lots 3 et 4), la glycémie a connu une légère augmentation (figure 9a).

- Urée

Au début de l'essai, l'urémie moyenne a été de $0,44 \pm 0,07$ g/l pour les 4 lots. Elle a connu une forte diminution, à la fin du premier mois, chez les animaux qui ne recevaient pas de concentré (lots 1 et 2). L'urémie des béliers des lots complémentés (lots 3 et 4) a évolué au dessus de celle des autres lots (figure 9b).

b- Cinétique journalière.

L'évolution journalière de la glycémie et de l'urémie a été suivie sur quelques ovins (figure 10).

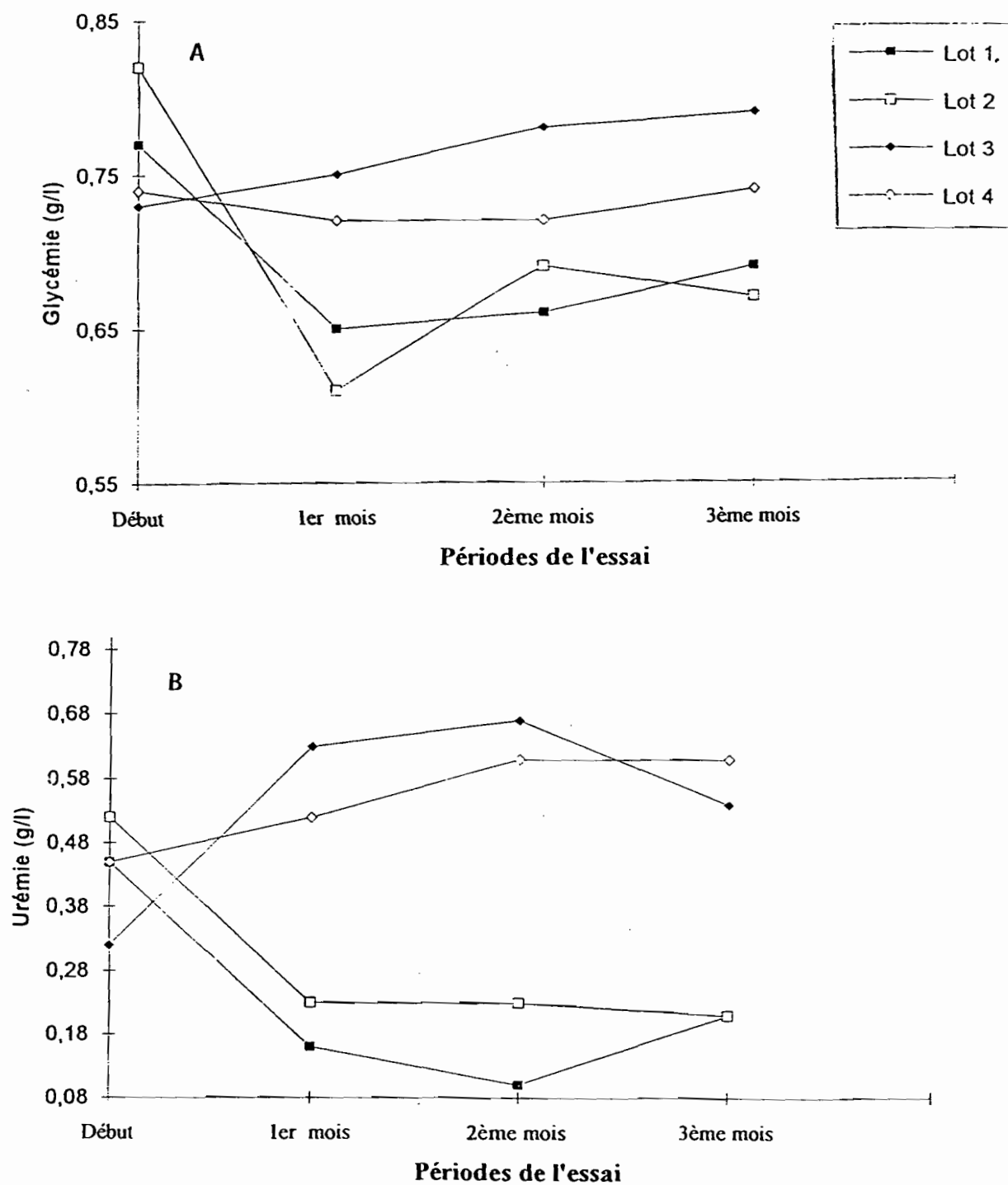
- Glucose

A jeun, les glycémies suivantes ont été enregistrées : 0,5; 0,71; 0,71 et 0,73 g/l, respectivement, pour les lots 1, 2, 3 et 4 à 8 h 45 mn. La glycémie a varié selon les lots (les lots complémentés ont eu les glycémies les plus élevées) et en fonction de la distribution des repas, dans les lots non complémentés (figure 10a).

