



**IMPORTANCE DES RESIDUS DE RECOLTE
DANS LE DISPONIBLE FOURRAGER DU
TERROIR DE LA NEMA AU NIOMBATO
(Centre-Sénégal)**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 25 Juillet 2000 devant la faculté de
Médecine, de pharmacie et d'Odontologie de Dakar pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE (DIPLOME D'ETAT)

Par :

Sam Patrice MADJIKAM

Né le 21 Novembre 1971 à Bangui (République Centrafricaine)

Président du Jury :

Monsieur Omar NDIR
Professeur à la faculté de Médecine et
de pharmacie de Dakar

Membres :

Monsieur Justin Ayayi AKAPKO
Professeur à l'EISMV de Dakar

Monsieur Pape Ibra SAMB
Maître de conférences (FST/UCAD)

Directeurs de thèse :

Monsieur Yalacé Yamba KABORET
Maître de conférences agrégé à
l'EISMV de Dakar

Monsieur Elie Leonard AKPO
Maître de conférence (FST/UCAD)



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

**B.P 5077 - DAKAR (Sénégal)
Tél. (221) 865 10 08 - Télécopie (221) 825 42 83**

COMITE DE DIRECTION

1 LE DIRECTEUR

♦Professeur François Adébayo ABIOLA

2. LES COORDONNATEURS

♦Professeur ASSANE MOUSSA
Coordonnateur des Études

♦Professeur Malang SEYDI
Coordonnateur des Stages et Formation
Post-Universitaires

♦Professeur Germain Jérôme SAWADOGO
Coordonnateur Recherches et Développement

Année Universitaire 1999-2000

PERSONNEL ENSEIGNANT

☞ PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV

☞ PERSONNEL VACATAIRE (PREVU)

☞ PERSONNEL EN MISSION (PREVU)

☞ PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV (PREVU)

I.- PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV

**A. - DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES
ET PRODUCTIONS ANIMALES**

CHEF DU DEPARTEMENT

Professeur Cheikh LY

S E R V I C E S

1. - ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Charles Kondi AGBA	Professeur (en disponibilité)
Serge N. BAKOU	Assistant
Latyr GUEYE	Docteur Vétérinaire Vacataire
Guy Sylvestre NANA	Moniteur

2. - CHIRURGIE-REPRODUCTION

Papa El Hassane DIOP	Professeur
Ahmadou Thiam DIA	Docteur Vétérinaire Vacataire

3. - ECONOMIE RURALE ET GESTION

Cheikh LY	Maître-Assistant Agrégé
Baye Mbaye Gabi FALL	Moniteur

4. - PHYSIOLOGIE-THERAPEUTIQUE-PHARMACODYNAMIE

ASSANE MOUSSA	Professeur
Rock Allister LAPO	Moniteur

5. - PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur
Toussaint BENGONE NDONG	Assistant
Géodiba RAGOUNANDEA	Moniteur

6. - ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Ayao MISSOHOU	Maître-Assistant
Essodina TALAKI	Moniteur

B.- DEPARTEMENT DE SANTE PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENT

CHEF DE DEPARTEMENT

Professeur Louis Joseph PANGUI

S E R V I C E S

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

Malang SEYDI	Professeur
Isabelle (Mme) PAIN	Assistante
MINLA'A OYONO	Assistant
Khalifa Serigne Babacar SYLLA	Moniteur

2. - MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Justin Ayayi AKAKPO	Professeur
Rianatou ALAMBEDJI (Mme)	† Maître-Assistante Agrégée
Anani Adéniran BANKOLE	Moniteur
Jeanne (Mlle) COULIBALY	Monitrice

3. - PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES - ZOOLOGIE APPLIQUEE

Louis Joseph PANGUI	Professeur
Marcel KAGNOMOU	Moniteur
Oubri Bassa GBATI	Moniteur

4. - PATHOLOGIE MEDICALE- ANATOMIE PATHOLOGIQUE- CLINIQUE AMBULANTE

Yalacé Yamba KABORET	Maître de Conférences Agrégé
Hervé BICHET	Assistant
Maman Laminou IBRAHIM	Docteur Vétérinaire Vacataire
Thierry KOUZOUKENDE	Moniteur

5. - PHARMACIE-TOXICOLOGIE

François Adébayo ABIOLA	Professeur
Patrick FAURE	Assistant
Felix Cyprien BIAOU	Assistant

C. - FERME EXPERIMENTALE

Nongasida YAMEOGO	Docteur Vétérinaire Vacataire
Balabawi SEIBOU	Docteur Vétérinaire Vacataire

II. - PERSONNEL VACATAIRE (PRÉVU)

. BIOPHYSIQUE

Mme Sylvie SECK GASSAMA Maître de Conférences Agrégé
Faculté de Médecine et de Pharmacie
UCAD

. BOTANIQUE

Antoine NONGONIERMA Professeur
IFAN - UCAD

. AGRO-PEDOLOGIE

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

. BIOLOGIE MOLECULAIRE

Mamady KONTE Chercheur à l'ISRA
Laboratoire Nationale de Recherches
Vétérinaires et Zootechniques

. NORMALISATION ET ASSURANCE QUALITE

Mme NDIAYE Mame S. MBODJ Chef de la division
Agro-Alimentaire de l'Institut Sénégalais
de Normalisation

. H I D A O A

Papa Ndary NIANG Docteur Vétérinaire

II. - PERSONNEL EN MISSION (PRÉVU)

. PARASITOLOGIE

M. KILANI

Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)

. PATHOLOGIE DES EQUIDES ET CARNIVORES

A. CHABCHOUB

Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)

. ZOOTECHNIE ET ALIMENTATION

A. BEN YOUNES

Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)

. CHIRURGIE

N. BENCHEDIDA

Professeur
ENMV SIDI THABET (Tunisie)

. SPLANCHNOLOGIE-EMBRYOLOGIE

A. MATOUSSI

Professeur
ENMV SIDI THABET (Tunisie)

. PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

M. ROMDANE

Professeur
ENMV SIDI THABET (Tunisie)

. PHARMACIE-TOXICOLOGIE

L. EL BAHRI

Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)

. PHYSIOLOGIE DELA REPRODUCTION

O. SOUILEM

Professeur
ENMV - SIDI THABET (Tunisie)

