

Faculté des Sciences
et Techniques
(FST)

Ecole Inter-Etats
des Sciences et Médecine
Vétérinaires
(EISMV)



Année 2004



N° 8

DIGESTIBILITE DES SUPPLEMENTS MINERAUX CHEZ LES OVINS

MEMOIRE DE DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES
DE PRODUCTIONS ANIMALES

Présenté et soutenu publiquement par

Omar SOW

Né le 18 Mars 1977 à Keur Ndong (SENEGAL)

le 29 Juillet 2004 à 16 heures à l'EISMV

Membres du jury

Président	M. François Adébayo ABIOLA	Professeur à l'EISMV
Membres	M. Bhen Sikina TOGUEBAYE	Professeur (FST) à l'UCAD
	M. Malang SEYDI	Professeur à l'EISMV
	M. Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur à l'EISMV
	Mme Maïmouna CISSE	Chercheur à l'ISRA

*JE RENDS GRACE A ALLAH, LE CLEMENT, LE
MISERICORDIEUX, LE TOUT PUISSANT
ET JE DEDIE DE FACON LA PLUS HUMBLE CE MODESTE
TRAVAIL...*

A mon père DAOUR SOW

Ce travail est le résultats de vos sacrifices, conseils et volontés de soutenir
Que le bien DIEU vous accorde longue vie et bonne santé

A ma mère AISSATA SOW

Ce travail est le fruit de tes prières, de tes conseils et de tes sacrifices
Aucun mot ne saurait exprimer mes sentiments à ton égard.
Que DIEU te bénisse et t'accorde longue vie

A tonton DOUDOU NIANG (in mémorium)

Nos vœux étaient de partager les biens avec tout le sacrifice que vous avez fait
pour moi : les conseils, les sacrifices, les prières vous avez joué plus que le rôle
d'un père mais l'homme propose et DIEU dispose
Que DIEU le tout puissant vous accueille dans le meilleur paradis ("FIRDAWSI")

A MAME ANTA DIAGNE

Pour le soutient morale, financier et les encouragements que vous n'avez cessés
de procurer tout le long de mes études. Profonde affection ma mère vous vous
êtes toujours sacrifiée, vous avez prié pour moi, je ne sais quel point vous
remercier
Que le bon DIEU te bénisse et t'accorde longue vie.

A mes oncles et tantes

BAYLA DIAGNE ses conseils, son soutient et ses orientations je sais comment
vous remercier

A Mère SOW qui s'est toujours sacrifiée pour ma réussite

A mes frères et sœurs

A mes cousins et cousines

Particulièrement à AWA NIANG par sa disponibilité de me secourir à tout
moment, de me conseiller de m'orienter et le soutient morale toujours pour ma
réussite je ne sais sœur, cousine AWA comment te remercier.
Que le bon DIEU nous accorde longue vie l'avenir est devant ça ira inchallah.
A HABIB (dit Lancier), LAMINE NIANG, IDA, IDY, Baba

A mes amis et amies

BAYE NDIAYE, ABDOU KADE, ABDOULAYE FOFANA, DIOR.A.
SIDIBE, NDEYE. A. COULIBALY, OUSMANE FOFANA (in mémorium)

A mes neveux et nièces

HABIBATOU NDIAYE pour son encouragement et ses conseils

A toute la famille SOW à keur NDONGO

A la famille Diagne à Dakar et Kaolack

A la famille NIANG à Dakar

A mes tuteurs du secondaire
Mame Anta Diagne, Mère sow, Bah Sané

A tous les étudiants
de la deuxième promotion du DEA Productions Animales

A ma patrie le Sénégal pays de la TERANGA

A mon village natal keur Ndongo

A ma ville natale Kaolack

A tous les handicapés physiques et mentaux, aux pauvres, aux sous-alimentés et
mal nourris
Que DIEU nous aide à surmonter toutes ces difficultés.

REMERCIEMENTS

Au personnel du service d'Alimentation –Nutrition du LNERV : Mr Ibrahima Ly, Mme Ndeye Salane Ndiaye, Babacar Seck, Gondo Camara, Bassirou Diaw, Doudou Diouf, SOUARE, Moustapha Ndao pour leur gentillesse

A mes collègues stagiaires : Saliou Ngom, Lamine Diouf et Diallo pour les bons moments passés ensemble et les services ou conseils qu'ils m'ont rendus

A Mme BASSE pour sa générosité et sa compréhension

A Mr Oumar BOUGALEB, bibliothécaire au LNERV

A Mme DIOUF, bibliothécaire à l'EISMV

A toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de ce travail

A NOS MAITRES ET JUGES

A Monsieur François Adébayo ABIOLA, président du jury, Professeur et Directeur de l'EISMV de Dakar.

Malgré vos multiples occupations vous nous faites l'insigne honneur de présider notre jury de mémoire de DEA.

Soyez assuré que votre disponibilité et votre simplicité nous ont profondément marqué.

A Monsieur Malang SEYDI, Professeur à l'EISMV de Dakar

Vous nous faites un grand plaisir en acceptant de juger ce travail. Vous nous avez toujours donné de bons conseils que nous garderons durant toute notre existence.

Veillez trouver l'expression de notre profonde gratitude

A Madame Maïmouna CISSE, Docteur ès Physiologie Animale, Chercheur à l'ISRA.

Vous avez inspiré le sujet de notre mémoire de DEA, initié et dirigé sa réalisation avec rigueur et disponibilité. Nous avons trouvé chez vous une forte personnalité et des qualités scientifiques et humaines qui nous resteront exemplaires.

Vous nous avez initié à la recherche et sans votre effort supplémentaire, nous aurions pas terminé ce travail dans de bonnes conditions.

Trouvez ici notre humble reconnaissance.

A Monsieur Germain Jérôme SAWADOGO, professeur à l'EI.S.M.V de Dakar

Vous nous avez orienté et encadré, votre gentillesse et votre compréhension ont renforcé notre admiration en votre personne Profonde gratitude

Nous sommes très heureux de vous voir siéger dans notre jury de mémoire après une année de formation, de conseils. Vous êtes pour nous, l'exemple même de la simplicité, de la sagesse, et de la rigueur scientifique.

A Monsieur Ben Sikina TOGOBAYE, Professeur à la faculté des Sciences et Techniques de l'UCAD.

Vous avez spontanément accepté de juger ce travail. Votre disponibilité et l'ouverture envers tous nous font garder de vous un grand souvenir d'une qualité scientifique exceptionnelle.

DIGESTIBILITE DES SUPPLEMENTS MINERAUX CHEZ LES OVINS

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....1

PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : DIGESTIBILITE.....2

- I.1. Définition.....2
- I.2. Méthodes de mesures de la digestibilité.....3
- I.3. Facteurs de variation de la digestibilité.....4

CHAPITRE II : LES MINERAUX.....7

- II.1. Fonction des minéraux.....7
- II.2. Besoins en minéraux - Couverture des besoins – Normes.....8
- II.3. Carences minérales – Conséquences pour le bétail.....8
- II.4. Supplémentation minérale.....9
 - II.4.1. Définition.....9
 - II.4.2. Différentes méthodes de supplémentation.....10
 - II.4.2.1. Incorporation du minéral à la ration de base.....10
 - II.4.2.2. Complémentation minérale par voie buccale.....10

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : PROTOCOLE EXPERIMENTAL.....11

- I.1. Matériel.....11
 - I.1.1. Les animaux.....11
 - I.1.2. Les aliments.....11
 - I.1.3. Les cages métaboliques ou de digestibilité.....12
 - I.1.4. Autre matériel.....12
- I.2. Méthodes.....12
 - I.2.1. Période d'adaptation.....12
 - I.2.2. Période de mesure.....12
 - I.2.3. Analyses.....13

I.2.3.1. Analyse chimique des aliments et des fèces.....	13
I.2.3.2. Analyse chimique de l'urine.....	15
I.2.4. Calcul des digestibilités différentielles.....	15
I.2.5. Analyses statistiques.....	16
CHAPITRE II : RESULTATS.....	16
II.1. Période d'adaptation.....	16
II.2. Période de mesure.....	17
II.2.1. Digestibilité des nutriments des rations	18
II.2.2. Digestibilité des suppléments.....	22
II.2.3. Bilan de l'azote et du phosphore des rations.....	24
II.2.3.1. Bilan de l'azote.....	24
II.2.3.2. Bilan du phosphore.....	25
CHAPITRE III : DICUSSION.....	25
III.1. Période d'adaptation.....	25
III.2. Période de mesure.....	26
III.2.1. Digestibilité des nutriments des rations.....	26
III.2.2. Digestibilité des suppléments.....	27
III.2.3. Bilan de l'azote et du phosphore.....	27
CONCLUSION GENERALE.....	28
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	29

INTRODUCTION GENERALE

La situation géographique du Sénégal tropical dans son ensemble et sahélienne dans la partie septentrionale donne à l'élevage un cachet particulier. Des contraintes d'ordre multiple tels que la pathologie, les facteurs climatiques et l'alimentation limitent les productions animales.

L'exploitation des animaux domestiques se fait essentiellement sur pâturage naturel et la disponibilité d'un pâturage de qualité est de courte durée, environ 3 à 4 mois. En fin de saison sèche le pâturage est constitué de paille de faible valeur énergétique et azotée mais riche en cellulose. La paille est aussi déficitaire en minéraux nécessaires pour un bon fonctionnement de l'organisme.

Selon leur importance quantitative, les minéraux sont répartis en deux groupes :

- les minéraux majeurs ou macro - éléments (Ca, P, K, Mg, S, Cl, Na)

- les oligo - éléments ou éléments mineurs (Cu, Zn, Fe, Mn, Co, I, Se)

Les plus importants au plan nutritionnel sont le calcium et le phosphore pour lesquels les animaux sont très sensibles au déficit pour les raisons suivantes :

- Ces minéraux forment 75% de la matière minérale du corps et de 90% de celle du squelette (rôle plastique).

- D'importantes quantités de calcium et de phosphore sont nécessaires pour la croissance, la gestation et la lactation (plus de la moitié des sels minéraux du lait).

- Beaucoup de fourrages n'ont qu'une teneur réduite en phosphore et en calcium (Demarquilly et al., 1980 ; Cissé, 1985), d'où la menace constante d'un déséquilibre dans la ration alimentaire.

Les carences minérales constituent une des contraintes majeures pour l'amélioration des productions animales (Cissé et al., 1996). Celles en phosphore et en calcium sont devenues plus fréquentes car les besoins des animaux se sont accrus avec l'amélioration de la précocité et des productions.

Les carences minérales se traduisent par les symptômes suivants : un arrêt de la croissance, une diminution de la fécondité, une diminution sensible de toutes les productions. L'existence chronique d'une polycarence minérale chez les animaux constitue donc un facteur limitant de la production animale d'où la nécessité d'une supplémentation minérale (Calvet et al., 1972 ; Guérin et al., 1984 ; Fall et al., 1999 ; Cissé et al., 2003).

L'objectif de notre travail est d'étudier chez les ovins la digestibilité des suppléments minéraux (concentrés du commerce ou du phosphate naturel provenant des gisements du Sénégal) qui permet de connaître la valeur nutritive de nombreuses sources de supplémentation du bétail au Sénégal.

Ainsi notre travail se présente comme suit :

- une partie bibliographique dans laquelle sont traités la digestibilité et ses facteurs de variation, les minéraux et leur rôle et enfin les différentes sortes de supplémentation ;

- une deuxième partie qui présente la méthodologie, les résultats et la discussion.

PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : DIGESTIBILITE

I.1. Définition

La digestibilité ou encore le Coefficient d'Utilisation Digestive (C.U.D) d'un aliment est la propriété que possèdent ses divers constituants d'être utilisés, c'est à dire digérés en plus ou moins grande proportion par l'appareil digestif. La différence entre les ingestats et les excréats représente en gros la partie digestible (Démarquilly et al., 1980 ; Bouchet et Guéguen, 1981). Elle peut être aussi définie comme étant la partie de l'ingestat retenue par l'organisme et non retrouvée dans les fèces (figure 1). C'est une notion quantitative caractérisée par un CUD appelé communément la digestibilité (d). Le CUD ou la digestibilité (d) peut se calculer pour la matière sèche (dMS), matière organique (dMO), matière grasse (dMG), matière protéique (dMP), la cellulose brute (dCB) et l'extractif non azoté (dENA), le calcium (dCa), le phosphore (dP), le potassium (dK) etc. La digestibilité ou coefficient d'utilisation digestive peut s'exprimer de deux façons (Rivière, 1977) :

I.1.1. Coefficient d'utilisation digestive apparent (CUDa)

Le nutritionniste étudie généralement la digestibilité en faisant le bilan entre les nutriments des ingestats et des excréats. Elle est déterminée de la manière suivante :

$$\text{CUDa} = \frac{\text{Eléments ingérés} - \text{Eléments fécaux}}{\text{Eléments ingérés}} \times 100$$

I.1.2. Coefficient d'utilisation digestive réel (CUDr)

Pour le physiologiste les fèces rejetées revêtent deux origines en réalité :

- la plupart provient des aliments ingérés et non assimilés au cours de la digestion ;
- une partie se forme dans l'intestin à partir des déchets excrétés par divers tissus de l'organisme, ce sont les matières fécales métaboliques (fèces endogènes).

La digestibilité apparente est donc une estimation de la digestibilité réelle des constituants de la ration. Le CUDr est déterminé de la manière suivante :

$$\text{CUDr} = \frac{\text{Ingestats} - (\text{Elément fécal} - \text{fèces endogènes})}{\text{Eléments ingérés}} \times 100$$

Ingestats = Eléments ingérés

Fèces endogènes = Eléments métaboliques

Le CUDr des éléments minéraux varie en fonction de divers facteurs, soit liés à la ration (nature, forme physique, quantité ingérée, autres constituants), soit liés à l'animal (âge, état physiologique, niveau des réserves osseuses). La quantité de matières fécales métaboliques étant difficile à déterminer chez les animaux, la mesure du CUDr est toujours délicate et souvent même irréalisable.

En définitive le CUDA reste le seul paramètre utilisé en pratique pour déterminer la digestibilité des aliments.

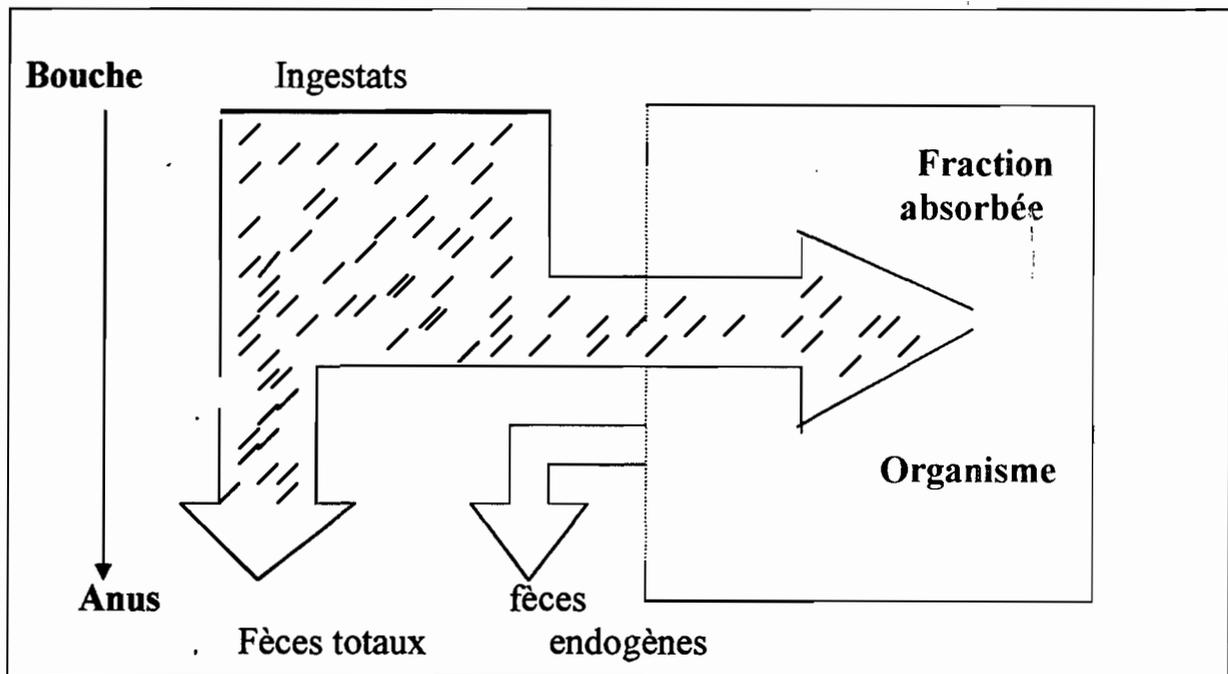


Figure 1 : Schéma d'utilisation digestive des aliments d'après Pari Gibini (1986) rapporté par Bignoumba (1996).

I.2. Méthodes de mesure de la digestibilité

Il existe plusieurs méthodes de détermination de la digestibilité dont les plus utilisées sont les suivantes : méthode "in vivo", méthode "in vitro" ou de laboratoire, méthodes enzymatiques, méthodes physiques, méthode mathématique, méthode "in sacco".

I.2.1. Méthode "in vivo"

Elle consiste à faire le bilan entre les ingestats et les excréments (fèces, urines). Les mesures sont effectuées dans des cages métaboliques qui permettent un contrôle rigoureux des quantités d'aliments ingérées et de l'eau bue puis une

récolte séparée des matières fécales et de l'urine émise. Afin d'évaluer la fraction de l'aliment distribué qui est digérée par un animal d'une espèce déterminée, on réalise des essais au cours desquels on détermine, d'une part, la composition de la ration et la quantité que l'animal en consomme et, d'autre part, la quantité et la composition des fèces. On utilise de préférence des mâles entiers ou castrés car la disposition de leur appareil urogénital facilite la séparation des urines et fèces.

I.2.2. Méthode "in vitro" ou de laboratoire

Cette méthode a été décrite par de nombreux auteurs (**Lilla, 1977**) ; **Andrieu et al., 1980**). Dans le choix d'une technique in vitro pour l'étude de la fermentation ruminale, les chercheurs doivent d'abord décider si l'objectif est :

- de produire aussi fidèlement que possible la fermentation intraruminale chez l'animal, ou
- d'étudier qualitativement et quantitativement certains processus résultant de l'activité microbienne.

Vu les problèmes posés par les méthodes précédentes et leur difficulté de réalisation, des recherches ont été menées pour déterminer la digestibilité des aliments en laboratoire en essayant de reproduire la réaction qui se développe dans le tube digestif. Les autres méthodes sont aussi utilisées : méthodes chimiques, méthodes enzymatiques, méthode physique, méthodes mathématiques, méthode "in sacco" (**Olubajo et Tenabe, 1975** ; **Fall, 1991** ; **Dorléans et al., 1986**).

I.3. Facteurs de variation de la digestibilité

De nombreux facteurs peuvent faire varier la digestibilité :

- des facteurs intrinsèques ou internes qui tiennent à l'animal
- des facteurs extrinsèques ou externes essentiellement fournis par l'aliment lui-même, par la ration consommée, mais également par les conditions du milieu.

I.3.1. Facteurs internes

Parmi les facteurs internes, on peut citer l'espèce, la race, l'âge, l'individu, l'état physiologique, etc (**Gado, 1997**).

I.3.1.1. L'espèce

L'utilisation digestive des aliments varie avec l'espèce animale considérée. Cette variabilité tient aux particularités digestives propres à chaque espèce, à ses besoins métaboliques, aux caractéristiques du tube digestif, à sa structure et à sa flore. C'est ainsi que les herbivores, et particulièrement les ruminants, sont les seuls capable de digérer correctement la cellulose grâce à la

flore microbienne du rumen. Chez les ruminants, les variations sont peu importantes entre les différentes espèces. Les bovins semblent cependant mieux utiliser que les ovins et digèrent mieux tous les constituants végétaux.

I.3.1.2. La race

Elle semble avoir peu d'influence sur la digestibilité. Les différences dues aux races sont faibles, 3 à 4% chez les moutons. De même les ruminants des zones tropicales digèrent mieux les fourrages plus riches en lignine que les ruminants des zones tempérées.

I.3.1.3. L'âge

C'est un facteur qui n'aurait pas d'influence sur la digestibilité des aliments. Certains auteurs estiment pourtant que les jeunes animaux digèrent mieux (sauf la cellulose) que les animaux adultes. D'autres pensent même que ces derniers ont très certainement une puissance moindre à cause des altérations de leur denture ou de leur tube digestif occasionnées par l'âge (**rapporté par Gado, 1997**).

I.3.1.4. L'individu

La différence individuelle s'explique difficilement, mais on peut la nier. On observe en effet, le plus souvent, des différences de digestibilité notables (plus important chez les bovins que les petits ruminants) dans les coefficients de digestibilité de divers nutriments et plus particulièrement de la cellulose.

I.3.1.5. Les états physiologiques et pathologiques

Les attaques parasitaires en particulier des parasites gastro-intestinaux peuvent provoquer la chute de la digestibilité. L'état physiologique (croissance, gestation, lactation) agit sur la digestibilité.

I.3.2. Facteurs externes

I.3.2.1. L'alimentation

C'est le facteur qui a la plus nette influence sur la digestibilité. Elle intervient notamment par les caractéristiques de la ration, leur état physiologique, son volume, sa structure et par la nature des aliments qui la composent, leur état physique, leur composition, la quantité et le rapport entre les différents constituants (**Gado, 1997**).

I.3.2.2. Niveau d'ingestion

L'augmentation du niveau alimentaire a généralement pour effet de diminuer la digestibilité des rations tant chez le mouton que chez la vache laitière. Les diminutions sont plus faibles avec le foin de luzerne, lorsqu'il est récolté à un stade jeune, qu'avec les foins de graminées et surtout avec l'ensilage de maïs. Elles augmentent avec le pourcentage de concentrés dans la ration et sont plus importantes avec les céréales ou les drêches qu'avec les pellicules de soja.

I.3.2.3. Structure et état physique de la ration

L'état physique, la structure, la forme de présentation de l'aliment affectent dans une certaine mesure, la digestibilité des nutriments. Ces facteurs conditionnent en effet l'action de la flore microbienne et des sucs digestifs. Les aliments à base de céréales ou de concentrés sont plus digestibles que le foin. Le broyage des fourrages secs augmente leur digestibilité. Les particules de fourrages broyés ont en effet une taille suffisamment fine pour franchir l'orifice du feuillet dès leur arrivée ou après un séjour court dans le rumen. Si l'animal les reçoit à volonté, la quantité de l'ingéré augmente et provoque une accélération de la vidange du rumen promise par la finesse des particules. Cette accélération entraîne en revanche une diminution de la digestibilité de la matière organique qui affecte plus les graminées que les légumineuses.

I.3.2.4. Composition de la ration et équilibre entre valeur azotée et énergétique

Il y a une affinité entre les diverses composantes d'un aliment et la proportion des différents aliments constituant une ration et ces inter-relations peuvent varier la digestibilité des constituants. C'est le phénomène de digestibilité associative. L'utilisation d'amidon ou de glucides facilement hydrolysables à une ration cellulosique diminue le taux d'attaque et de la digestibilité de la cellulose (Démarquilly et al., 1980). L'incorporation de lipides dans la ration permet d'augmenter à moindre coût leur concentration énergétique mais a un effet négatif sur la digestibilité des autres constituants de la matière organique. La digestibilité d'un fourrage tropical diminue lorsque la teneur en matières azotées est inférieure à 70-80 g/kg MS ingérée contre 100-130 g/kg MS pour les fourrages tempérés. Inversement, les concentrés riches en azote comme les tourteaux sont mal digérés car ils ne fournissent pas assez d'énergie.

I.3.2.5. Stade de développement de la plante

Le développement et le vieillissement de la plante entraînent une charge en parois cellulaires et en tissus lignifiés mais aussi un appauvrissement en constituant intracellulaire. Il en résulte une diminution de la digestibilité.