Deux heures après la distribution de la première moitié de la paille à 11 h, une augmentation de la glycémie a été constatée dans tous les lots. Cependant, les variations ont été plus importantes pour les lots 1 et 2. Après la distribution du concentré (lots 3 et 4) à 15 h 45 mn, la glycémie s'est accrue dans les lots 3 et 4 et une chute spectaculaire a été dans les lots 1 et 2.

Dans l'après-midi, après la distribution de la deuxième moitié de la paille, à 17 h 30 mn, le même phénomène s'est reproduit chez les lots 1 et 2. Chez les lots 3 et 4, les valeurs ont peu variés et il a été noté une légère baisse dans les lots complémentés.

Figure 9 : Evolution mensuelle de la glycémie (A) et l'urémie (B)



- Urée

L'urémie des moutons à jeun à 8 h 45 mn a été faible chez les lots 1 et 2 (0,07 et 0,17 g/l respectivement) et élevée chez les lots 3 et 4 (0,55 et 0,58 g/l).

Les lots complémentés (lots 3 et 4) ont eu les concentrations plasmatiques en urée les plus fortes (figure 10b). Le traitement à l'urée a également élevé l'urémie. En effet l'urémie du lot recevant de la paille de brousse traitée (lot 2) a évolué au dessus de celle du lot recevant la paille de brousse non traitée (lot 1). La même remarque est valable chez les lots complémentés.

4- ESQUISSE ECONOMIQUE

a- Coût du traitement

La vulgarisation du traitement de la paille à l'urée étant envisagée, il s'est avéré nécessaire d'évaluer les coûts de l'opération. Mais il faudrait d'emblée noter que dans cette évaluation, l'approche serait différente entre l'essai conduit en station et l'opération menée en milieu paysan car les coûts ne seront pas les mêmes, et il y a des alternatives selon le contexte. Par exemple le coût d'achat du matériel de traitement sera différent selon qu'on est en station ou en milieu paysan (différence dans les coûts du matériel utilisé et/ ou de la main-d'oeuvre qui peut être salariée ou familiale). Il y a donc plusieurs scénarii d'évaluation des coûts.