IV. - PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV

1 - MATHEMATIQUES

S. S. THIAM

Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

T.D

A. TOSSA

Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

2. - PHYSIQUE

I. YOUM

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

T.D

A. NDIAYE

Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

T.P PHYSIQUE

A. FICKOU

Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

CHIMIE ORGANIQUE

Abdoulaye SAMB

Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

CHIMIE PHYSIQUE

Alphonse TINE

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

T.P CHIMIE

Abdoulaye DIOP

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

3. BIOLOGIE VEGETALE

PHYSIOLOGIE VEGETALE

K. NOBA

Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

4. BIOLOGIE CELLULAIRE

Serge N. BAKOU

Assistant
EISMV - DAKAR

5. EMBRYOLOGIE ET ZOOLOGIE

Bhen Sikina TOGUEBAYE

Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

**6. PHYSIOLOGIE ANIMALE
COMPAREES DES VERTEBRES**

Moussa ASSANE

Professeur
EISMV - DAKAR

**7. ANATOMIE COMPAREE
DES VERTEBRES**

Cheikh T. BA

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

8. BIOLOGIE ANIMALE (TP)

D. PANDARE

Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

Jacques N. DIOUF

Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

9. GEOLOGIE

FORMATIONS SEDIMENTAIRES

R. SARR

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

HYDROGEOLOGIE

A. FAYE

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

10. TP

Arona DIONE

Moniteur

Dedicaces

A mon feu père : Simon MADJIKAM

Vous n'avez jamais ménagé aucun effort pour l'éducation de vos enfants. Mais hélas ; vous êtes parti avant même que l'arbre que vous avez planté ne donne des fruits.

**« Paix à ton âme et que »
« Dieu t'accueille dans son paradis céleste ».
« tu es et restera toujours dans nos mémoires »**

A ma mère : Marie-Louise BEAYIME MADJIKAM

Vous avez toujours été à mes côtés dans mes moments difficiles ; sans vous, rien n'aurait été. Ce travail est le vôtre, résultat d'innombrables sacrifices consentis pour l'éducation et la formation de votre fils aîné. Puisse-t-il vous faire oublier tant d'années de patience.

**« Sempiternel attachement filial ».
« Je t'aime Maman »**

A mes frères et sœurs :

Vous qui avez souffert de mes longues périodes d'absence. Considérez ce travail comme un

**« Exemple »
« et faite Mieux... »**

A Tous mes parents :

Vous qui de loin ou de près m'avez prêté mains fortes,

« Sincères reconnaissances »

A Tous mes compatriotes :

« Sincères reconnaissances »

A ma bien Aimée : Dieynaba DIA

Pour son soutien pendant les moments difficiles de la réalisation de ce travail.

« Veuillez trouver ici l'expression de Ma très grande reconnaissance ».

A ma cousine : DOUTAMBAYE Solange

Pour tes conseils si salutaires

« Mon attachement fraternel ».

A mon beau-frère : KOURIAH Gaspard

« Affectueusement ».

A mon frère et ami : Jonas BOKOUTOU

Malgré les stress des devoirs et de la « carrière » à l'EISMV, nous avons su nous soutenir mutuellement tant moralement et que matériellement.

« Sempiternelle amitié sincère ».

Au Groupe Biblique Universitaire (GBU),
pour son apport Spirituel.

A mes Collègues de l'EISMV.

A Guy Emmanuel BALETE

Pour ces agréables surprises qu'il ne cesse de
manifeste à mon égard.

A Hubert François D'assise MAPOKA

Pour sa disponibilité dans l'accomplissement de ce
travail.

A Madame DIOUF (Bibliothèque de l'ESMV)
pour sa disponibilité et sa largesse

A Madame Martine GLADY

Pour son affection et ses soutiens moraux quant à ce
qui concerne les moments difficiles que nous avons
connu toute cette année.

Merci à tous.

A Nos Maître et Juges

A Monsieur Omar NDIR

Professeur agrégé à la faculté de Médecine et de pharmacie de Dakar

Vos immenses qualités humaines et votre disponibilité constante vous valent l'admiration de tous ceux qui vous connaissent. Nous avons été particulièrement ému par l'enthousiasme et la spontanéité avec lesquels vous avez accepté de nous honorer en présidant ce jury de thèse.

« Très haute considération »

A Monsieur Yalacé Yamba KABORET

Maître de Conférence agrégé à l'EISMV,

En acceptant de nous encadrer au cours de ce travail malgré vos nombreuses responsabilités, vous avez su répondre à l'estime qui nous a toujours animé à votre égard depuis nos premières années de formation à l'EISMV ;

« Trouvez ici l'expression du grand respect que nous avons pour vous et de tous nos remerciements pour la grande rigueur avec laquelle ce travail a été suivi et corrigé ».

A Monsieur Elie Leonard AKPO

Maître de conférences à la faculté des sciences (FST/UCAD)

Vous nous avez inspiré le sujet de cette thèse.

Au cours de l'élaboration de ce travail que vous avez conduit avec compétence, disponibilité partout et à tout moment et votre humanisme. Ce travail est une très modeste expression de l'amitié, de la reconnaissance et du respect que nous vous portons.

A Monsieur Pape Ibra SAMB

Maître des conférences : Directeur à l'Institut de Production et de protection des végétaux (FST/UCAD)

Malgré votre programme très rempli de Directeur de IPP, vous avez accepté avec spontanéité de nous faire l'insigne honneur de siéger dans le jury de notre thèse.

« Sincère reconnaissance ».

A Monsieur Justin Ayayi AKAPKO

Professeur agrégé en Microbiologie-Immunologie-Pathologie Infectueuse

Vous avez su être pour nous un Enseignant exemplaire et un éducateur averti. Votre simplicité, votre disponibilité ainsi que votre rigueur forcent l'admiration de tous les Etudiants de l'EISMV.

« Toute notre reconnaissance pour cet insigne privilège que vous nous faites en acceptant de juger ce travail ».

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1. LE TERROIR DE LA NEMA	3
1.1. Le Sénégal	3
1.2. 1.1.1. La localisation	3
1.1.2. Le relief et l'hydrographie	3
1.1.3. Les sols	4
1.1.4. Le climat	4
1.1.5. Le couvert végétal	6
1.3. Le Terroir de la NEMA	7
1.3.1. Le milieu physique	7
1.2.1.1. <i>La localisation géographique de la Néma</i>	7
1.2.1.2. <i>Géologie et Géomorphologie</i>	8
1.2.2. Les sols	9
1.2.3. L'hydrographie	11
1.2.4. Les facteurs climatiques	11
1.2.4.1. <i>La pluviosité et la température</i>	11
1.2.4.2. <i>L'humidité relative</i>	14
1.2.4.3. <i>L'insolation et l'évaporation</i>	15
1.2.4.4. <i>Les vents</i>	15
1.2.5. La végétation	16
1.2.6. Les hommes et leurs activités	16
1.2.6.1. <i>La population</i>	16
1.2.6.2. <i>Les activités économiques</i>	17
1.2.7. Les systèmes de culture	18
1.2.7.1. <i>Les systèmes de culture du glacis</i>	18
1.2.7.2. <i>Les systèmes de culture du plateau</i>	19
1.2.7.3. <i>Les systèmes de culture de versant</i>	19
CHAPITRE 2. MATERIEL ET METHODES	20