I.3.3. Facteurs externes divers

Il y a d'autres facteurs qui influencent la digestibilité:

- l'appétence ou l'appétibilité stimule l'appétit, les sécrétions digestives et les processus de digestion ;
- le rythme de repas a, par un mécanisme semblable, une action sur l'efficacité alimentaire. Si les repas sont trop rapprochés, l'animal mange sans appétit et la masse alimentaire arrive dans les réservoirs gastriques encore à moitié remplis ;
- des températures élevées (>30°C) associées à des hygrométries élevées (85%) diminueraient, outre la quantité ingérée, la digestibilité de la matière sèche, des matières azotées et de l'énergie.

En conclusion, la digestibilité d'un aliment dépend de plusieurs facteurs dont l'espèce animale et surtout la nature de l'aliment, or la digestibilité d'un aliment dépend de sa valeur nutritive et par conséquent le profit que tire l'animal pour ses besoins métaboliques.

CHAPITRE II : LES MINÉRAUX

II.1. Fonction des minéraux

Les minéraux jouent deux rôles essentiels : un rôle plastique et un rôle catalytique.

- Les minéraux majeurs sont des éléments de construction pour l'organisme. Ils contribuent à la formation de tissus notamment le squelette et les liquides internes (sang, lymphe).
- Ils contribuent avec les oligo-éléments, à la régulation des fonctions vitales : digestion, croissance, production et reproduction. Les oligo-éléments entrent dans la constitution enzymatique et jouent un rôle de catalyseur dans l'utilisation des nutriments. Ils jouent un rôle dans le maintien de l'équilibre acido-basique, de la pression osmotique, de la perméabilité de la membrane et de l'irritabilité des tissus.

II.2. Besoins en minéraux - Couverture des besoins – Normes

Les besoins en minéraux et les tolérances dépendent d'un certain nombre de facteurs : l'âge, l'espèce, l'ingestion des minéraux, la forme chimique sous laquelle est ingérée le minéral, les sommes et la proportion des autres composantes du régime, l'environnement tels que l'accessibilité et l'intensité de la lumière (Heinis, 1984). L'importance des besoins en minéraux varie avec l'âge du sujet et la nature des productions. La production laitière exige des apports importants qui sont fonction de la quantité de lait produite. La gestation entraîne également une augmentation des besoins lors de son dernier tiers. Les minéraux entrent de façon négligeable dans la composition du corps des animaux (2 à 6 %) et certains tissus en renferment des quantités importantes (22 % dans le tissu osseux).

Les animaux excrètent régulièrement des minéraux soit par l'urine, soit par la voie endogène fécale chez les ruminants. Ces pertes doivent être compensées régulièrement d'une quantité au moins équivalente d'éléments assimilés pour que l'organisme fonctionne normalement. Cependant les résultats récents obtenus par le CUDr du calcium chez le mouton, dépassant rarement 30% chez l'adulte pourrait conduire à une réévaluation de ces normes dans le cas des reproducteurs.

Le lait de brebis est nettement plus riche en phosphore et en calcium que le lait de vache et contient en moyenne par litre 1,9g de Ca; 1,5g de P; 1,25g de K; 0,45g de Na et 0,16g de Mg (Pinot, 1975).

Les conditions nécessaires pour la supplémentation minérale sont les suivantes :

- connaître et accepter des normes minérales alimentaires ;
- connaître l'état physiologique et les performances des animaux ;
- connaître la formule du régime et parfois, les quantités ingérées ;
- bien connaître la composition minérale des divers constituants du régime ;
- calculer les quantités ingérées et évaluer les différences par rapport aux besoins théoriques (par exemple: Besoins minéraux de 3,5g de P et de 5,5g de Ca par kg de MS pour les vaches laitières).

II.3. Carences minérales - conséquences au niveau du bétail

Dans de nombreux pays, la productivité animale est limitée en premier par une insuffisance alimentaire et des maladies infectieuses ou parasitaires. A ces limitations, s'ajoutent les carences minérales ou des déséquilibres nutritionnels.

Simple ou multiples, les carences minérales ont toutes en commun le même caractère qui est de diminuer de façon sensible les productions. D'après Calvet *et al.* (1976), une carence minérale se traduit au niveau des zébus des

élevages sahéliens par une croissance ralentie et une mortalité importante au cours de la première année. Une teneur insuffisante en minéraux peut provoquer des semi-carences avec des manifestations moins nettes entraînant un manque à gagner important en prédisposant les animaux aux maladies infectieuses et parasitaires. Des particularités nutritionnelles propres à la zone tropicale sahélienne sont rencontrées chez les ruminants. C'est le cas de la maladie des forages au Sénégal, ou "gnédio" en Peul, dont la description clinique fait surtout apparaître des symptômes d'ostéomalacie et des aberrations du goût ou pica (Calvet et *al.*, 1972 ; 1976). Les carences en zinc entraînent des lésions dermiques assez comparables à celle de la streptothricose (Cissé, 1985).

La carence en cuivre affecte le taux de fécondation sans atteindre l'état général chez la vache et la brebis. Les ovins sont plus sensibles que les bovins à la carence en cuivre.

II.4. Supplémentation minérale

II.4.1. Définition

La supplémentation minérale contribue de façon manifeste à diminuer les pertes de poids survenant habituellement en saison sèche chez les animaux. Elle permet, en supprimant les carences, de rétablir les animaux dans un état physiologique normal, permettant à l'animal de mieux tirer profit du pâturage naturel qu'il exploite (Calvet et *al.*, 1976). La supplémentation minérale présente un intérêt particulier chez les femelles.

Les pailles présentent en effet une déficience marquée en phosphore et il a été démontré qu'un complément de phosphore améliore nettement la fécondité des femelles. La source de phosphore la plus efficace semble être le phosphate monosodique dissout dans l'eau de boisson et le phosphate bicalcique dans des pierres à lécher. Malgré la technique séduisante et les résultats très favorables, l'application se heurte à un certain nombre de difficultés pratiques, tenant en particulier aux problèmes d'approvisionnement et de distribution. L'application de la technique peut se concevoir et se révéler rentable dans le cadre d'un plan général de développement de la production animale. Un encadrement technique serait toutefois nécessaire, tout au moins au début et jusqu'à ce que les éleveurs aient assimilé la méthode et compris l'intérêt de la supplémentation.

II.4.2. Différentes méthodes de supplémentation

Il y a différentes méthodes de supplémentation.

II.4.2.1 Incorporation du minéral à la ration de base

Elle peut se faire à des stades différents du circuit de production et de conservation des pâturages.

- Complémentation du fourrage sur pied : cette technique se développe pour les oligo-éléments, elle peut être aussi utilisée pour les épandages de magnésie ou de chlorure de magnésium dans les prairies.
- Complémentation au moment de la récolte du fourrage : cette technique est fréquemment utilisée pour l'ensilage. Elle est pratiquée sur l'ensilage ou à la mise en silo du maïs. Dans ce cas, le condiment est apporté seul (dose 5 kg / tonne d'ensilage à 30 % de matière sèche environ) ou en mélange avec 50 % d'urée (dose de 10 kg / tonne d'ensilage à 30% de matière sèche). Cependant, les résultats obtenus par cette technique peuvent être dus au matériel, aux conditions climatiques et à la récolte.
- Complémentation incluse à la ration au moment de la distribution : la ration peut être saupoudrée du complément minéral pendant la distribution. Le correcteur peut aussi être mélangé au tourteau ou aux céréales distribuées en salle de traite (**Delage et Sauvart, 1975**).

II.4.2.2. Complémentation minérale par voie buccale

Cette technique est surtout utilisée pour les oligo-éléments en action préventive ou curative (**Lamand, 1988** cité par **Guéguen et al., 1988**).

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Le but de l'étude est de déterminer chez les ovins le coefficient d'utilisation digestive des nutriments des rations à base de paille de brousse et de concentrés riches en minéraux. Le mouton a été choisi parce qu'il présente par rapport aux bovins deux avantages essentiels :

- une plus grande maniabilité et une meilleure tenue dans les cages ;
- la possibilité de tester une ration avec des quantités d'aliments 10 fois plus faibles.

I.1. Matériel

I.1.1. Les animaux

L'expérience a été réalisée sur 15 moutons mâles de race Peulh-peulh, dont les 3 servaient de réserve. Les mesures de chaque série de digestibilité ont été faites sur 6 béliers, ayant respectivement un poids et âge moyen de 20 kg et 18 mois, installés chacun dans une cage métabolique. Ils ont été déparasités et surveillés périodiquement par des examens coprologiques durant les périodes de repos entre les expériences.

I.1.2. Les aliments

Il y a eu 12 séries de digestibilité (tableau I). La paille de brousse a servi de ration de base. Le constat d'une diarrhée lors de l'essai de digestibilité n°3 avait entraîné l'arrêt des mesures.

Tableau I : Rations utilisées

N° des essais	
6	Paille de brousse (PB)1200g → Témoin
1	PB (1000g) + 250 g Tourteau d'arachide artisanal (TAA)
2	PB (1000g) + 250 g complément «Jarga » *
4	PB (1000g) + 250 g complément« Yafal » *
5	PB (1000g) + 225 gTAA + 25 g phosphate de Taïba
7	PB (1000g) + 250 g « Sentenac » *
8	PB (1000g) + 225 g TAA + 25 g phosphate de Thiès
9	PB (1000g) + 250 g son de mil
10	PB (1000g) + 125 g TAA + 125 g phosphate bi calcique
11	PB (1000g) + 230 g Jarga + 20 g « Sodelphos »
12	PB (1000g) + 125 g Jarga + 125 g Tourteau de <i>Balanites aegyptiaca</i>

*Dénomination commerciale des concentrés utilisés

I.1.3. Les cages métaboliques ou de digestibilité

Les animaux ont été maintenus dans des cages de digestibilité individuelle sous un hangar bien aéré et éclairé. Chaque cage était équipée sur le devant d'une mangeoire et d'un abreuvoir sur le côté.

I.1.4. Autre matériel

Il s'agit des sachets en plastique, des plateaux en aluminium, des creusets en porcelaine, des balances (Mettler AE 160, séries models 300), un four (isotemp R Muffe Furna Model186), des béchers etc.

I.2. Méthodes

La méthode de digestibilité choisie est la méthode directe "in vivo" qui dure 21 jours et se déroule en deux périodes : une période d'adaptation (15 jours) et une période de mesure (6 jours). En plus de l'aliment de base qui est la paille de brousse, chaque mouton a reçu 250 g / j de supplément. Les compléments utilisés pour l'expérience sont les suivants : tourteau d'arachide artisanal, jarga (aliment bétail) des Grands Moulins de Dakar, yafal (aliment bétail) des Moulins Sentenac, phosphate de Taïba, aliment concentré de Sentenac, phosphate de Thiès (phospal), son de mil, Phosphate bicalcique, Sodelphos, tourteau de Balanites.

Trois pesées ont été effectuées avant la période d'adaptation, à la montée en cages de digestibilité, et à la descente des cages à métabolisme. Les températures ont été relevées tous les jours à 9 heures, 13 heures et 16 heures.

I.2.1. Période d'adaptation

C'est une période pré-expérimentale d'adaptation au régime. Elle dure 15 jours et est répartie comme suit: 11 jours dans une loge et 4 jours dans une cage à métabolisme. Durant cette période, il n'y a pas eu de collecte de fèces ou d'urine.

I.2.2. Période de mesure

Il s'agit de la période expérimentale de 6 jours durant laquelle les fèces, les quantités d'aliments offertes et d'eau bue puis celles refusées sont collectées de même que les quantités d'urine émises, et échantillonnées pour l'analyse chimique.

Quelques gouttes d'acide sulfurique (H_2SO_4) sont rajoutées aux échantillons d'urine pour limiter les pertes d'azote ammoniacal. Le calcul de la différence entre les quantités offertes et celles refusées permet d'obtenir les quantités consommées.

I.2.3. Analyses

I.2.3.1. Analyse chimique des aliments et fèces

Les échantillons constitués à partir du distribué et du refus ont été analysés pour déterminer la matière sèche, la matière organique, la matière azotée totale, la cellulose brute, le calcium et le phosphore. Ces mêmes paramètres ont été déterminés pour les fèces après séchage et broyage.