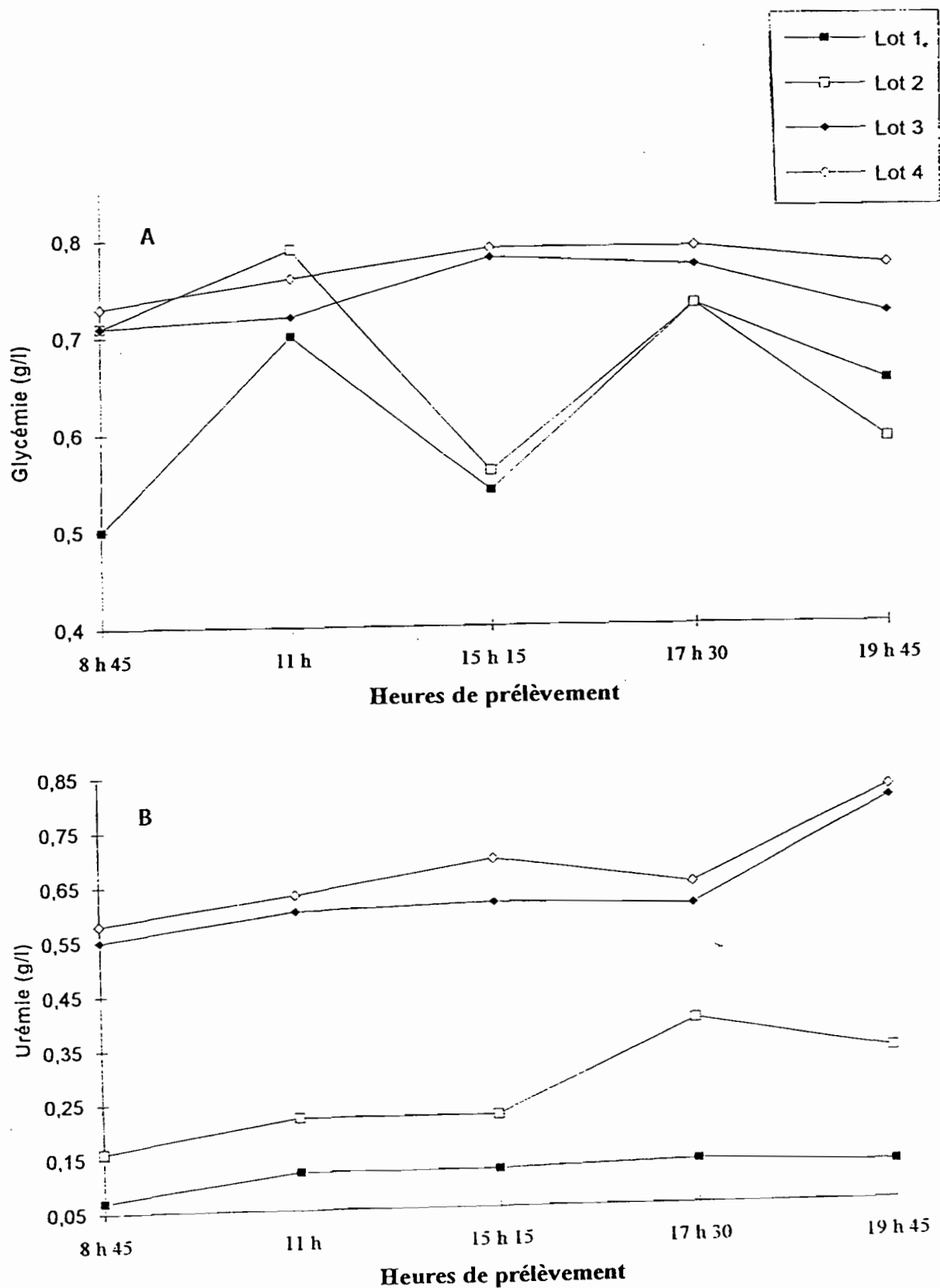
- Investissement

Les investissements nécessaires ont été rapportés dans le tableau VII. Ils portent sur les infrastructures et le matériel de traitement. Cet investissement a été relativement cher, dans notre étude.

- Dépenses d'exploitation

Elles ont été effectuées pour l'achat de paille, d'urée et pour la main d'oeuvre, et sont rapportées dans le tableau VIII. Le calcul du coût de la paille traitée devrait prendre en considération l'investissement et les dépenses d'exploitation. Cependant, compte tenu de la variabilité de l'investissement en fonction du matériel utilisé, seules les dépenses d'exploitation ont été considérées pour déterminer le coût de la paille traitée, utilisé dans les différents calculs de bilan économique. Ce coût de la paille traitée a été de 25 F CFA le kg.

Figure 10 : Evolution journalière de la glycémie (A) et de l'urémie (B)



b- Bilan de l'opération, la paille étant utilisée pour l'entretien des animaux.

Les résultats de ce bilan sont rapportés dans le tableau IX et concernent les lots 1 (paille non traitée) et 2 (paille traitée).

Le traitement de la paille a permis de maintenir l'état corporel et le poids des ovins. Sur le plan économique, la perte à la vente des ovins a été beaucoup plus importante avec le lot 1.

c- Bilan de l'opération d'embouche

Les résultats figurent dans le tableau IX et concernent les lots 3 (paille non traitée + concentré) et 4 (paille traitée + concentré).

La ration à base de paille traitée est plus rentable, elle a permis un gain financier de 32 p. 100 par rapport au bénéfice de l'opération avec la paille non traitée.

Pour avoir un gain d'un kg de poids vif il faut dépenser en aliment 522 f CFA pour la ration à base de paille non traitée contre 479 f CFA pour la ration à base de paille traitée.

TABLEAU VII: Investissement pour le traitement de la paille ¹

OBJET	Coût unitaire en F CFA	QUANTITE	Coût total en F CFA
Bâches en PVC (8 sur 6 mètres)	70 000	2	140 000
Fût métallique avec robinet	12 500	2	25 000
Râteau	1 700	2	3 400
Fosse ²	80 000	1	80 000
Arrosoir	2 500	2	5 000
Total investissement (F CFA)	253 400		

¹- Evaluation avec l'essai conduit en station

²- Estimation par l'achat des briques et du ciment

Tableau VIII: Dépenses d'exploitation pour le traitement de la paille

	Coût unitaire (F CFA)	Quantité	Coût global (F CFA)
Paille de brousse	15 f/kg ¹	2 000 kg	30 000
Urée ²	178	80 kg	14 240
Main d'oeuvre ³	1 000	5	5 000
Total (F CFA)		49 240	

¹- Estimation faite sur la base de ce que l'éleveur perd s'il s'occupe de la récolte de la paille

²- Prix actuel à la Senchim

³- Rémunération journalier à l'ISRA

TABLEAU IX: Bilan économique de l'essai

	LOT 1	LOT 2	LOT 3	LOT 4
Achat des animaux (F CFA)	303 000	298 000	303 500	298 500
Paille (F CFA)	11 731,5	31 198,5	8 910	26 811,2
Concentré (F CFA)	0	0	33 412,5	33 412,5
Pierre à lécher (F CFA)	160,5	679	160,4	400
Frais vétérinaire (F CFA)	4 862	4 862	4 862	4 862
Main d'oeuvre (F CFA)	18 270	18 270	18 270	18 270
TOTAL DES CHARGES (F CFA)	338 024	353 009,5	369 114,9	382 255,7
Vente des animaux (F CFA)	232 100	297 000	455 800	496 400
Marge (ou perte) (F CFA)	- 105 924	- 56 009,5	86 685	114 144
Prix moyen d'un animal (F CFA)	21 100	27 000	41 436	45 127
Marge brute (ou perte) moyenne par animal (F CFA)	- 9 630	- 5 092	7 881	10 377