2.1. Les résidus de récolte-----	20
2.1.1. Définition -----	20
2.1.2. quelques caractéristiques des sous-produits agricoles-----	21
2.2. Les méthodes utilisées-----	26
2.2.1. La méthode des ratios-----	26
2.2.2. La méthode des récoltes-----	27
2.2.3. La généralisation au niveau du terroir-----	28
2.2.3.1 <i>détermination de la superficie des unités de milieu</i> -----	28
2.2.3.2 <i>détermination de la superficie des parcs agroforestiers</i> -----	29
2.2.3.3. <i>La quantification</i> -----	30
2.2.4. Les paramètres statistiques-----	30
Chapitre 3:QUANTIFICATION -----	31
DES SOUS-PRODUITS AGRICOLES	
3.1. Approche méthodologique-----	31
3.1.1. Importance de l'arachide-----	32
3.1.2. Distribution des fréquences-----	33
3.1.3. Choix du couple surface-effectif -----	35
3.1.4 Répartition de l'échantillonnage -----	40
3.2. Application à l'évaluation de la quantité de fanes-----	41
d'arachide disponibles au niveau du terroir de la Néma	
3.2.1 Superficie des unités de milieu-----	41
3.2.2. Importance des différentes spéculations-----	42
3.2.3. Estimation de la quantité de fanes d'arachide-----	42
3.3 Evaluation des sous-produits agricoles du terroir-----	43
3.3.1. Evaluation des résidus de mil et de maïs -----	43
3.3.2. Synthèse des résultats : quantification-----	44
des résidus de récolte dans le bassin versant	
3.3.3. Quelle relation entre les deux méthodes d'évaluation ?-----	45
CHAPITRE 4. DISCUSSION ET CONCLUSION-----	48
REFERENCES : -----	Ø

Liste des figures :

Figure 1 : Les principales zones climatiques du Sénégal

Figure 2 : Carte de situation de la Nema

Figure 3 : Profils pédologique dans la forêt galerie, la zone de parcours et les champs (Coly, 1999)

Figure 4 : Evolution de la pluviométrie de 1987 à 1998 à Dielmo (station de référence).

Figure 5 : Diagramme ombrothermique du terroir de la Nema

Figure 6 : Distribution de la quantité des fanes d'arachide dans les parcs agroforestiers du terroir de la Nema .

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Evolution des paramètres pluviométriques (1987-1998)

Tableau 2 : Composition chimique et valeur nutritive des pailles de mil, de maïs, de sorgho et de riz (en %)

Tableau 3 : Digestibilité in vivo de la paille de mil traitée à la soude (en %)

Tableau 4 : Composition moyenne de la fane de niébé (P100) et d'arachide (P1000)

Tableau 5 : Variation de l'effectif de l'échantillonnage en fonction des parcs

Tableau 6 : Paramètres de distribution des échantillons de fanes d'arachide prélevées dans le terroir de la Nema

Tableau 7 : Variation de la moyenne, de l'écart type, de l'intervalle de confiance et de la précision en fonction de la surface et de l'effectif de prélèvement.

Tableau 8 : Variation des récoltes de fanes d'arachide dans les champs selon le parc

Tableau 9 : Importance et superficie des différentes unités de milieu du terroir de la Nema.

Tableau 10 : Variation des superficies (ha) des différentes spéculations selon les parcs

Tableau 11 : Variation des quantités de fanes disponibles (tonne) au niveau des différents parcs et pour l'ensemble du terroir

Tableau 12 : Variation des quantités de résidus de culture (mil et maïs) selon les parcs dans le terroir de la Nema

Tableau 13 : Quantité de résidus de récolte disponible dans le terroir de la Nema

Tableau 14 : Composition des résultats de deux méthodes d'évaluation des sous-produits agricoles utilisées dans le terroir de la Nema.

LISTE DES ABREVIATIONS

CB : Cellulose brute

CR : Communauté Rurale

ENA : Extractif non azoté

FAO : Found Alimentation Organisation (Fond des Nations Unies pour l'alimentation)

IC : Intervalle de confiance

QAD : Matière azotée digestible.

Max : Maximum

MG : Matière grasse

Min : Minimum

mm : Millimètre

MMT : Matières Minérales Totales

MPB : Matières Protéiques Brutes

MS : Matières sèches

NOVASEN

UF : Unité Fourragère

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

INTRODUCTION

Dans les pays à climat tropical sec, caractérisé par une saison sèche de 7 à 9 mois et une saison des pluies de 3 à 5 mois, l'élevage, généralement de type extensif, est transhumant. Ce système d'élevage dépend essentiellement de la végétation naturelle. Ainsi la quantité d'herbe produite au cours de la saison des pluies doit assurer l'alimentation du bétail durant la longue période sèche. La notion de bilan fourrager, qui conditionne la capacité de charge, prend alors toute une dimension spéciale car elle peut constituer un outil de choix pour améliorer l'exploitation des ressources (Boudet, 1991). Les évaluations de capacité de charge sont couramment basées sur l'hypothèse que les besoins d'entretien et de production d'un bétail sont équivalents à 2,5 - 3% du poids vif, soit 6,25 kgMS par jour pour une unité de bétail tropical. Ces calculs impliquent l'estimation du volume total de végétation comestible produite en une année dans une aire spécifique (c'est le disponible fourrager). Le disponible fourrager est généralement établi à partir de la production des pâturages herbacés, et rarement sur la contribution des fourrages aériens, et plus rarement encore en tenant compte des sous-produits agricoles, et/ou agro-industriels.

Dans ces zones, l'agriculture joue pourtant un rôle considérable dans les activités économiques des pays puisqu'elle occupe plus de 75% de la population. Elle peut offrir aussi d'immenses potentialités de produits utilisables dans l'alimentation du bétail et contribuer ainsi, pour une large part, à l'amélioration des productions animales. Ce sont les sous-produits agro-industriels, composés de résidus de récolte, de sous-produits d'industries agricoles,...

Dans le terroir de la Néma, la forte pression anthropique oblige, pour satisfaire les besoins vitaux des populations, à l'augmentation des superficies cultivées d'année en année. On assiste alors à une diminution considérable, voire une disparition des terres à pâturage naturel pendant la période des cultures d'une part et la forme traditionnelle de maintien de la fertilité des sols par la jachère est de plus en plus abandonnée d'autre part.

Le pâturage naturel faisant de plus en plus défaut dans ces contrées, les résidus de récolte devront alors jouer un rôle essentiel non seulement dans l'alimentation du bétail du terroir mais aussi sur le plan économique en procurant parfois à certains paysans un revenu monétaire substantiel.