● Teneur en matière sèche (MS)

La teneur en matière sèche des échantillons obtenus après lyophilisation et broyage est déterminée par la perte de poids subie à la dessiccation. On met 2 g d'échantillon dans une étuve thermostatée à 103°C pendant 24 heures. La différence entre le poids initial et le poids final rapporté au poids initial a permis de calculer la teneur en matière sèche.

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

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

● Teneur en matière minérale (MM)

La matière minérale d'un échantillon est conventionnellement le résidu de la substance obtenu après incinération (cendres totales). En respectant la méthode adaptée par **Duche et al. (1992)** rapporté par **Fadiga (1993)** on place 3 g d'échantillon à incinérer au four avec un chauffage lent afin d'avoir une carbonisation lente sans inflammation de la masse. La prise d'essai est portée à 550°C pendant au moins 8 heures. Les cendres sont refroidies après un passage à l'étuve à 103°C pendant 30 minutes. La teneur en matières minérales correspond au rapport entre le poids initial de la prise d'essai et son poids final sur le poids initial.

● Teneur en matière organique (MO)

La matière organique totale est calculée à partir des résultats de la matière minérale.

$$MO \text{ g/kg} = 1000 - MM \text{ g/kg du produit (sec ou brut)}$$

● Teneur en matière azotée totale (MAT)

Le produit à analyser est minéralisé par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur (K₂SO₄-Se). L'azote organique est transformé en azote ammoniacal qui sera titré par une solution d'acide sulfurique. Le dosage de l'azote total se fait par la méthode de Kjeldhah qui consiste à minéraliser l'échantillon (0,5g à 1g) par l'acide sulfurique concentré en présence d'un

catalyseur. Le minéralisat est distillé en présence d'une solution de soude d'environ 30%. L'ammoniac libéré est recueilli dans une solution d'acide borique à 1% puis titré par l'acide sulfurique 0,1N. Le pourcentage de l'azote total dans le produit brut est calculé de la façon suivante :

$$\text{MAT}(\%) = N \times 6,25 = \frac{V \times 0,14 \text{ mg}}{P(\text{g})} \times 6,25 \text{ avec } N = \frac{V \times 0,14 \text{ mg}}{P(\text{g})}$$

V = volume de H₂SO₄ 0,1N consommé lors de la titration

P (g / %MS) = quantité de l'échantillon pesée en pourcentage de matière sèche

- Teneur en cellulose brute (CB)

La teneur en cellulose brute est le résidu organique obtenu à l'issue de deux hydrolyses successives. La prise d'échantillon d'environ 1g est soumise à 2 hydrolyses successives: acide (acide sulfurique 0,26N) et basique (hydroxyde de soude 0,23N). Après ces hydrolyses, le résidu est filtré dans un creuset en verre frité et rincé abondamment à l'eau distillée et à l'acétone puis séché à l'étuve pendant une nuit à 105°C. Une fois sorti du four, l'échantillon est refroidi et pesé à nouveau.

$$\text{CB \%} = (P1 - P2) \times 100 / P$$

P1 est le poids de la capsule +échantillon avant passage au four en g

P2 est le poids de la capsule +échantillon après passage au four en g

P est le poids de la prise d'échantillon en matière sèche en g

- Teneur en calcium (Ca)

Après minéralisation du produit, le calcium est précipité sous forme d'oxalate de calcium. En milieu acide, le titrage s'effectue par une solution de permanganate de potassium. Un volume du filtrat d'insoluble chlorhydrique contenu dans la fiole jaugée de 250cm³ est prélevé. Après avoir alcalisé le filtrat prélevé, le précipité est dissout avec de l'acide formique à 20%. On ajoute ensuite 10 ml de solution saturée à froid d'oxalate d'ammonium. Le tout est porté à ébullition au bain-marie pendant 30min. On laisse ensuite reposer la solution pendant 1 heure. Puis on récupère le précipité en le lavant à l'eau ammoniacale à 10% saturée d'oxalate de calcium afin d'éliminer l'oxalate d'ammonium. Le précipité est récupéré dans un erlenmeyer et le milieu est acidifié avec un peu d'acide sulfurique.

- Teneur en phosphore (P)

Après minéralisation du produit, le phosphore est complexé en phosphovanadomolybdate d'ammonium, de couleur jaune. L'intensité de la coloration obtenue est mesurée pour en déduire la concentration en phosphore. La technique consiste à mettre à l'étuve 1g de produit broyé, puis à le calciner à 550°C au four pendant 6 heures jusqu'à l'obtention de cendres. On ajoute 5ml d'HCl pur sur le produit calciné et on laisse évaporer au bain de sable jusqu'à sec pour insolubiliser la silice. Le résidu est dissout par 5ml de HNO₃ à 10%, bouilli au bain de sable pendant 5 min et enfin les cendres sont filtrées par lavage à l'eau chaude déminéralisée dans un ballon de 100 ml. On mélange 10ml de la solution à 10 ml de nitrovanadomolybdique. L'intensité colorimétrique est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre. Après avoir tracé la courbe étalon, on peut en déduire la concentration en phosphore.

I.2.3.2. Analyse chimique de l'urine

Le dosage de l'azote total urinaire se fait selon la méthode de Kjeldahl: une quantité de 5ml d'urine est pipetée et subit les mêmes traitements que les échantillons d'aliments ou de fèces. La concentration en matière azotée totale par jour est calculée en multipliant le résultat trouvé par la quantité d'urine recueillie en 24 heures.

I.2.4. Calcul des digestibilités différentielles

Ce sont des méthodes particulières qui permettent d'obtenir une approximation de la digestibilité des produits alimentaires ne pouvant constituer à eux seuls une ration, soit en raison de leur composition, soit à cause de leur faible appétence. Le schéma type de ces digestibilités est le suivant : Soient A et B deux composantes d'une ration (B ne pouvant être administré seul à l'animal), dans un premier temps, on effectue une expérience de digestibilité avec A qui permet de connaître les coefficients de digestibilité de A. Une deuxième expérience utilise la ration A + B dans des proportions connues, à partir de ces derniers résultats, par différence et en utilisant les données de la première expérience on obtient les coefficients de B (Calvet *et al.*, 1976). Dans notre expérience il y a eu des rations à deux et à trois aliments (paille de brousse + un ou deux concentrés). On a utilisé la méthode différentielle pour estimer la digestibilité des nutriments des concentrés. Le bilan de l'azote et du phosphore a été établi à partir des quantités ingérées et celles excrétées par l'urine et les fèces.

I.2.5. Analyses statistiques

Nous avons effectué des calculs de moyenne et écart-type des paramètres mesurés à l'aide d'un Tableur et leur représentation graphique en utilisant Excel. Les moyennes par essai ont été séparées selon Newman-Keuls.

CHAPITRE II : RESULTATS

II.1. Période d'adaptation

- Les quantités ingérées

La consommation de la paille de brousse a été relativement plus élevée ($p < 0,05$) pour l'essai n° 6 qui constitue le témoin ne recevant que de la paille de brousse (tableau II). Elle a aussi été importante pour les rations utilisées dans les essais n° 7 et 8. L'ingéré en paille de brousse a été particulièrement faible lorsqu'on l'a associé avec le jarga (essai n°2) qui est très apprécié par les ovins.

Tableau II: quantités moyennes consommées par jour et par animal pendant la période d'adaptation

N° des essais \ Aliments	Qté moy ing en PB (g/j/A)	Qté moy ing en concentrés (g/j /A)	Volume d'eau bu (l/j/A)
1	85,81 ± 13,68 ^d	37,1 ± 6,32 ^a	0,24 ± 0,03 ^b
2	82,63 ± 12,90 ^d	41,66 ± 0,00 ^a	0,27 ± 0,04 ^b
4	94,14 ± 8,42 ^c	41,66 ± 0,00 ^a	0,37 ± 0,03 ^a
5	95,45 ± 5,52 ^c	19,63 ± 11,04 ^c	0,32 ± 0,02 ^b
6	130,05 ± 8,84 ^a	0	0,33 ± 0,01 ^a
7	114,005 ± 4,20 ^b	32,72 ± 11,66 ^b	0,34 ± 0,02 ^b
8	113,35 ± 3,96 ^b	30,54 ± 11,31 ^b	0,35 ± 0,02 ^a
9	95,48 ± 9,26 ^c	39,74 ± 3,69 ^a	0,21 ± 0,03 ^b
10	94,82 ± 13,58 ^c	35,08 ± 2,15 ^b	0,26 ± 0,04 ^b
11	98,97 ± 5,89 ^{c,b}	40,98 ± 1,38 ^a	0,26 ± 0,02 ^b
12	94,88 ± 17,38 ^c	40,36 ± 0,74 ^a	0,25 ± 0,02 ^b

Qté = quantité, moy = moyenne, ing = ingéré, A = animal

PB = paille de brousse

Les valeurs moyennes sur la même colonne ayant des lettres différentes (a, b, c, d) sont significativement différentes à $p < 0,05$.

II.2. Période de mesure

Durant cette période la température ambiante a été relevée et des mesures ont été effectuées sur les quantités d'aliments ingérées, les quantités de fèces et d'urines émises, et la consommation d'eau (tableau III).

Les digestibilités ont été également déterminées pour les nutriments des rations (voir annexe tableau VI) et pour les suppléments (voir annexe tableau VII) : matière sèche (MS), matière organique (MO), matière azotée totale (MAT), cellulose brute (CB), calcium (Ca) et phosphore (P).

- La température ambiante

Les températures moyennes enregistrées ont été plus élevées au début de l'expérience qui correspond au mois de mai (28- 29,5°C) jusqu'en juillet (essai n° 1 à 7). Elles ont commencé à diminuer à partir de l'essai n° 8, et cela n'a pas été sans conséquence sur la consommation hydrique.

- La consommation d'eau

Le volume d'eau bu a progressivement augmenté. De mai en août, la température était relativement plus élevée, il y a eu une augmentation de la consommation d'eau. A partir du mois de septembre, la diminution de la température ambiante a entraîné une réduction de la consommation d'eau (tableau III).

- Les quantités ingérées

L'ingestion de matière sèche a été significativement ($p < 0,05$) plus élevée pour la ration constituée de paille de brousse associée au sodelphos suivie par ordre décroissant de la ration utilisée dans l'essai n°8. La plus faible consommation en matière sèche a été enregistrée pour la ration à base de paille de brousse seule (tableau III).

- Les quantités de fèces émises

L'excrétion fécale a été plus importante ($p < 0,05$) dans les essais n°11 (426,7g/j/a) suivie des rations utilisées dans les digestibilités n°9, 10 et 4 (tableau III). La plus faible quantité de fèces émise a été enregistrée dans la ration composée de paille de brousse + tourteau d'arachide + phosphate de Taïba (essai n°5).

- Les urines récoltées

Le volume urinaire émis a été très variable. L'effet de la saison ou de la ration n'a pas été mis en évidence. La plus grande quantité a été récoltée lors de l'essai n° 4 avec une consommation d'eau importante

II.2.1. La digestibilité des nutriments des rations

- Digestibilité de la matière sèche

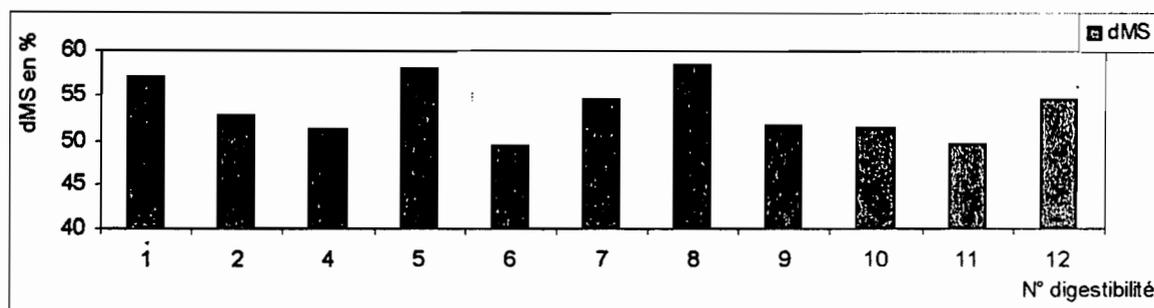


Figure 2 : Variation de la digestibilité de la matière sèche (dMS en %)

La dMS de la ration composée de paille de brousse, de tourteau d'arachide artisanal et de phosphate de Thiès a été la plus élevée (58,5 %) (figure 2). La plus faible valeur de dMS a été obtenue avec la paille de brousse distribuée seule (49,6%).