B- DISCUSSION

1- VALEUR NUTRITIVE DES ALIMENTS

a- Composition chimique des rations

Le traitement a entraîné une augmentation de la matière azotée totale de 51 p.100. Ce résultat est en accord avec ceux de DOLBERG (1981), FADIGA (1993) qui ont utilisé une dose de 5 p. 100 d'urée avec la paille de riz et ceux de COULIBALY (1989) avec de la paille de brousse traitée à 4 p. 100. Cette augmentation est due à l'apport d'azote non protéique par l'urée (CHENOST, 1987).

b- Niveau d'ingestion volontaire

- Consommation de matière sèche

Les moutons recevant de la paille de brousse non traitée seule ont consommé 58 g MS/kg p^{0.75}/j. Ce niveau d'ingestion ne peut pas satisfaire correctement leurs besoins d'entretien comme le suggère la baisse de poids vif enregistrée chez les moutons.

Le traitement à l'urée a favorisé l'ingestion de la matière sèche, en l'augmentant de 22 p.100. Ce résultat concorde avec ceux de nombreux auteurs (FADIGA, 1993 et NEFZAOUI en 1993). L'accroissement de l'ingestion est dû à l'amélioration du taux azoté de la paille qui stimule l'appétit (EGAN, cité par FADIGA, 1993). L'apport de concentré accroît la quantité de matière sèche ingérée malgré une diminution par substitution de la consommation de fourrage (JARRIGE, 1988).

- Indice de consommation

Le traitement de la paille à l'urée a amélioré l'efficacité zootechnique des rations.

Il a été noté un indice de 179 et un G.M.Q de 5,0 g /j/tête FADIGA (1993) a obtenu chez des moutons un indice de -20,16 et un G.M.Q de -25 g/j avec la paille de riz traitée seule offerte sans supplémentation minérale. Cette différence pourrait s'expliquer par l'apport de minéraux qui entraîne une meilleure efficacité de la ration (GUEGUEN et al., 1988).

L'indice de consommation élevé (179) montre que la paille traitée seule ne peut constituer à elle seule une ration d'embouche, mais peut être utilisée comme aliment d'entretien pendant la période de soudure.

L'apport de concentré permet d'améliorer considérablement l'utilisation alimentaire des pailles. L'indice passe de 14,2 pour la ration à base de paille non traitée à 11,2 pour la ration à base de paille traitée. Cependant ces indices demeurent relativement élevés par rapport à ceux obtenus sur des ovins par BOURZAT (1984) avec des rations à base de paille de sorgho traitée à la dose de 6,5 p. 100. La différence peut être due à la nature grossière de nos rations, d'une part, et d'autre part, à l'âge et à la race des animaux utilisés dans ces études, qui seraient différents.

c- Digestibilité des rations

Le traitement à l'urée a amélioré la digestibilité des différents constituants de la paille. Toutefois l'augmentation a été plus significative pour les fibres. Ces résultats corroborent ceux déjà rapportés par XANDE (1978), DOLBERG (1981), FALL (1988), CHERMITI (1989) et NEFZAOUI (1993).

L'apport de concentré, tout en augmentant la digestibilité de la M.A.T, réduit considérablement celle des fibres du fait de la richesse en glucides rapidement fermentescibles dans le concentré (FADIGA, 1993). Le concentré provoque des modifications fermentaires qui perturbent la digestion des fourrages en réduisant leur ingestion. La présence de glucides très fermentescibles inhibe le développement des bactéries cellulolytiques qui s'attaquent aux parois cellulaires, et réduit ainsi la digestibilité du fourrage (JOURNET, 1988).

2- PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

a- Evolution pondérale

Les gains de poids obtenus sur les animaux des quatre lots ont été significativement différents.

Le traitement à l'urée a permis de maintenir le poids des animaux pendant les 90 jours d'essai. La paille traitée peut donc constituer une ration d'entretien pendant la période de soudure.

L'apport de concentré à la paille de brousse traitée a permis un gain de poids supérieur à celui de la ration à base de paille non traitée. Ces résultats sont supérieurs à ceux déjà enregistrés chez les moutons par BOURZAT (1984) avec des rations à base de paille de sorgho traitée à la dose de 6,5 p. 100 d'urée (61,3 g/j) et par ROKBANI (1993) avec une ration à base de paille triticales traitée à 5 p. 100 d'urée (56 g/j), les niveaux de complémentation étant différents des nôtres.