Le présent travail étudie les résidus de récolte dans un terroir agro-pastoral. Il s'agit d'établir la quantité de sous-produits agricoles disponibles après la récolte des produits principaux (gousses d'arachide, grains de mil et de maïs) afin de préciser leur contribution au disponible fourrager.

L'ensemble des travaux est ici présenté en quatre chapitres. Le premier chapitre décrit le cadre de l'étude, en présentant successivement le pays (Sénégal) afin de situer le terroir (hydrologique) de la Néma dans le Niombato (Sine-Saloum), les caractéristiques édapho-climatiques et floristiques. Les méthodes utilisées (méthode de récolte et/ou de ratio) sont exposées dans le second chapitre. Le chapitre 3 est consacré aux résultats, qui sont discutés dans le dernier paragraphe.

CHAPITRE 1.

LE TERROIR DE LA NEMA

Le terroir de la Néma, puisque c'est lui qu'il s'agit, correspond à un bassin Versant qui est localisé dans la Communauté rurale de Toubacouta, département de Foundiougne, région administrative de Fatick.

Avant d'indiquer les caractéristiques de la zone d'étude, nous passerons en revue quelques éléments du milieu sénégalais.

1.1. Le Sénégal

1.1.1. La localisation

Désigné par le nom du grand fleuve qui sert de frontière avec la Mauritanie, le Sénégal est situé à l'extrême Ouest du continent africain, entre 12° 30 et 16° 30 de latitude nord et entre 11°30 et 17° 30 de longitude ouest. Il couvre une superficie de 197000Km², la population est évaluée aujourd'hui à 9 millions d'habitants. La densité moyenne est de 45 habitants/ Km² et le taux de croissance démographique s'élève à 2.7%.

1.1.2. Le relief et l'hydrographie

Le relief est généralement plat avec une altitude inférieure à 50m sur 75% du territoire. Le bassin sédimentaire caractérisé par des roches tertiaires et quaternaires occupe l'Ouest et le nord-est du pays. Le point culminant (531m) est situé à l'extrême sud du pays sur les contreforts du Fouta Djallon à la frontière avec la Guinée.

Le système hydrographique est simple : du Nord au sud, deux fleuves importants (le Sénégal-1700km- et la Gambie-1130km) occupent des positions limitrophes, le Saloum (120 km) draine les eaux de la partie centrale du pays alors que la Casamance (300km) traverse la région méridionale.

1.1.3. Les sols

Les sols sont peu variés. Souvent, on passe d'une catégorie de sol à l'autre. On peut distinguer deux groupes de sols (Sall,1996) :

➤ Du Nord au sud, on a les sols bruns et brun-rouges, les sols ferrugineux lessivés ou peu lessivés et dans une moindre mesure, les sols ferralitiques. Ces sols, de richesse réduite en éléments minéraux sont faciles à travailler grâce à leur texture sableuse mais ils se dégradent rapidement.

➤ Les sols hydromorphes et les vertisols (vallée du fleuve Sénégal) présentent de bonnes qualités chimiques mais sont argileux, compacts et lourds.

1.1.4. Le climat

De nombreuses formulations ont été proposées pour désigner les subdivisions du climat tropical. Certaines sont basées sur les précipitations, d'autres intègrent les précipitations et les températures ou enfin les précipitations et

l'évapotranspiration.

AUBREVILLE (1949) accordant une grande importance à la saison des pluies et à la température moyenne, a reconnu pour le Sénégal trois types de climats :

- Le climat tropical semi-humide ou soudano-guinéen marqué par 6 mois de saison de pluie et 6 mois secs.
- Les climats tropicaux secs caractérisés par 4 à 6 mois de saison des pluies et 6 à 8 mois secs au Nord et 4 à 5 mois secs au sud.
- Les climats subdésertiques (ou sahéliens) avec 200 à 400 mm de pluies réparties sur 2 à 3 mois, qui caractérisent actuellement le Nord du pays.

Les précipitations sont aussi très variables d'une année à l'autre. Selon la quantité et la durée de la saison des pluies on distingue (figure 1) :

- Une zone soudanienne où la saison des pluies s'étale sur 5 à 6 mois avec des moyennes inter-annuelles variant entre 900mm et 1200mm par an ce qui rend possible l'agriculture pluviale régulière.
- Une zone sahélienne " sensu stricto " avec des précipitations de l'ordre de 200 à 400mm où l'agriculture pluviale devient plus aléatoire et extrêmement dépendante des précipitations. Dans cette zone l'élevage est l'activité prépondérante.
- La zone soudano-sahélienne sert de transition entre la zone soudanienne et sahélienne. Les précipitations peuvent varier entre 600 et 900mm par an. C'est la zone des savanes.

L'ensemble de la zone est chaud durant toute l'année et particulièrement en fin de saison sèche(Avril-Mai). Les températures élevées, sont généralement supérieures à 30°. La saison des pluies est estivale, les pluies sont faibles et diminuent au fur et à mesure que l'on va du Sud (1200mm) vers le Nord (250mm).

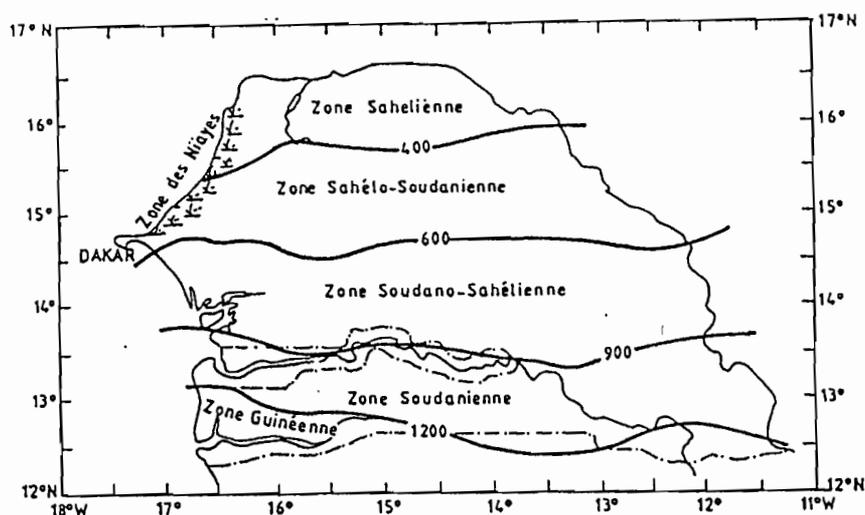


Figure 1: Les principales zones climatiques du Sénégal (AKPO, 1998)

1.1.5. Le couvert végétal

Le Sénégal fait partie de la région phytogéographique soudanienne qui appartient à l'empire floral africain (*Paleotropis*).