- Digestibilité de la matière organique

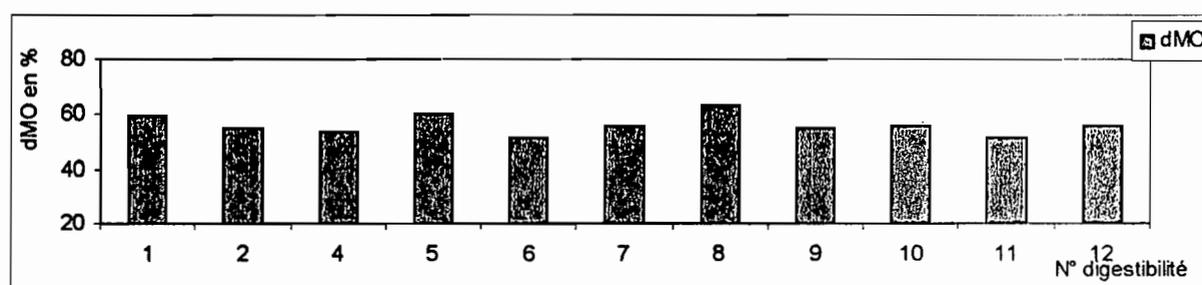


Figure 3 : Variation de la digestibilité de la matière organique (dMO en %)

La dMO a été plus élevée ($p < 0,05$) pour la ration 8 (63,1%) associant la paille de brousse, le tourteau d'arachide artisanal et le phosphate de Thiès (figure 7). La dMO plus faible a été obtenue avec la paille de brousse seule (51,2 %), suivie de celle de la ration 4 (53,7 %) composée de paille de brousse et de yafal.

Tableau III : Température ambiante, quantités d'aliments ingérées, les quantités de fèces et d'urines émises et la consommation d'eau

N° essai	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Temp. ambian te, °C	26,2 ±4,09	28,6 ± 0,00	29,6 ± 0,00	29,4 ± 4,02	30,2 ± 4,02	29,9 ± 0,00	29 ± 0,00	29,1 ± 0,36	27,8 ± 0,00	25,4 ± 4,02	22,8 ± 0,00
Q. eau, l/j/A	1,7 ±0,35 ^{ab}	1,78 ±0,23 ^{ab}	2,5 ±0,41 ^{ab}	1,95 ±0,24 ^{ab}	2,2 ±0,17 ^a	2,1 ±0,16 ^{ab}	2,1 ±0,08 ^{ab}	1,3b ±0,14 ^b	1,6 ±0,29 ^b	1,4 ±0,21 ^b	1,6 ±0,26 ^b
MSI, g/ j/A	722,4 ± 83,6 ^b	701,4±4 9,4 ^{bc}	778,2±2 0,6 ^{ab}	725,2 ± 64,5 ^b	669,7 ± 49,7 ^c	766,3 ± 69,4 ^b	823,7 ± 40 ^a	795,3 ± 77,2 ^{ab}	780,3 ± 76,9 ^a	848,2 ± 27,8 ^a	799,8 ±96,6 ^{ab}
Q. fèces g/j/A	309,9 ± 44,2 ^c	330,1 ± 30,4 ^{bc}	379,2 ± 30,7 ^b	304,4 ± 33,2 ^c	339,9 ± 45,3 ^{bc}	347,5 ± 46,7 ^b	340,4 ± 45 ^b	385,4 ± 47,5 ^b	379,5 ± 62,8 ^b	426,7 ± 19,6 ^a	364,8 ± 61,0 ^b
Urine, ml/j/A	207,7 ± 104,9 ^d	400,8 ± 210,9 ^c	581,7 ± 194,4 ^a	185,3 ± 110 ^d	365,2 ± 59,8 ^c	*	444,6 ± 99,9 ^b	*	410,3 ± 243,5 ^c	246,2 ± 113,9 ^d	253,2 ± 128,5 ^d

*Pertes ; Q= quantité, MSI = matière sèche ingérée

Les valeurs moyennes sur la même ligne ayant des lettres différentes (a, b, c, d, e, f, g) sont significativement différentes à p<0,05.

● Digestibilité de la matière azotée totale

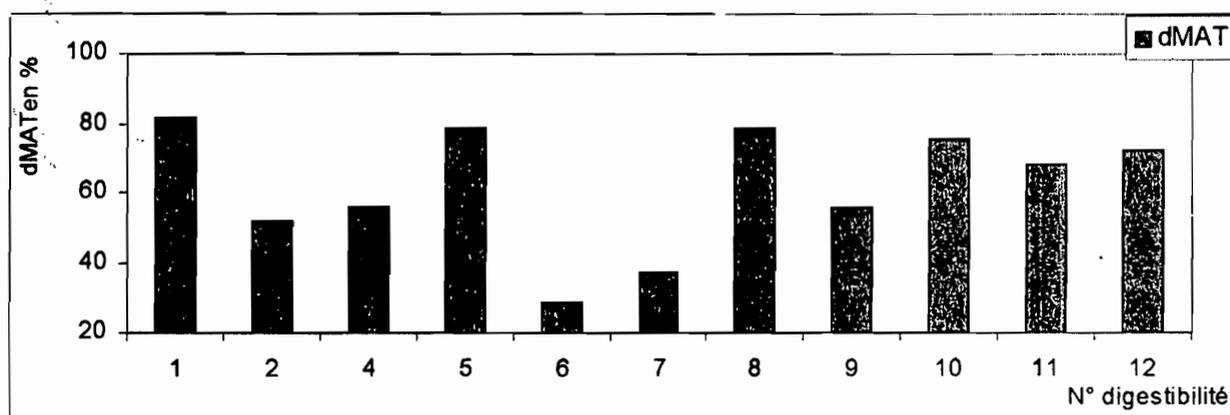


Figure 4 : Variation de la digestibilité de la matière azotée totale (dMATen %)

Les dMAT de la ration 1 (paille de brousse + TAA) suivie de celle de la ration 5 (PB + TAA + phosphate de Taïba) et 8 (PB + TAA + phosphate de Thiès) ont été les plus élevées avec les valeurs respectives 81,3% ; 78,7% et 78,3% (figure 4). La dMAT a été particulièrement faible pour la ration constituée de paille de brousse seule. Plus un fourrage vieillit, plus il se lignifie et s'appauvrit en matières azotées d'où l'intérêt du traitement de la paille à l'urée.

● Digestibilité de la cellulose brute

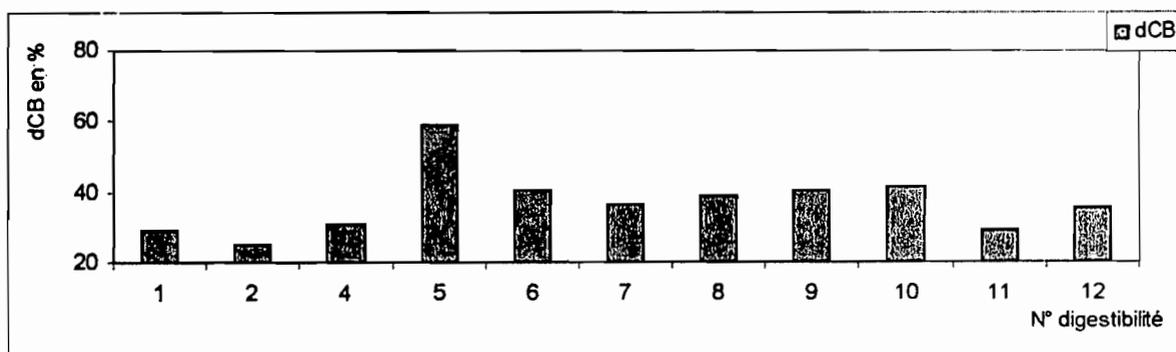


Figure 5: Variation de la digestibilité de la cellulose brute (dCB en %)

Les dCB les plus faibles ont été enregistrées avec la ration à base de paille de brousse + jarga (figure 5). L'apport de tourteau d'arachide artisanal plus du phosphate naturel améliore la digestibilité de la cellulose brute.

● Digestibilité du calcium (Ca)

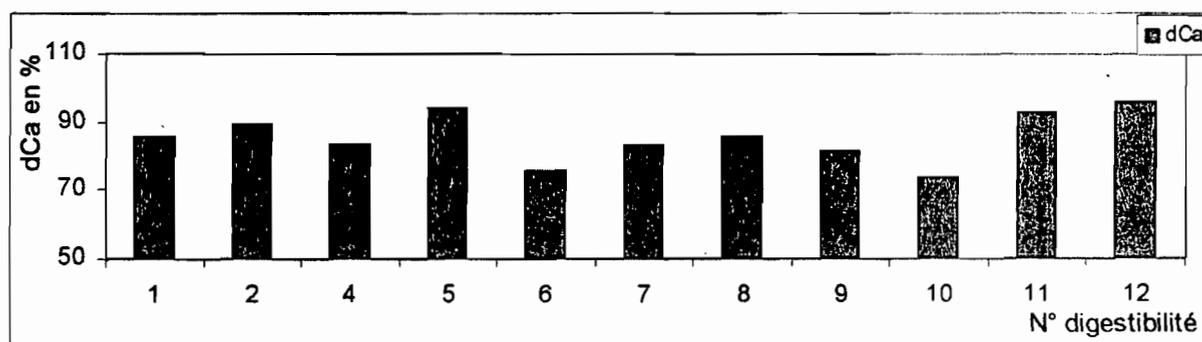


Figure 6 : Variation de la digestibilité du calcium (dCa en %)

L'addition du supplément augmente la digestibilité du Ca dans toutes les digestibilités et, particulièrement, dans les essais n°5 et n°12 (figure 6).

● Digestibilité du phosphore

La digestibilité du phosphore a été plus élevée dans la ration à base de paille de brousse + tourteau d'arachide artisanal + phosphate bicalcique (88,5%) suivie de celle constituée de la paille de brousse + tourteau d'arachide artisanal + phosphate de Taïba (79,5 %) (figure 7). Le phosphore contenu dans la ration (paille + tourteau d'arachide artisanal+ phosphate de Thiès a présenté un CUD de 72,2%. L'apport de complément améliore la digestibilité du phosphore pour les rations utilisées dans les essais n° 10, 5 et 8. Le phosphore a été cependant peu digestible dans les rations à base de paille de brousse + Jarga (36,2 %) ou aliment Sentenac (42,2 %).

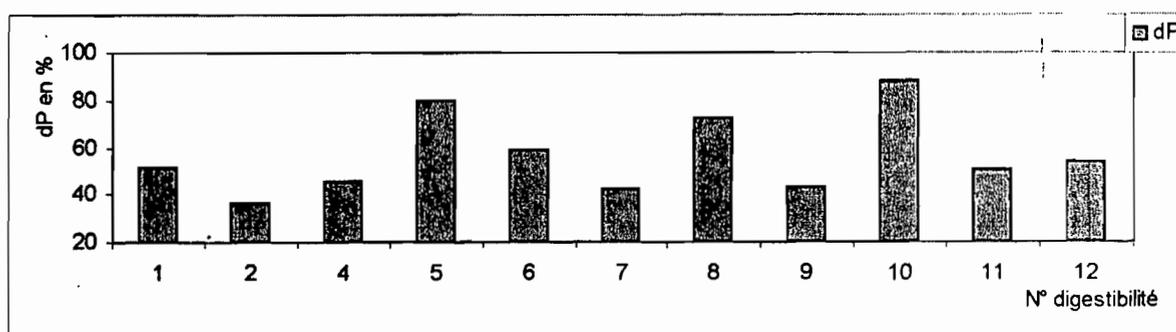


Figure 7 : Variation de la digestibilité du phosphore (dP en %)

II.2.2. Digestibilité des suppléments

Les résultats sont obtenus par la méthode différentielle représentés sous forme graphique.