CHARRAY (1982), avec une ration à base de paille de riz et 625 g de concentré par mouton et par jour obtient un G.M.Q 62,6 g/j. GONGNET et al. (1992), avec des sous produits agro-industriels comme la drêche artisanale et le tourteau de coton, trouvent un G.M.Q de 87 g/j. Comparés à ces résultats avec des rations à base de résidus de récolte habituellement utilisés chez les ovins, notre ration à base de paille traitée à l'urée a permis de G.M.Q supérieur avec des quantités de concentré plus faibles. Il serait donc intéressant d'envisager de réduire la part du concentré dans la ration à base de paille traitée à l'urée pour diminuer le coût de la ration.

b- Note d'état corporel et barymétrie

Le traitement à l'urée de la paille de brousse a permis de maintenir les animaux en bon état corporel pendant la saison sèche. En effet, la baisse d'état corporel n'a été significative que chez le lot recevant la paille non traitée. Il s'agit là d'un avantage zootechnique considérable, surtout chez les femelles en fin de saison sèche. Il serait intéressant d'envisager l'utilisation des pailles traitées chez cette catégorie d'animaux pour éviter leur amaigrissement en saison sèche en vue d'améliorer les performances de reproduction. En effet une relation positive a été observée entre la note d'état et le taux de gestation des chèvres sahéliennes (CISSE et al., 1993). Les coefficients de corrélation obtenus entre la NEC, et le poids vifs et les paramètres de mensuration corporelle concordent avec ceux de nombreux auteurs (CISSE et al., 1993).

3- GLYCEMIE ET UREMIE DES ANIMAUX

Les prélèvements ont été effectués sur 4 animaux par lot pour la cinétique mensuelle et 2 par lot pour la cinétique journalière. Cet effectif est certes faible, mais nous a permis d'avoir une idée sur l'ordre de grandeur des variations de ces paramètres.

a- Glycémie

La glycémie a varié avec le niveau alimentaire. Elle a été plus importante chez les lots recevant le concentré (lots 3 et 4). En effet la consommation d'aliments concentrés riches en énergie et en protéines élève la glycémie (COURCEL, 1978 et KOUAME et al., 1984), comme le confirme les pics observés à chaque distribution de concentré (figure 10a).

b- Urémie

Les animaux des lots non complémentés (1 et 2) ont eu une urémie faible avec cependant des valeurs plus élevées pour le lot 2 (paille traitée seule). Les valeurs plus élevées du lot 2 par rapport au lot 1 (paille non traitée seule) et celle du lot 4, comparée au lot 3 s'expliqueraient par l'enrichissement de la paille en azote.

4- BILAN ECONOMIQUE

L'investissement pour le traitement de la paille dans le contexte de notre étude a été relativement onéreux, compte tenu des contraintes de mobilisation des fonds de la recherche. La construction de la fosse et l'achat des bâches peuvent être coûteux pour l'éleveur. Cependant, il s'agit d'un investissement durable. L'amortissement de ce type de matériel pourra s'effectuer sur plusieurs années mais la vulgarisation pose problème dans nos campagnes; les coûts étant élevés, les éleveurs n'y verraient aucun intérêt à court et à moyen terme.

Il existe des matériaux plus simples. FADIGA (1993), au Sénégal, avait fait comme investissement uniquement l'achat de feuille de polyéthylène, et le coût de la paille traitée était de 22 F CFA le kg, alors que dans notre essai il a été de 25 F CFA le kg. La différence constatée est due à l'effet de la dévaluation qui a entraîné une augmentation du prix de l'urée.

L'avantage économique de la paille traitée est réel si on parvient à minimiser le coût des matériaux de traitement. La paille traitée permet d'assurer durant la saison sèche l'entretien des animaux. Ces effets positifs peuvent être étendus jusqu'aux femelles qui pendant la période de soudure ont de problèmes de fertilité.

Comme ration de base pour l'embouche, elle permet une croissance plus rapide avec la paille non traitée et on pourrait envisager (si les G.M.Q recherchés ne sont pas élevés) de réduire la part du concentré dans la ration, diminuant ainsi les dépenses d'aliment pour l'embouche.

CONCLUSION GENERALE

Les contraintes majeures au développement des productions animales en Afrique, plus particulièrement en zone sahélienne sont d'ordre nutritionnel. Cette zone est caractérisée par une longue période de saison sèche, durant laquelle le disponible fourrager pose toujours un problème sur le plan quantitatif et qualitatif.

Paradoxalement, dans cette zone, les ressources alimentaires à base de pailles de pâturages naturels et de céréales représentent des tonnages importants, mais leur faible valeur nutritive limite leur utilisation. L'amélioration de leur valeur alimentaire est possible. De nombreux travaux l'ont prouvé et parmi les différentes méthodes proposées, le traitement à l'urée semble d'utilisation relativement simple dans le contexte de nos élevages.

Nous avons tenté au cours de notre travail de thèse d'étudier l'influence du traitement à l'urée et de la complémentation de la paille de brousse sur les performances zootechniques des béliers peul-peul sahéliens en saison sèche. L'évaluation économique n'a pas été perdu de vue afin d'évaluer l'intérêt économique d'un tel traitement.