Les formations végétales évoluent du Nord au Sud suivant le gradient pluviométrique. Cette zonation permet ainsi de distinguer :

- Les steppes arbustives et arborées appartenant au domaine sahélien.
- Les savanes arbustives et arborées appartenant au domaine soudano-sahélien.
- Les forêts claires du domaine soudanien.
- Les forêts denses du domaine guinéen.
- Les forêts galeries le long des cours d'eau.
- Les mangroves à *Avicennia africana* et *Rizophora racemosa* sur les berges des fleuves et dans les estuaires.

1.2. Le Terroir de la NEMA.

1.2.1. Le milieu physique

1.2.1.1. La localisation géographique de la Néma

Long de 11Km, large de 4.5Km soit une superficie d'environ 50Km² (LIENOU, 1995), le terroir de la Nema est compris entre 13°42 et 13°45 de latitude Nord et entre 16°22 et 16°29 de longitude Ouest (figure 2). Il est limité au sud et à l'est par le bassin du Madina Djikoye, au nord-est par le bassin versant du fleuve Gambie, au nord-ouest par les vallées côtières sous influence maritime.

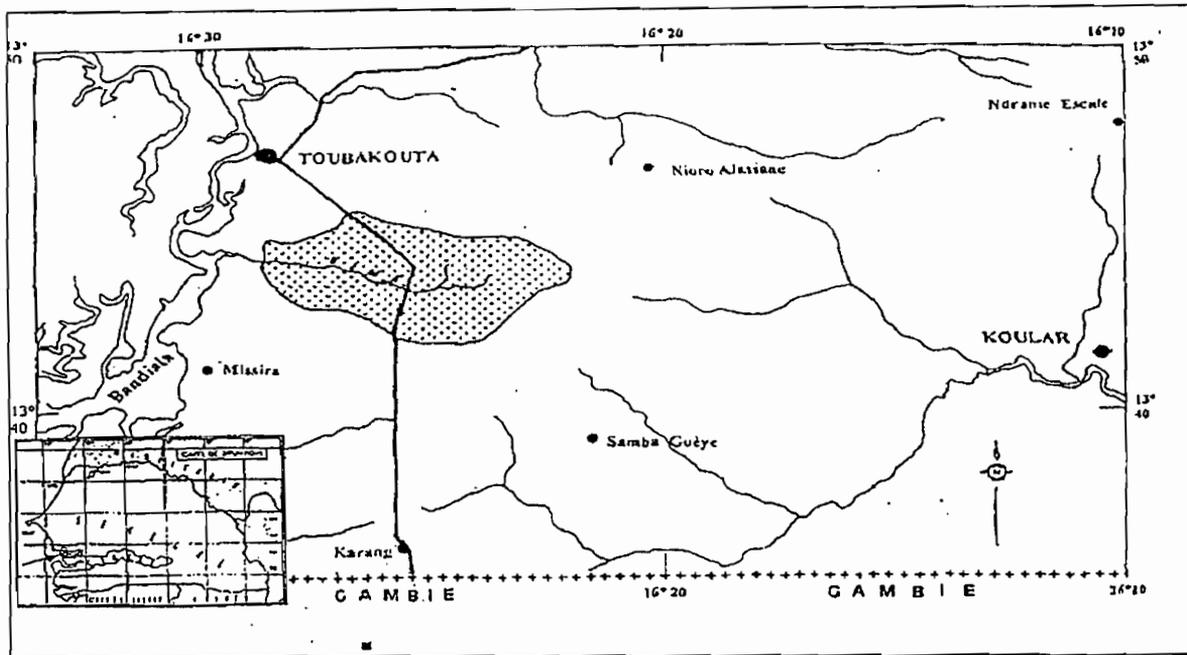


Figure 2 : Carte de situation du terroir de la Néma (partie grisée)

Le terroir hydrologique de la Néma appartient à la région administrative de Fatick et au Département de Foundiougne. Le bassin est à cheval entre deux communautés rurales, celle de Toubakouta et celle de Nioro Alassane Tall.

1.2.1.2. Géologie et Géomorphologie

Le terroir hydrologique de la Néma appartient au vaste bassin sédimentaire côtier sénégal-mauritanien. Ce bassin présente une structure d'ensemble simple. Les couches sont généralement sub-horizontales et le remplissage sédimentaire s'épaissit en direction du domaine océanique. Cette série marno-calcaire constitue le mur des formations du Continental terminal.

Avec une épaisseur de 35m à Néma Nding à 80m à Toubakouta, Le toit de cette formation a été intensément érodé après une phase de régression marine à l'éocène.

Cette érosion a entraîné la mise en place des dépressions plus ou moins

profondes à la base du “ Continental terminal ”.

La plus grande dépression est représentée par la vallée de Samba Gueye-Nioro Alassane qui atteint une profondeur de 80m en amont du bassin.

Le “ Continental terminal ” constitue la partie sommitale du cénozoïque. Il est constitué de sables argileux cuirassés, souvent bariolés occupant près des deux tiers de la superficie du bassin Sénégal-Mauritanien. Son épaisseur est variable : plus de 50m à Simon Diéne, 40m à Néma Nding et 5m près de la côte à Toubakouta (LIENOU, 1995).

Le bassin versant de la Nema présente une pente longitudinale Est-Ouest assez homogène (0.45%) avec une rupture de pente à hauteur de Touba Nding (LIENOU, 1995) et deux pentes transversales divergentes Nord-Sud et Sud-Nord qui confluent vers le lit du cours d'eau. Sur l'axe transversal on distingue trois éléments : le plateau, le versant et le bas-fonds qui contient la rivière. La pente transversale est plus forte en rive gauche du cours d'eau qu'en rive droite.

1.2.2. Les sols

Les sols du bassin de la Nema sont de nature sablo-argileuse et correspondent aux sols ferrugineux tropicaux lessivés (ANONYME, 1966). Parmi ces sols, on distingue trois types : les sols de pente, de plateau et de bas de pente.

Les sols de pente et de plateau sont sableux à texture grossière. Les teneurs en matière organique sont de 1 à 2% (ANONYME, 1966). Le taux de matière organique est dépendant de la litière dans les trente premiers centimètres des sols (BAIZE, 1988). La capacité d'échange est de l'ordre de 3 à 5 meq.

Les sols de bas de pente se particularisent par un drainage déficient en saison des pluies (ANONYME, 1966).

Les sols hydromorphes caractérisent le bas fonds constamment ou

temporairement gorgé d'eau. Ils se développent sur alluvions récentes. Ces sols hydromorphes se répartissent en trois groupes : Les sols non inondables à hydromorphie persistante de profondeur, les sols inondables à hydromorphie totale de nappe permanente à faible profondeur, les sols inondables à hydromorphie totale (ANONYME, 1966).