● Digestibilité de la matière sèche

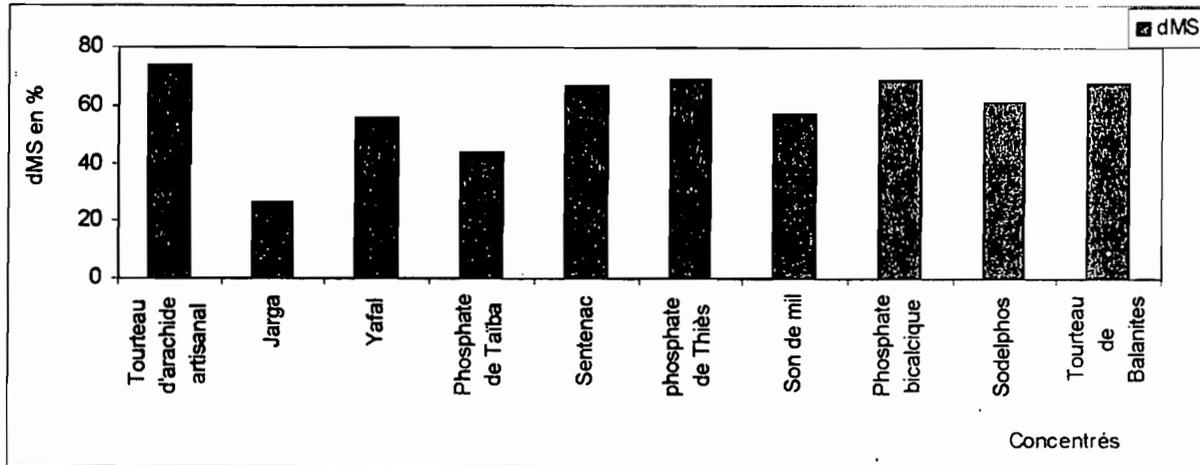


Figure 8: Variation de la digestibilité de la matière sèche (dMS en %)

La valeur maximale a été détenue avec tourteau d'arachide artisanal (dMS=73,5%). Les dMS de l'aliment sentenac (68,8%), du phosphate de Thiès (68,8%) et du phosphate bicalcique (68,8) sont sensiblement identiques. La matière sèche contenue dans le jarga a été moins digestible (26,1%).

● Digestibilité de la matière organique

La dMO est élevée pour le son de mil (99,3%) qui est un bon aliment énergétique particulièrement recommandé pour l'embouche. Le tourteau d'arachide artisanal contient également de l'huile végétale résiduelle résultant d'une extraction incomplète, ce qui élève sa teneur en énergie.

● Digestibilité de la matière azotée totale

La dMAT des suppléments utilisés a été en général supérieure à 50% sauf pour l'aliment concentré Sentenac. La matière azotée totale contenue dans le tourteau d'arachide artisanal a été très digestible (dMAT = 94,9 %) suivie de celle du tourteau de *Balanites aegyptiaca* (dMAT = 91,8 %).

- Digestibilité de la cellulose brute

La cellulose brute contenue dans le tourteau d'arachide artisanal est plus digestible que celle des autres suppléments, suivie par ordre décroissant du son de mil (dCB = 40,4%) .

- Digestibilité du calcium

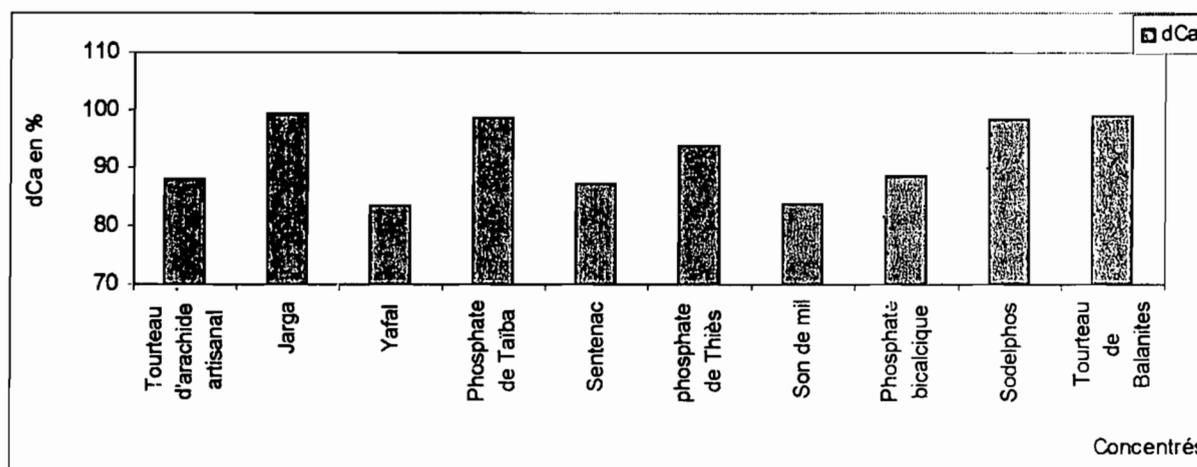


Figure 9 : Variation de la digestibilité du calcium (dCa en %)

Les meilleures sources d'apport en calcium digestible ont été le Jarga (dCa = 99,34%), le tourteau de *Balanites aegyptiaca* (dCa = 99,05%), le phosphate de Taïba (98,52%) et le sodelphos (98,30%) (figure 9) .

- Digestibilité du phosphore

La meilleure digestibilité du phosphore a été obtenue avec le jarga (94,6 %) suivie de celle du phosphate de Taïba (93,3 %), du phosphate bicalcique (92,4 %) et du phosphate de Thiès (92,3 %). Le phosphore présent dans les aliments n'est pas en général disponible, il se présente sous forme de phytate.

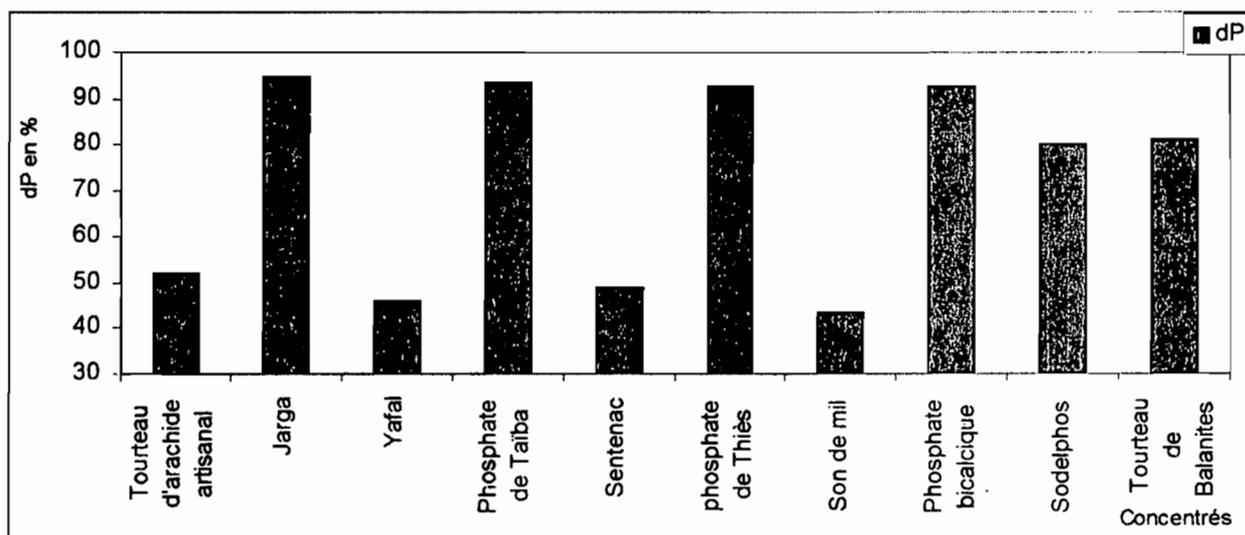


Figure 10: Variation de la digestibilité du phosphore (dP en %)

II.2.3. Bilan de l'azote et du phosphore

II.2.3.1. Bilan de l'azote

Le bilan azoté a été très variable (tableau IV). La rétention azotée a été plus élevée dans la ration à base de paille de brousse + tourteau d'arachide artisanal + phosphate de Taïba, suivie de celle à base de paille de brousse + tourteau d'arachide artisanal puis paille de brousse + tourteau d'arachide artisanal + Phosphate de Thiès.

Tableau IV : Bilan azoté

N° Digestibilité	Rations utilisées	N ingéré (g/j)	N fécal (g/ jour)	Volume moyen récolté (litre / j)	N urinaire (mg / j)	N retenu (g / j)	% N ingéré
1	PB+TAA	13,49	2,49	0,20	17	10,98 ^a	81,49
2	PB+jarga	6,43	3,09	0,40	25	3,31 ^c	51,82
4	PB+yafal	7,35	3,23	0,58	26	4,08 ^c	55,90
5	PBTaa phTai	14,61	3,11	0,18	11	11,48 ^a	78,688
6	PB	3,74	2,67	0,36	8	1,05 ^d	28,42
7	PB+sentenac	4,97	3,12	0,15	4	1,84 ^d	37,13
8	PB+TAA+phThi	12,82	2,72	0,44	24,3	10,03 ^a	78,685
9	PB+son de mil	7,4	3,28	0,082	2	4,11 ^c	55,60
10	PB+TAA+Pbi	13,06	3,20	0,41	24,4	9,83 ^a	75,43
11	PB+jarga+Son	7,15	2,27	0,24	6	4,87 ^c	68,18
12	PB+jarga+TB	10,04	2,79	0,25	13	7,24 ^b	72,12

Les valeurs moyennes sur la même colonne ayant des lettres différentes (a, b, c, d) sont significativement différentes à $p < 0,05$.

$$N \text{ retenu} = N \text{ ingéré} - (N \text{ fécal} + N \text{ urinaire})$$

$$\% N \text{ ingéré} = \frac{N \text{ retenu}}{N \text{ ingéré}} \times 100$$

II.2.3.2. Bilan du phosphore

Parmi les rations utilisées dans l'expérience, le phosphore retenu (tableau V) a été plus important ($p < 0,05$) dans la ration constituée de paille de brousse + tourteau d'arachide artisanal + Phosphate de Taïba (0,984 g/j) (tableau V). Le taux de rétention le plus faible a été enregistré avec la paille de brousse seule (0,13 g/j).

Tableau V : Bilan du phosphore

N° essai	Rations utilisées	P ingéré (g/j)	P fécal (g/j)	Volume urinaire (l/j)	P retenu (g/j)	P urinaire (mg/j)	% P ingéré
1	PB+TAA	0,38	0,18	0,20	0,19 ^b	20	51
2	PB+jarga	0,41	0,26	0,40	0,14 ^c	10	35,7
4	PB+yafal	0,453	0,24	0,58	0,20 ^b	8	45,3
5	PBTaa phTaiba	1,23	0,253	0,18	0,98 ^a	2,8	79,5
6	PB	0,39	0,253	0,36	0,13 ^c	3,3	35,45
7	PB+sentenac	0,44	0,258	0,15	0,18 ^b	1,1	42
8	PB+TAA+phThiès	1,21	0,32	0,44	0,88 ^a	5,7	72,8
9	PB+son de mil	0,455	0,26	0,082	0,19 ^b	1,3	42,8
10	PB+TAA+Pbi	0,456	0,05	0,41	0,39 ^b	53	86,7
11	PB+jarga+Sod	0,73	0,36	0,24	0,36 ^b	8,6	50,2
12	PB+jarga+TB	0,56	0,30	0,25	0,26 ^b	2,6	46,4

Légende : idem tableau IV

CHAPITRE III : DISCUSSION

III.1. Période d'adaptation

La consommation en aliments a été plus élevée pour la paille de brousse durant cette période.

Des niveaux de consommation de paille de brousse comparables ont été rapportés chez les béliers peulh-peulh par **Fall (1996)** qui a également montré qu'ils peuvent être significativement améliorés par le traitement de la paille à l'urée (**Bourzat, 1983**).