44 béliers peul-peul âgés de 2 ans et pesant en moyenne $27,7 \pm 3,5$ kg ont été utilisés pour notre étude. Ils ont été répartis en 4 lots homogène recevant pour le lot 1 (de la paille de brousse non traitée), le lot 2 (de la paille de brousse traitée), le lot 3 (de la paille de brousse non traitée + un concentré constitué de 250 g de tourteau d'arachide et de 250 g de graine de coton) et le lot 4 (paille traitée + 500 g du même concentré) et chaque lot avait à sa disposition d'une pierre à lécher de 10 kg.

Les résultats techniques suivants ont été obtenus

Sur la valeur alimentaire:

Le traitement de la paille à l'urée a permis d'améliorer la valeur nutritive de la paille. Il a augmenté sa teneur en azote de 50,5 p. 100 et a significativement ($p < 0,01$) accru son niveau d'ingestion de la paille de 22 p. 100. Le niveau d'ingestion a été de 75,2 g MS/kg $p^{0,75}$ pour la paille traitée contre 58 g MS/kg $p^{0,75}$ pour la paille non traitée, le traitement a augmenté la digestibilité des différents constituants de la paille, à l'exception de la MAT. Il a également amélioré la teneur en énergie qui est passé de 0,42 UF/kg MS à 0,5 UF/kg MS et celle de la matière azotée digestible de 10,8 g/kg MS à 30 g/kg MS. Autrement dit du fourrage médiocre nous sommes passé au fourrage moyen selon la classification de BOUDET (1978). L'indice de consommation a été amélioré par le traitement, il a été 176 g MS/g de gain de poids pour la paille traitée contre -54,9 pour la paille non traitée.

La complémentation a significativement ($p < 0,01$) augmenté le niveau d'ingestion de la ration, 83,1 et 103 g MS/kg $p^{0,75}$, respectivement pour les lots 3 et 4, la digestibilité de la MAT et l'indice de consommation.

Sur les performances zootechniques:

L'effet du traitement a été significatif ($p < 0,05$) sur le GMQ, qui a été de -12,9 g/tête dans le lot 1 contre 5,0 g/j dans le lot 2. L'interaction entre le traitement à l'urée et la complémentation de la paille a été significative ($p < 0,01$) sur le poids vif. Les GMQ enregistrés ont été de 71,9 g/animal contre 109,9 g/animal, respectivement, pour les lots 3 et 4.

Sur la note d'état corporel et les paramètres de mensuration corporelle, le traitement à l'urée n'a pas eu un effet significatif. Par contre l'effet de la complémentation a été positif et significatif ($p < 0,01$) sur la note d'état corporel et les paramètres de mensuration corporelle. La note d'état corporel a été positivement ($p < 0,05$) corrélée au poids vif ($r = 0,55$), au périmètre thoracique ($r=0,51$), à la longueur scapulo-ischiale ($r=0,35$) et à la largeur ($r=0,34$) et longueur ($r=0,33$) de la croupe.

Sur la glycémie et l'urémie:

Le traitement n'a pas eu d'effet sur la glycémie mais a influé sur l'urémie. Par contre la complémentation a eu un effet positif sur la glycémie et l'urémie.

Sur l'évaluation économique:

L'étude économique nous a permis d'estimer à 25 F CFA le coût du traitement, compte non tenu de l'investissement en matériel de traitement. En effet l'investissement utilisé en station est difficilement vulgarisable en milieu rural compte tenu du coût. D'autres matériels beaucoup moins chers et disponibles peuvent être vulgarisés feuille de polyéthylène pour le traitement en tas par exemple, qui permet de réduire les dépenses pour la construction de la fosse en ciment dont la durée de vie est toutefois plus longue. Des fosses en banco ou en sable tapissées de toiles peuvent également être préconiser.

La simplicité du procédé de traitement, son coût (si les dépenses liées à l'investissement sont minimisées) et les résultats obtenus permettent d'envisager son utilisation dans nos exploitations traditionnelles en intégrant agriculture et élevage par la valorisation des pailles de céréales pendant la saison sèche, en vue d'une intensification de la production à moindre coût.

La priorité devrait surtout être orientée vers la pré vulgarisation en milieu rural, afin d'étudier l'incidence de l'utilisation des pailles traitées sur l'amélioration des performances de reproduction et de production laitière et les mortalités des adultes et des jeunes.

Les pailles traitées à l'urée peuvent être utilisées comme ration de survie pendant la saison sèche et comme un excellent aliment de base pour l'embouche.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

BA, S. O. (1987).

Utilisation de l'azote par le jeune bovin en croissance: Incidence de la nature de la source énergétique et azotée et du niveau des apports d'azote dégradable dans la ration sur les performances, la digestion et le métabolisme. Thèse : Ingénieur Agronome : Fac. Sc et techn. de Languedoc. (Montpellier) 264 p.

BENAHMED, H. (1986).

Traitement des fourrages pauvres à l'ammoniac anhydre ou généré à partir de l'urée: influence sur la valeur nutritive et effet de la complémentation. Mémoire de DEA Fac. Sc et techn. de Languedoc. (Montpellier) 120 p.