Les états de surface montrent un recouvrement assez abondant dans la forêt galerie et dans la zone de parcours, faible à absent dans les champs.

Les profils pédologiques indiquent 3 à 5 horizons (figure 3).

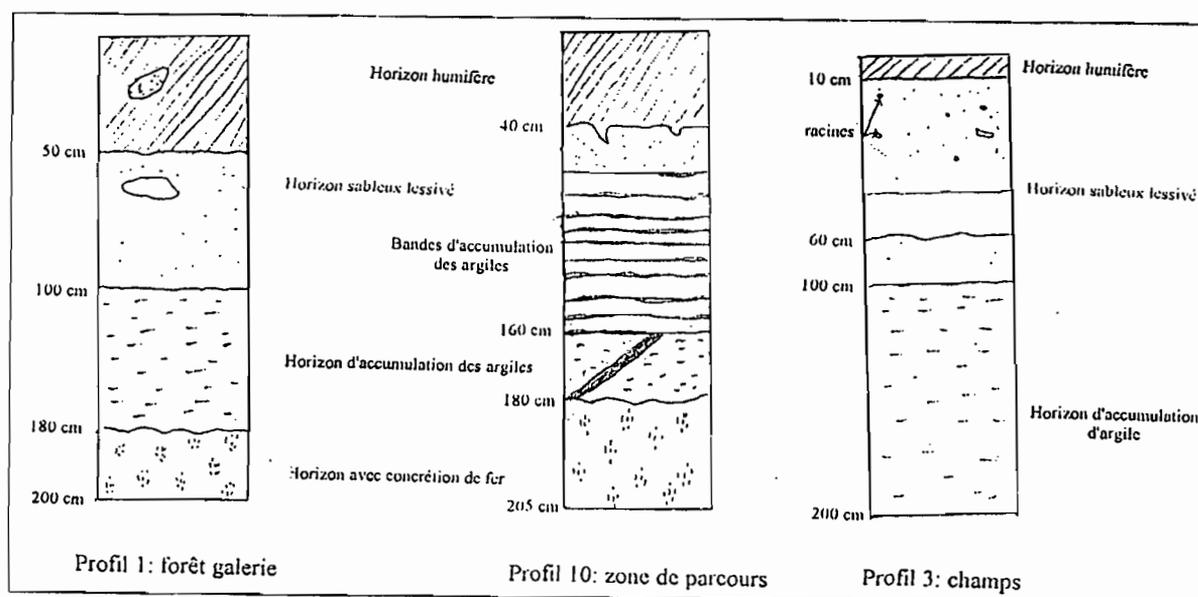


Figure 3: Profils pédologiques dans la forêt galerie, la zone de parcours et les champs (COLY, 1999)

L'horizon supérieur est partout sombre mais plus noir dans la forêt galerie et la zone de parcours que dans les champs, sa texture est sableuse et sa structure est en agrégats. Cependant dans la forêt galerie la texture est parfois sablo-argileuse.

Les horizons sous-jacents au supérieur ont une texture sableuse fine et une structure continue massive et leur couleur est souvent beige. Il y apparaît très souvent des taches ocres (concrétions).

1.2.3. L'hydrographie

Le Terroir de la Nema est drainé par une rivière du même nom orienté est-ouest qui s'étire sur 11 Km depuis le plateau jusqu'à l'exutoire et se jette dans le Bandiala, un bras de mer des îles du Saloum. Ce cours d'eau prend naissance en amont, partie haute du bassin à hauteur de Keur layen. A ce niveau confluent trois bras qui collectent les eaux de ruissellement provenant de la partie la plus élevée du bassin. L'écoulement du cours d'eau ne devient pérenne en année excédentaire qu'à la latitude de Dielmo grâce à des résurgences de la nappe (LIENOU, 1995).

La Nema présente beaucoup d'affluents qui drainent les eaux des deux plateaux vers le bas fonds. En outre le bras de Sabouya et les deux bras situés vers Nema-Ba confluent avec le cours d'eau principal. Cette rivière a son exutoire à la latitude du village de Nema Ba.

1.2.4 Les facteurs climatiques

1.2.4.1. La pluviosité et la température

Le terroir de la Nema se trouve dans la zone soudano-sahélienne entre les isohyètes 600 mm au Nord et 900 mm au Sud.

Les données pluviométriques recueillies à la station de Toubakouta sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 :Evolution des paramètres pluviométriques (1987-1998).

Années	Quantité (mm)	SAISON DES PLUIES	
		Jours (n)	Durée (j)
1987	703.5	49	132
1988	1088.7	53	130
1989	968.7	64	158
1990	502.4	42	122
1991	493.95	31	100
1992	946.8	40	126
1993	631	43	123
1994	916.7	45	139
1995	934.4	47	112
1996	597.6	38	124
1997	698.8	40	126
1998	664.6	39	129
Moyenne	755.4	44.3	126.3
Coefficient de variation	27%	19.1%	11.1%

Les données recueillies à la station de Dielmo entre 1987 et 1998 sont portées sur la figure 4.

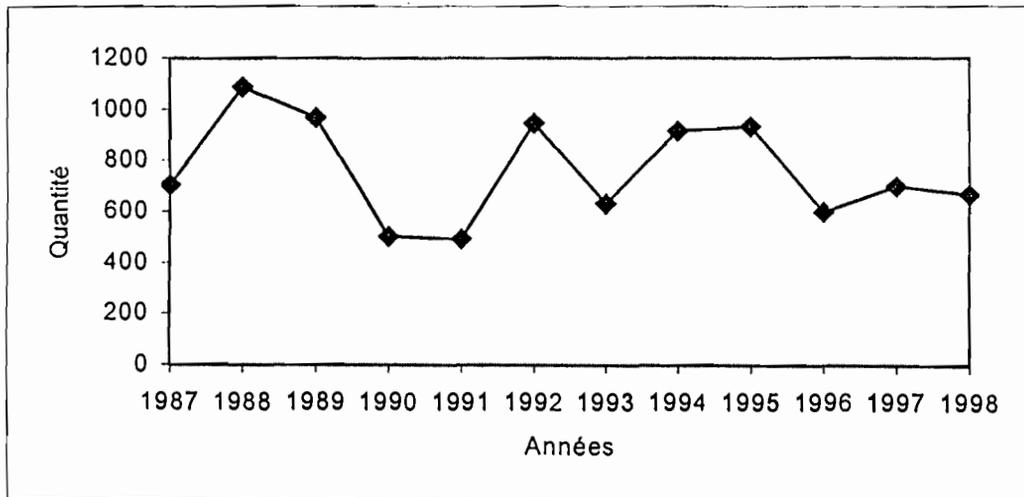


Figure 4 : Evolution de la pluviométrie de 1987 à 1998 à Dielmo (Station de référence)

Ces différentes données indiquent une grande variabilité inter-annuelle de la pluviosité tant du point de vue de la quantité des précipitations (mm), du nombre de jours que de la durée de la saison pluvieuse. Au cours de cette période, la pluviométrie moyenne inter annuelle est de 755mm, avec un coefficient de variation de 27%. La variabilité des précipitations est plus faible

que celle rapportée par Akpo et al. (1993) pour une zone située plus au Nord . Elle est plus élevée que celle observée à Thyssée Kayemor, terroir situé dans la même zone, mais plus à l'Est (Akpo et Grouzis, 1997-1998).