III.2. Période de mesure

La température moyenne a été élevée dans l'essai n°4 et cela n'a pas été sans conséquences sur la consommation hydrique.

D'après les valeurs obtenues sur les quantités ingérées, la présence du concentré améliore l'ingestion de la matière sèche surtout avec l'essai n° 11 et cela a eu un impact considérable sur l'excrétion fécale qui a été la plus élevée dans cet essai.

L'ingestion de fourrages secs peut déclencher une augmentation du volume d'eau nécessaire pour dissiper la chaleur excédentaire associée à l'ingestion alimentaire et pour faciliter la digestion et l'excrétion (**King, 1989**).

III.2.1. Digestibilité des nutriments des rations

La présence du supplément améliore la digestibilité de la matière sèche car le tourteau d'arachide artisanal et le phosphate de Thies sont riches en matière sèche disponible.

L'addition du tourteau d'arachide riche en matière organique augmente la dMO. Le tourteau d'arachide artisanal est riche en matière azotée qui est digestible et l'adjonction des suppléments tels que le phosphate de Taïba et le phosphate de thies aux rations composées de paille de brousse et de tourteau d'arachide artisanal améliore la dMAT.

Le jarga diminue la digestibilité de la cellulose brute car il est très apprécié par le bétail.

En ce qui concerne la digestibilité des nutriments des rations, la dMS et la dMO de la paille de brousse ont été légèrement supérieures à celle obtenue par **Fall (1996)** avec la paille de jachères naturelles récoltées aux alentours de la ferme de Sangalcam.

On peut noter également que le tourteau d'arachide améliore la digestibilité de la matière sèche. Ces résultats sont tout à fait similaires à ceux rapportés par **Calvet et al. (1976)** sur la paille de riz.

La dMS du tourteau d'arachide artisanal a été supérieure à celle du tourteau d'arachide industriel (dMS=68,4%) rapportée par **Calvet et al. (1976)**. Dans ces comparaisons, on peut noter que la dMO du tourteau d'arachide artisanal est supérieure à celle du tourteau d'arachide décortiqué expeller ou déshuilé (dMO = 84 %) obtenue par **Andrieu et al. (1980)**, du tourteau de béréf (dMO = 69,9 %) et de la graine de coton (dMO = 72,7 %) (**Calvet et al., 1976**).

Ces auteurs rapportent cependant des digestibilités de la matière azotée plus élevées pour le tourteau de béréf (dMAT = 84,9 %) obtenues par **Calvet et al. (1976)**, le tourteau d'arachide déshuilé (dMAT = 90 %) par **Andrieu et al. (1980)**.

Le phosphate de Taïba est riche en calcium (32%) mais la présence du tourteau de *Balanites* améliore la dCa.

III.2.2. Digestibilité des suppléments

D'après les résultats de la composition chimique des aliments la matière sèche contenue dans le tourteau d'arachide artisanal a été plus digestible contrairement à celle du jarga.

Le calcium contenu dans les suppléments a été de façon générale très digestible. La plus faible digestibilité du phosphore a été enregistrée avec l'aliment Sentenac (dP = 42 %). La digestibilité « in vivo » du phosphore des phosphates naturels a été supérieure aux valeurs de solubilité à l'acide citrique rapportées dans la littérature (**Cissé, 1985**).

Il serait très utile de conduire des essais de confirmation car des comparaisons des CUDa du P de nos sources de phosphate naturel avec des résultats antérieurs sont quasi impossibles.

Ces phosphates naturels contiennent du fluor qui limite les possibilités d'utilisation chez l'animal. La dose de 50 g/j de phosphate de Taïba chez les ovins provoque des diarrhées et de l'inappétence (**Cissé, 1999**, résultats non publiés).

Guéguen (1978) rapporte des valeurs de dP de 20% avec le phosphate alumino-ferro-calcique, de 92,4% avec le phosphate bicalcique.

Le NRC (2001) recommande une valeur de 70% pour la digestibilité du phosphore des aliments concentrés.

III.2.3. Bilan de l'azote et du phosphore

En ce qui concerne les bilans de l'azote, les résultats obtenus avec la ration à base de paille de brousse + jarga + Tourteau de *Balanites sp.* (N retenu = 7,24g/j) ont été sensiblement identiques à ceux de **Mc Graham (1964)** qui avait rapporté 7,3g/j d'azote retenu pour un niveau d'alimentation de 1140 MSI g / j sur des moutons.

Grenet et Demarquilly (1981) rapportent des valeurs de 5,7 g / j de N retenu chez des ovins consommant des fourrages verts : c'est l'équivalent de la valeur trouvée avec la paille de brousse associée avec le yafal.

La rétention azotée la plus faible a été enregistrée avec la ration composée de paille de brousse seule. Cet aliment offert seul ne peut pas satisfaire les besoins azotés des animaux et, peut entraîner une mobilisation des réserves corporelles qui va se traduire par un amaigrissement.

CONCLUSION GENERALE

La supplémentation de la paille de brousse améliore la digestibilité de la matière sèche, de la matière organique et de la matière azotée totale. Autrement dit, elle améliore la valeur énergétique et protéique des rations.

Trois rations ont présenté une digestibilité de la cellulose brute inférieure à celle de la paille de brousse. Il s'agit de la ration utilisée dans l'essai n°1 (paille de brousse + tourteau d'arachide artisanal), n°2 (paille de brousse + jarga), et n°4 (paille de brousse + yafal) et n° 11 (paille de brousse + jarga + sodelphos).

La supplémentation énergétique réduit en général celle des fibres du fait de sa richesse en glucides rapidement fermentescibles. Ces glucides inhibent le développement des bactéries cellulolytiques qui s'attaquent aux parois cellulaires et réduisent ainsi la digestibilité des fourrages (Journet, 1988).

Les suppléments étudiés ont des valeurs nutritives très variables. Ce sont des aliments concentrés du commerce et des tourteaux obtenus après l'extraction artisanale d'huile d'arachide ou de *Balanites aegyptiaca* (« soump »). Le tourteau d'arachide artisanal est couramment employé en milieu rural.

Le tourteau de *Balanites* sp. est utilisé au Nord du Bassin arachidier, on lui attribue des propriétés anthelminthiques chez les ruminants, et l'huile est utilisée pour soigner l'hypertension artérielle.

Les autres sources de minéraux utilisées sont le phosphate bicalcique, les phosphates naturels de taïba et de Thiès, et le sodelphos. En ce qui les concerne, la supériorité biologique du phosphate bicalcique a été prouvée dans de nombreux travaux antérieurs.

Cependant, si une nette amélioration de la dCa est observée avec la supplémentation, les résultats sur la dP sont plus équivoques et méritent d'être confirmés, pour le cas particulier des phosphates naturels.

Les études de bilan ont également montré qu'avec la supplémentation minérale, le niveau d'excrétion fécale et urinaire de l'azote et du phosphore confère un gain de valeur agronomique (Cissé et al., 2003) au fumier des animaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Andrieu J., Démarquily C., Sauvant D. et Duphy J. P., 1980.** Alimentation des ruminants. - Paris : INRA. - 615p
2. **Bellanger J. et Lamand M., 1981.** Stratégie du dosage des oligoéléments dans les fourrages et les aliments composés, interprétation des résultats. in : Préviation de la valeur nutritive des aliments des ruminants. - Paris : INRA. - 583p
3. **Bignoumba M., 1996.** Effets d'une réduction de la teneur en fibres brutes sur la digestibilité de la ration chez la lapine vide et fin de gestation Th. Méd. Vét. Dakar ; 45
4. **Bouchet J. P. et Gueguen L., 1981.** Constituants minéraux majeurs des fourrages et des aliments concentrés. in : Préviation de la valeur nutritive des aliments des ruminants. - Paris : INRA. -583p
5. **Bourzat., 1983.** Essai alimentaire de jeunes ovins à base de paille enrichie à l'urée. CAZ OUAHIGOUYA, 8p
6. **Calvet H., Chambon J. et Friot D., 1972.** Influence des suppléments minéraux sur le croît et sur certains témoins biochimiques du métabolisme minéral chez les bovins tropicaux. Rev. Elev. Méd.Vét. Pays trop. 25 (1) : 37 – 43p
7. **Calvet H., Friot D. et Gueye I. S., 1976.** Supplémentations minérales, alimentaires et pertes de poids des zébus sahéliens en saison sèche, in : Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop, 29 (1): 59 – 66p
8. **Cissé M., 1985.** Carences en minéraux: Exploitation des résultats acquis pour l'ébauche d'une cartographie des carences minérales au Sénégal. Mémoire de confirmation de chercheur : ISRA / LNERV, Dakar.
9. **Cissé M., Guérin H. et Prince E., 1996.** Les carences minérales existent au Sénégal. Comment corriger ce déficit chez le bétail, Notes et Documents, ISRA Ed., 7 (1), 33p.
10. **Cissé M., N'Diaye M. , Ly I. et Thiaw A., Sène N., and Sow A., 2003.** Supplementation of cows with P and N : a strategy to improve manure quality and millet and groundnut production in the Sahel. African. J. Range and Forage Sci., 20: 181p.
11. **Delage J. et Sauvant D., 1975.** Les minéraux et les vitamines : Le point vétérinaire 29 (2) : 191 –194p
12. **Démarquily C., Xande A. et Chenost M., 1980.** Composition et valeur nutritive des fourrages tropicaux . in : Préviation de la valeur nutritive des aliments des ruminants. - Paris : INRA. -583p
13. **Dorleans M., Giger S., Hervieu J. et Sauvant D., 1986.** Etude de la prévision des rations mixtes distribuées à des chèvres laitières par ses caractéristiques analytiques - Ann.Zootech, 35 : 137 – 160p
14. **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 d'aliments et le métabolisme d'azote chez le mouton peulh, Th : Méd. Vét : Dakar; 5

15. **Fall T. S., 1991.** Digestibilité in vitro et dégradabilité in situ dans le rumen de ligneux fourragers disponibles sur pâturage naturel au Sénégal. Premiers résultats, Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop, 44 (3): 345 – 354p
16. **Fall A., 1996.** Contribution à l'étude de l'influence du traitement à l'urée et de la complémentation de la paille de brousse sur les performances zootechniques des béliers peulh-peuh sahéliens en saison sèche, Th : Méd. Vét : Dakar ; 2
17. **Gado A. S., 1997.** Etude de la digestibilité des feuilles de cinq variétés de mil (*Pennisetum glaucum* L.) chez le mouton peulh – peulh du Niger, Th : Méd. Vét : Dakar ; 12
18. **Gueguen L., Lamand M., et Meschy, 1988.** Nutrition minérale. Alimentation des bovins, ovins et caprins–Paris INRA. 95 – 106p
19. **Guéguen L., 1978.** Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments de l'agriculture biologique .– Paris INRA.133-139p.
20. **Gueguen L., 1975.** Les minéraux et les vitamines : Le Point vétérinaire, 27 (2) : 149 –154p
21. **Gueguen L., 1972.** L'alimentation minérale des bovins. Rev. Elev. Bov; 57 – 65p
22. **Guèye A., 1992.** Effet d'une supplémentation sur la reprise de l'activité ovarienne cyclique après agnelage en saison sèche chez les brebis Peulh – Peulh et Touabire dans la zone sylvo-pastorale au Sénégal, Th : Méd. Vét : Dakar ; 32
23. **Héinis V., 1984.** Etude de la composition minérale des pâturages naturels du Tchad. –Paris VI. – 83p
24. **Ibrahim M., 1988.** Contribution à l'étude des constituants minéraux sériques chez le jeune zébu Gobra (Na, K, Cl, Ca, P).Th : Méd.Vét: Dakar ; 45
25. **Journet M., 1981.** Utilisation de l'azote non protéique par les ruminants. in : Prévion de la valeur nutritive des aliments des ruminants.- Paris :INRA.–580p
26. **Khalili H., Nsahlai V. I .et Osuji P. O., 1993.** Feed évaluation. International livestock centre for Africa – Addis-Abéba: ILCA.1 – 7p
27. **King J., 1989.** Influence du climat sur les besoins en eau du bétail en Afrique tropicale. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop 37 (2) : 189 - 194
28. **Kouriba A., Nantoumé H., Ouologuem B. et Togola D., 2000.** Mesure de la valeur alimentaire des fourrages et sous-produits utilisés dans l'alimentation des petits ruminants. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop 53 (1): 279 – 284p
29. **Lila M., 1977.** Techniques de mesure de la digestibilité in vitro en grande série en vue de la sélection pour la qualité des plantes fourragères, in : Ann. Amélior. Plantes 27: 117 –128p
30. **Olubajo O.F et Tenabe O. V., 1975.** In vivo and in vito digestibility of four tropical grass species growing et Ibadan. Nigéria Journal of Animal production 2: 89 – 94p
31. **Pinot B., 1975.** Les minéraux et les vitamines - Le Point vétérinaire, 25 (3) : 227 – 334p
32. **Rivière R., 1977.** Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical, Maisons – Alfort : IEMVT. 527p.