BESSIN, R. (1982). ✱

Traitement des pailles et utilisation en alimentation animale : Essai de mise au point d'une ration d'embouche . Thèse Doct. méd. vét., EISMV, n° 2, 1982.

BOUDET, G. (1978) ✱

Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. IEMVT: Paris. 3 éd.

BOUDET, G. (1987). ✱

Connaissances et Gestion de l'espace pastoral Sahélien : *In* Etude et systèmes de l'IEMVT. Terroirs pastoraux et agro-pastoraux en zone tropicale: Gestion, aménagements et intensification.

BOURZAT, D. (1984).

Compte rendu d'essai d'alimentation de jeunes ovins à base de paille enrichie à l'urée. CAZ OUAHIGOUYA. 8 p.

BOURZAT, D. (1986).

Recherche et développement sur les petits ruminants Systèmes de production, contraintes et priorités dans les zones arides et semi-arides sub-sahariennes (91 - 117). *In* compte rendu du séminaire sur la coordination de la recherche pour le développement des petits ruminants en Afrique . Montpellier, France 13 - 17 Octobre 1986.

BREHMAN, H.; DIALLO, A. et TRAORE, G. (1982). ✱

Des options techniques pour améliorer la production la production primaire des pâturages : les systèmes d'élevages au Sahel (399 - 412). *In* : La productivité des pâturages Sahélien : une étude des sols, des végétations et d'exploitation de cette ressource naturelle. - Wageningen : CTA. 525 p.

BRUN-BELLUT, J. ; ABDULAHAD, N. et AVIGNON, B. (1987).

Effet du jeun et de la fréquence de distribution des repas sur la variation de l'urémie et du taux d'urée du lait chez la chèvre laitière. *Nut. Dévelop.* 27, 275 - 276

CALVET, H. (1978). *

Les sous-produits agro-industriels disponibles au Sénégal et leur utilisation en embouche intensive. Communication aux IX journées médicales de Dakar : 15-20 janv. 1979, 61 p

CHARRAY, J. (1982).

Engraissement de jeunes agneaux Djallonké. Note technique, BOUAKE, IDESSA et IEMVT. 17 p.

CHENOST, M. ; DULPHY, J. P. (1987). *

Amélioration de la valeur alimentaire (composition, digestibilité et ingestibilité) des mauvais foin et des pailles par les différents types de traitement *In* DEMARQUILLY éd. : Les fourrages secs : Récolte, traitement, utilisation. INRA Paris, 199 - 230.

CHERMITI, A. ; NEFZAOUI, A. et CORDESSE, R. (1989). *

Paramètres d'uréolyse et digestibilité de la paille traitée. *Ann. Zootech.*, 30 (3) : 299 - 312.

COULIBALY, B. (1989). *

Conditionnement des boeufs de labour à base de paille de brousse enrichie à l'urée à 4 p. 100 : Evaluation de son impact sur la capacité de travail. Mémoire de fin d'études. IPR Katibougou, 49 p.

COURCEL, B. (1972).

Constantes biochimiques sanguines de la vache laitière. Thèse. Méd. vét., Lyon, 1972; 78p.

CISSE, M., AWAD, M. et AHOKPE, B. (1993)

Comportement alimentaire et performances laitières des chèvres sahéliennes exploitant des parcours naturels. *In* Proc. Bien. Conf. of Afr., Feeds Res. Net, 6-10 décembre 1993, Hararé, Zimbabwe in press.

CISSE, M., LY, I., MANGA, R., et BOYE, C., (1994).

Use of body condition scoring for the in vivo estimation of body fat in the Sahel goat. *In* Proc. Soc. Nutr. Physiol., 25 - 30 Sept. 1994, Willigen, Germany.

DOLBERG, F. ; SAADULLAH, M. ; HAQUE, M. et AHMED, R. (1981). *
Conservation des pailles traitées à l'urée. Utilisation des matériaux indigènes. Rev Mond. Zootech. 38 : 37 - 41.

FADIGA, S. (1993). *

Contribution à l'étude de l'influence du traitement à l'urée et de la complémentation en céréales de la paille de riz sur: la consommation, la digestibilité des aliments, et le métabolisme de l'azote chez le mouton Peulh. Thèse. Méd. vét. Dakar, n° 5.

FALL, B.T., (1992).

Contribution à l'étude des effets des conditions alimentaires (saison, complémentation, zone d'élevage) sur la biochimie sérique du zébu gobra au Sénégal. Thèse. Méd. Vét. Dakar. N° 21.

FALL, S. T. ; GUERIN, H.; SALL, C. et MBAYE, N. (1987).

Les pailles de céréales dans le système d'alimentation des ruminants au Sénégal. Dakar: LNERV, 1987. 64 p.

FALL, S. T. ; GUERIN, H.; NIANG, I. et SALL, C. (1988). *

Amélioration de la valeur nutritive des pailles de céréales par le traitement chimique ou biologique : Communication aux Journées Médicales de Dakar. Janv., 1988.

GUEGUEN, L. ; LAMAND, M. ; MESCHY, F. (1988).