Par rapport à la pluviométrie moyenne, il apparaît de séries d'années humides ($P > 755\text{mm}$).

Lorsque l'on considère toujours la pluviosité, qui représente en moyenne 126 jours par an, le nombre de jours de pluie varie de 31 à 64, soit 44 jours de pluie par an en moyenne. Le coefficient de variation est de 19.1%. Il est nettement plus faible que celui des quantités de pluie.

Dans le terroir les pluies commencent en juin et s'arrêtent en octobre. Le mois d'août enregistre environ 40% du total annuel, les mois de septembre et juillet

suivent avec respectivement 30% et 20%. Ceux de juin et d'octobre reçoivent moins de 10% du total annuel des précipitations annuelles.

La température moyenne annuelle est de 28°C. Le maximum est observé au mois d'avril avec 31°C et le minimum au mois de janvier avec 24°C. Ainsi, un mois qui enregistre une pluviométrie inférieure ou égale à 56mm peut être considéré comme sec dans le contexte climatique de la Nema.

Les données pluviométriques de l'année 1998 (station de Dielmo), ont permis de tracer le diagramme ombrothermique de la zone. Le diagramme permet de se rendre compte que les mois d'août, juillet et septembre sont pluvieux car $P > 2T$ (figure 5).

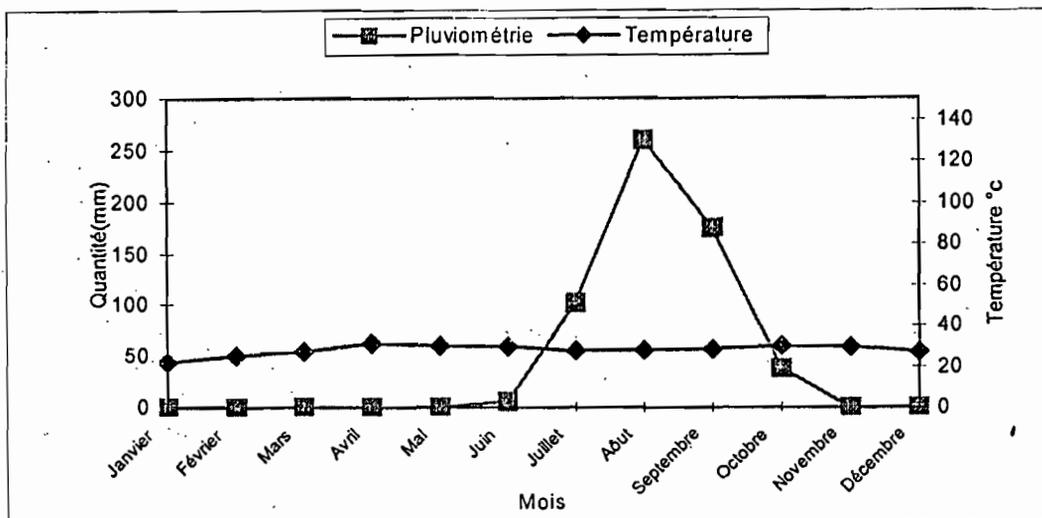


Figure 5: Pluviosité à Diélmó (Diagramme ombrothermique)

1.2.4.2. L'humidité relative

L'humidité relative présente une variation unimodale, le maximum se situe en Août-septembre avec 81.8% (COLY, 1999) et un minimum en janvier avec 29.4%. Cette évolution de l'humidité est liée aux précipitations et à la nébulosité.

qui tout en abaissant les températures contribuent à élever la valeur d'eau de l'air.

1.2.4.3. L'insolation et l'évaporation

La durée moyenne de l'insolation journalière est variable. La plus grande durée est observée au mois d'avril avec 9.9 h et les plus faibles durées au mois de février et d'octobre avec respectivement 5.6h /j et 4.3h /j (COLY, 1999).

Le minimum d'insolation observé au mois de février s'explique par la diminution de la durée du jour, correspondant au solstice d'hivers dans l'hémisphère boréal. Celui de septembre est dû à la nébulosité liée à l'épaisseur des couches de mousson en saison pluvieuse.

La variation de l'évaporation moyenne journalière épouse bien celle de la durée d'insolation moyenne journalière. En effet, l'évaporation atteint son maximum (11.5mm/J en 1997) et son minimum absolu (1.5mm/j en 1997) respectivement en mars et en septembre, puis un maximum et un minimum relatif respectivement en décembre et février (LIENOU, 1995).

1.2.4.4. Les vents

Les vents sont de direction Nord-Est dominant en saison sèche (novembre en juin), mais au cours de la saison des pluies ils sont orientés sud-ouest. Leur vitesse croît régulièrement entre les mois de novembre et d'avril (1.2ms^{-1} à 1.8ms^{-1}) puis diminue en mai (1.8ms^{-1} à 1.5ms^{-1}). Elle augmente à nouveau en juin (2ms^{-1}) et diminue enfin très fortement entre juillet et octobre (1.4ms^{-1} à 1ms^{-1}). En relation avec la vitesse et la direction on distingue :

➤ Les vents de saison sèche caractérisés par un air chaud et desséchant, appelé harmattan. Ces vents, généralement forts, accentuent les conditions de sécheresse entre mars et avril.

➤ Les vents de saison des pluies ou mousson sont humides et de vitesse relativement faible.

1.2.5. La végétation

Le couvert végétal caractéristique des zones soudaniennes a subi de profondes modifications dues à la sécheresse et à l'action anthropique.

Le fond des thalwegs est occupé par une prairie marécageuse, celle-ci borde le lit mineur en aval et s'étale plus ou moins en avant en suivant la morphologie du thalweg. Une forêt galerie assez dense en aval borde cette prairie. Elle devient discontinue et disparaît en amont.