ABREVIATIONS

PB = paille de brousse

TAA = tourteau d'arachide artisanal

MS = matières sèche

MM = matière minérale

MO = matière organique

MAT = matière azotée totale

CB = cellulose brute

Ca = calcium

P = phosphore

CUD ou d = coefficient d'utilisation digestive ou digestibilité

dMS = digestibilité de la matière sèche

dMO = digestibilité de la matière organique

dMAT = digestibilité de la matière azotée totale

dCB = digestibilité de la cellulose brute

dCa = digestibilité du calcium

dP = digestibilité du phosphore

ml = millilitre

g = gramme

an = animal

j = jour

LISTE DES FIGURES

Pages

Figure 1 : Schéma d'utilisation digestive des aliments d'après Pari Gibini (1986) rapporté par Bignoumba (1996)	3
Figure 2 : Variation de la digestibilité de la matière sèche des rations	19
Figure 3 : Variation de la digestibilité de la matière organique des rations	20
Figure 4 : Variation de la digestibilité de la matière azotée totale des rations	20
Figure 5 : Variation de la digestibilité de la cellulose brute des rations	20
Figure 6 : Variation de la digestibilité du calcium des rations	21
Figure 7 : Variation de la digestibilité du phosphore des rations	22
Figure 8 : Variation de la digestibilité de la matière sèche des suppléments	22
Figure 9 : Variation de la digestibilité du calcium des suppléments	22
Figure 10 : Variation de la digestibilité du phosphore des suppléments	23

LISTE DES TABLEAUX

Pages

Tableau I : Rations utilisées	11
Tableau II : Quantités moyennes consommées / j / an pendant la période d'adaptation	17
Tableau III : Température ambiante, quantités d'aliments ingérés les quantités de fèces et d'urine émises et la consommation d'eau	19
Tableau IV : Bilan azoté	24
Tableau V : Bilan du phosphore	25

ANNEXE

Tableau VI : Digestibilités des nutriments des rations

N° essai	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12
dMS	57,1 ± 0,02 ^a	52,9 ± 0,02 ^{b c}	51,3 ± 0,03 ^c	57,9 ± 0,04 ^a	49,4 ± 0,03 ^c	54,7 ± 0,03 ^b	58,5 ± 0,06 ^a	51,6 ± 0,02 ^c	51,5 ± 0,03 ^c	49,6 ± 0,01 ^c	54,5 ± 0,03 ^b
dMO	59,6 ± 0,02 ^b	55,2 ± 0,01 ^{b c}	53,7 ± 0,02 ^c	60,3 ± 0,02 ^b	51,2 ± 0,03 ^c	56,1 ± 0,03 ^{b c}	63,1 ± 0,03 ^a	54,8 ± 0,02 ^{b c}	55,5 ± 0,03 ^{b c}	51,8 ± 0,01 ^c	55,8 ± 0,03 ^b
dMAT	81,3 ± 0,02 ^a	51,9 ± 0,02 ^e	55,9 ± 0,03 ^d	78,7 ± 0,02 ^a	28,7 ± 0,04 ^g	37,3 ± 0,04 ^f	78,3 ± 0,04 ^a	55,7 ± 0,03 ^d	75,5 ± 0,03 ^{b a}	68,1 ± 0,01 ^c	72,2 ± 0,03 ^b
dCB	29,3 ± 0,04 ^d	25,3 ± 0,04 ^e	30,9 ± 0,04 ^d	59,0 ± 0,03 ^a	40,6 ± 0,03 ^b	36,2 ± 0,03 ^c	38,9 ± 0,08 ^b	40,4 ± 0,03 ^b	41,4 ± 0,03 ^b	28,9 ± 0,02 ^d	35,3 ± 0,04 ^c
dCa	85,7 ± 0,01	89,1 ± 0,009	83 ± 0,01	93,9 ± 0,006	75,4 ± 0,02	83,3 ± 0,07	85,6 ± 0,02	81,4 ± 0,02	73,9 ± 0,03	92,9 ± 0,003	95,8 ± 0,007
dP	50,8 ± 0,02	36,2 ± 0,03	45,5 ± 0,03	79,5 ± 0,02	58,9 ± 0,02	42,2 ± 0,04	72,3 ± 0,06	42,6 ± 0,03	88,5 ± 0,009	50,4 ± 0,01	54,1 ± 0,04

*Pertes ; Q= quantité, MSI = matière sèche ingérée

Les valeurs moyennes sur la même ligne ayant des lettres différentes (a, b, c, d, e, f, g) sont significativement différentes à p<0,05.

Tableau VII : Digestibilité (%) des suppléments (valeurs obtenues par la méthode différentielle)

N° digestibilité	Concentrés utilisés	dMS	dMO	dMAT	dCB	dCa	dP
7	Sentenac	66,8	91,5	49,8	15,7	87,2	42,1
2	Jarga	26,1	89,5	68,1	16,2	99,3	94,6
4	Yafal	55,7	97,6	75,3	42,2	83,4	45,9
1	Tourteau d'arachide artisanal	73,5	94,6	94,9	59	88,1	52,1
9	Son de mil	56,7	99,3	75,4	40,4	83,9	43,4
5	Phosphate de Taïba	43,7	-	-	-	98,5	93,3
8	Phosphate de Thiès	68,8	-	-	-	93,9	92,3
10	Phosphate bicalcique	68,8	-	-	-	88,7	92,4
11	Sodelphos	60,9	-	-	-	98,3	80,2
12	Tourteau de Balanites	67,76	69,3	91,84	17,5	99,1	81,1

TITRE : Digestibilité des suppléments minéraux chez les ovins

Candidat : Omar Sow né le 18 mars 1977 à keur Ndongo (kaolack)

Nature du Mémoire : DEA de Productions Animales

Composition du jury

Président : François Adébayo ABIOLA, Professeur à l'EISMV

Membres : - Bhen Sikina TOGUEBAYE, Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de l'UCAD

- Malang SEYDI, Professeur à l'EISMV

- Germain Jérôme SAWADOGO, Professeur à l'EISMV

- Maïmouna CISSE, Docteur ès Physiologie Animale, Chercheur à l'ISRA

RESUME

Les éléments minéraux jouent un rôle plastique de constituant des structures et un rôle dans le fonctionnement de l'organisme. La plupart des fourrages consommés par les ruminants au Sénégal sont déficitaires en minéraux majeurs (calcium et phosphore) et en oligo-éléments (cuivre et zinc). Les carences minérales constituent donc une des contraintes majeures pour l'amélioration des productions animales d'où la nécessité d'une supplémentation minérale. Douze essais de digestibilité ont été conduits sur des ovins pour connaître la valeur nutritive de nombreuses sources de supplémentation du bétail au Sénégal. La méthode directe de digestibilité « in vivo » a été utilisée. C'est une méthode onéreuse mais plus précise qui consiste à faire le bilan entre les ingestats et les excréments (féces et urines). Les mesures ont été effectuées dans des cages métaboliques qui permettent un contrôle rigoureux des quantités d'aliments ingérées et de l'eau bue puis une récolte séparée des matières fécales et de l'urine émise. La paille de brousse a servi d'aliment de base et les compléments utilisés ont été le tourteau d'arachide artisanal, le concentré de Sentenac, le Jarga des Grands Moulins de Dakar, le Yafal des Moulins Sentenac le phosphate de Thiès, le phosphate de Taïba, le tourteau de *Balanites aegyptiaca*, le son de mil, le phosphate bicalcique, le Sodelphos de la Sosedel. Les suppléments étudiés ont des valeurs nutritives très variables. Ils ont amélioré pour la plupart la digestibilité de la MS, dMO, dMAT, dCa et dCP à des niveaux variables. Les sources de minéraux utilisées ont amélioré la valeur agronomique du fumier en augmentant l'excrétion fécale en azote et en phosphore.

Mots-clés : carences minérales, digestibilité, supplémentation, bilan nutritionnel

Adresse : Parcelles assainies U8 villa 561, Tel : 00 (221)5319918,
e-mail: sowomar1@yahoo.fr

RESUME

Sujet : Digestibilité des suppléments minéraux chez les ovins

Les éléments minéraux jouent un rôle plastique de constituant des structures et un rôle dans le fonctionnement de l'organisme. La plupart des fourrages consommés par les ruminants au Sénégal sont déficitaires en minéraux majeurs (calcium et phosphore) et en oligo-éléments (cuivre et zinc). Les carences minérales constituent donc une des contraintes majeures pour l'amélioration des productions animales d'où la nécessité d'une supplémentation minérale. Douze essais de digestibilité ont été conduits sur des ovins pour connaître la valeur nutritive de nombreuses sources de supplémentation du bétail au Sénégal. La méthode directe de digestibilité « in vivo » a été utilisée. C'est une méthode onéreuse mais plus précise qui consiste à faire le bilan entre les ingestats et les excréments (fèces et urines). Les mesures ont été effectuées dans des cages métaboliques qui permettent un contrôle rigoureux des quantités d'aliments ingérées et de l'eau bue puis une récolte séparée des matières fécales et de l'urine émise. La paille de brousse a servi d'aliment de base et les compléments utilisés ont été le tourteau d'arachide artisanal, le concentré de Sentenac, le Jarga des Grands Moulins de Dakar, le Yafal des Moulins Sentenac, le phosphate de Thiès, le phosphate de Taïba, le tourteau de *Balanites aegyptiaca*, le son de mil, le phosphate bicalcique, le Sodelphos de la Sosedel. Les suppléments étudiés ont des valeurs nutritives très variables. Ils ont pour la plupart amélioré les digestibilités de la MS, dMO, dMAT, dCa et dCP à des niveaux variables. Les sources de minéraux utilisées ont amélioré la valeur agronomique du fumier en augmentant l'excrétion fécale en azote et en phosphore.

Mots-clés : carences minérales – digestibilité – supplémentation - bilan nutritionnel

Subject: Digestibility of minerals supplements of ovens

The mineral elements play a plastic role of constituent of structure and another in the working of the body. Most of the fodders eaten by ruminating animals in Senegal are in deficit in major minerals (calcium, phosphorus) and on oligo-elements (copper and zinc). The deficit of minerals constitute then one of major constraints for the improvement of animal productions whence the need of a mineral additional. Twelve tests of digestivity have been done ovens so as to know the nutritive value of severals sources of cattle additional in Senegal. The direct method of digestibility (in vivo) has been need. It is costly method but most precise which consist in doing the outcome between the ingestats and the excretats (excrements and urines) measures have been done in some metabolic rages that help a rigorous control of quantities of interfered foods and drink water and a collect separated between the fecal materials and the had wine. The grass has served as basic foods and the derived from it used have been the tourteau of artisanal groundnut, the concentrated of sentenac, the jarga of Grand Moulin of Dakar, the yafal of Moulin sentenac, the phosphate of Thiès, the phosphate of Taïba, the tourteau of *Balanites aegyptiaca*, bran, the phosphate bicalcique, the sodelphos of Sosedel. The etudied supplements have got nutritives values which vary. They have most of the time improved the digestivity of MS, dMO, dMAT, dCB, dCa and dP in variable nivels. Sources of used minerals have improved the agronomic value of dung in increasing the fecal excretion on azote and phosphate.

Key-words : Minerals deficits – digestibility – additional - nutritional outcome

Adresse: Parcelles assainies U8 villa 561, Tel: 00(221)5319918,
E-Mail: sowomar1@yahoo.fr