Nutrition minérale. *In* Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins. INRA. R. JARRIGE éd. (95 - 106)

GUERIN, H. ; FRIOT, D. ; MBAYE, N. et RICHARD, D. (1988). *

Alimentation des ruminants domestiques sur le pâturages naturels sahéliens et sahélo-soudaniens. Etude méthodologique dans la région du Ferlo au Sénégal. Etudes et Synthèse de l'IEMVT, N°39, IEMVT, Maisons-Alfort, 128 p.

GUEYE, A. ; MBENGUE, M. ; DIOUF, A. ; VASSIALIDES, G.. (1989).

Prophylaxie de la cowdriose et observations sur la pathologie ovine dans la région des Niayes au Sénégal. Rev. Elev. Med. vét. Pays tropicaux, 1989, 42 (4) : 497 - 503.

GUTMANNI, P. and BERGMAYER, H. U. (1974).

Method of Enzymatic Analysis. *In* Bergmeyer H.U., New york Academic Press. 2nd ed., 4, 1794.

GONGNET, G. P. ; MINGUEY, M. ; BRAHIM, B. O. (1994).

Valeur nutritive des résidus de récolte et des sous-produits agro-industriels offerts à des moutons peulh du Sahel (169 - 174). *In Proceedings of the Second Biennial Conference of the African Small Ruminant Research Network, AICC, Arusha, Tanzania 7 - 11 Dec 1992, 260p.*

INRA. (1988).

Alimentation des Bovins, Ovins, et Caprins. R. JARRIGE éd, 476 p.

JARRIGE, R. (1988).

Ingestion et digestion des aliments *In Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins.* INRA R. JARRIGE éd. (29 - 54).

JOUANY, J. P. (1975). *

Etude des traitements permettant d'améliorer la valeur alimentaire des fourrages pauvres (pailles). Bull. Techn. CRZV. Theix, INRA, 21 (5 - 15).

JOURNET, M. (1988).

Optimisation des rations *in Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins.* INRA R. JARRIGE éd. 121 - 129

KOUAME, K. C. (1984).

Nutrition des veaux au sevrage: évolution de la consommation d'aliments et des constituants sanguins de divers métabolites énergétiques. Ann. Zootech., 33 (4): 442 - 444.

LENG, R. A. ; NOLAN, J. V. (1984).

Nitrogen metabolism in rumen. J. Dairy Sci., 67 (5) 1072 - 1089

LENG, R. A. (1992). *

Maximisation de la digestibilité des fourrages fibreux *in* : L'application de la biotechnologie dans les pays en développement " Etude FAO : Production et Santé. N° 90

NEFZAOU, A. ; ROKBANI, N. et CHERMITI, A. (1993). *

Traitement de la paille à l'ammoniac et à l'urée : Effets du traitement et du hachage sur l'utilisation digestive et les rétentions azotées chez les ovins. Ann. INRAT, 1993, 66 (1,2) p : 185- 200.

OWEN, E. ; KLOPFENSTEIN, T. et URIO, N. A. (1984). *

Treatment with other chemicals (248 - 492) *in* Straw and other fibrous by products as feed. Paris : ELSEVIER. (248 - 492)

PARIGI-BINI, R. (1986).

Les bases de l'alimentation du bétail. Pise : Litografia Polici spartaco : 292 p.

REMOND, B.; CISSE, M.; OLLIER, A. et CHILLIARD, Y. 1991.

Effects de la of slow-release bovine somatotropin in dairy heifers and cows fed two levels of energy concentrate. I. Performances and body condition. J. Dairy Sci., 74, 1370-1381.

RIVIERE, R. (1991). *

Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. 2e éd. Paris : IEMVT: 527 p.

ROKBANI, N. ; NEFZAOU, A. (1993).

Traitement de la paille à l'ammoniac et à l'urée : Effets du traitement et du hachage sur les performances de croissance des agneaux. Ann. de l'INRAT, 1993, 66 (1,2) p : 201 - 215

SOURABIE, K. M. ; KAYOULI, C. et DALIBARD, C. (1995). *

Le traitement des fourrages grossiers à l'urée : une technique très prometteuse au Niger. Rev. Mond. zootech. 82 1995/ 1 (FAO).

SUNDSTOL, F. ; COXWORTH, E. et MOWAT, D. N. (1978). *

Amélioration de la valeur nutritive de la paille par traitement à l'ammoniac. Rev. Mond. zootech, 26, 13 - 21.

TRINDER, P. (1969).

Methods of Enzymatic Analysis of glucose. An clin. Biochem., 6, 24.

XANDE, A. (1978).

Valeur alimentaire des pailles de céréales chez le mouton : Influence de la complémentation azotée et énergétique sur l'ingestion et l'utilisation digestive d'une paille d'orge. Ann. zootech., 27 (4) : 584 - 593.

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 de déontologie 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 RETIRÉE
S'IL ADVIENNE QUE JE ME PARJURE.»**