Sur les versants et plateaux occupés par les champs, la forêt claire et la savane boisée ont complètement disparu (COLY, 1999). Elles ont fait place à des prairies de grandes graminées annuelles telles que *Andropogon gayanus* et *Pennisetum violaceum*. Toutefois, de grands arbres et arbustes isolés s'élèvent au-dessus de ces prairies et constituent des vestiges de formation primaire.

Des plantations d'arbres tels que *Mangifera indica*, *Anacardium occidentale* et *Citrus aurantium* sont observées. On note aussi un groupement d'*Adansonia digitata* en amont du bassin (Keur layen).

1.2.6. Les hommes et leurs activités

1.2.6.1. La population

Le bassin de la Nema s'étend sur deux communautés rurales : Toubakouta et Nioro Keur Alassane Tall. Il regroupe 11 villages dont Dielmo, Nema Nding, Keur

Layen Socé, Médina Santhie, Touba Nding, Sabouya, Nema Ba, Santamba et Ndoumbout appartiennent à la communauté rurale de Toubacouta alors que Keur Layen Fatim et Keur Omar Mbombé appartiennent à la communauté rurale de Nioro Alassane Tall.

La population du terroir est estimée à 4651 habitants, dont 2362 Hommes (50.8%) et 2289 Femmes (49.2%) répartis entre différentes ethnies : Sérère, Wolof, Mandingue et Peul.

1.2.6.2. Les activités économiques

Les paysans du terroir de la Nema pratiquent une agriculture diversifiée caractérisée par une polyculture pluviale avec dominance de la rotation mil-arachide. L'élevage est de type sédentaire associé à l'agriculture. (NGOM, 2000).

L'agriculture est la principale activité ; elle occupe plus de 75% de la population active (NGOM, 2000). L'arachide et le mil sont les principales cultures. Le mil connaît une extension actuellement pour élever le niveau d'autosuffisance alimentaire.

Dans les bas fonds, les paysans pratiquent le maraîchage en contre saison et la riziculture en saison pluvieuse. La majorité des villages du bassin s'adonne à cette riziculture qui souffre d'un approvisionnement en intrants agricoles. Elle est exclusivement pratiquée par les femmes qui bénéficient de l'usufruit des terres qui appartiennent à leurs maris.

Le maraîchage qui est une activité traditionnelle dans le bassin souffre de contraintes liées à l'écoulement de la production et à l'approvisionnement en produits phytosanitaires.

L'élevage est extensif, traditionnel et généralement associé à l'agriculture.

L'alimentation du bétail se fait dans les zones de parcours et dans les champs

(résidus de récolte). En effet, les animaux consomment les résidus de cultures après les récoltes : tiges de mil et de maïs, fanes d'arachide, fanes de niébé, ... et broutent l'herbe qui repousse après le dernier sarclage (LHOSTE *et al*, 1993). L'abreuvement du bétail est assuré par les mares et la rivière (Nema) pendant la saison pluvieuse. En saison sèche, vu le caractère temporaire des mares, la Nema reste le seul recours des éleveurs pour L'abreuvement des troupeaux (NGOM, 2000).

1.2.7 Les systèmes de culture

Les systèmes de culture sont des surfaces traitées de manière homogène avec un ordre de succession et des itinéraires spécifiques. Les différents systèmes de culture sont étudiés en fonction des unités agroforestières. En effet il y a une très nette correspondance entre systèmes de culture et unités agroforestières. Ainsi, trois systèmes de culture ont été identifiés dans le terroir.

1.2.7.1 Les systèmes de culture du glacis

Le système de culture du glacis est caractérisé par une rotation mil/arachide. Le maïs est aussi cultivé dans les champs de case par 38.5% des exploitants. Le mil, très souvent en culture pure est généralement de cycle long (120 jours) communément appelé « Souna ». (NGOM, 2000).

En effet dans cette unité agroforestière, on note les plus grandes populations de *Cordyla pinnata* et *faidherbia albida*. Ces deux espèces sont très appréciées par les paysans en matière d'amélioration de la fertilité des sols.

La fumure organique est très faiblement utilisée dans cette unité, à cause de la cherté (8000 F CFA par sac de 50kg).

La pression parasitaire des cultures est dominée par l'envahissement de *Striga*

hermontica qui constitue le plus grand fléau de la zone. (NGOM, 2000).

1.2.7.1 Les systèmes de culture du plateau

Au niveau du plateau, le système de culture est caractérisé par la polyculture pluviale ; avec une nette dominance de la rotation mil/arachide. Dans cette unité, les cultures associées occupent une place de choix. En effet, le mil est généralement associé au sorgho (31.7%) et au niébé. Le maïs est aussi cultivé par 32% des exploitants de cette unité.

On rencontre également sur ces terres un certain nombre de ligneux tel que *Parkia biglobosa* (Néré), *Daniela oliveri* et *Guira senegalensis* assurant une protection efficace du sol.

1.2.7.3 Les systèmes de culture de versant

Le versant est caractérisé par les spéculations suivantes : arachide, mil pure, Mil/niébé, mil/sorgho ; maïs et riz. Les femmes pratiquent aussi la culture du gombo, du piment et du manioc autour des habitations.

Avec la disparition totale de la jachère, la gestion de la fertilité se fait par l'utilisation d'engrais (66% des exploitants) avec l'appui de la NOVASEN. L'engrais le plus souvent utilisé est le NPK 15 10 10. L'épandage de la fumure organique est aussi pratiqué.

Les ligneux les plus fréquemment rencontrés sont : *Pterocarpus erinaceus*, *Ficus sycomorus* et quelque fois *Cordyla pinnata*.

Le riz occupe une place importante dans le système de culture de cette unité (60% des exploitants) (NGOM, 2000).

CHAPITRE 2.

MATERIEL ET METHODES

2.1. Les résidus de récolte :

2.1.1. Définition :

Les résidus de récolte sont définis comme des sous-produits des plantes telles que les tiges sous forme de paille, chaume, tige sarmenteuse, ... avec plus ou moins de feuilles, de glumes, d'épis de gousses et autres appareils portant des graines de la plante (BALCH, 1976). Ils se composent de tout ce qui reste après la récupération du grain, de la graine ou du fruit recherché par l'activité agricole principale; ce sont donc des sous-produits agricoles.

Les principales cultures concernées sont :

➤ Les cultures vivrières :

- les céréales - le sorgho, le mil, le riz et le maïs - produisent surtout des pailles ;

- les légumineuses - le niébé, l'arachide - fournissent de la fane ;

- les plantes à tubercules - la patate et le manioc - donnent tiges sarmenteuses, tiges et feuilles.

➤ Les cultures industrielles :

- L'arachide donne de la fane ;

- Le cacao fournit des cabosses ;

- La canne à sucre produits des feuilles et bouts blancs.

2.1.2. quelques caractéristiques des sous-produits agricoles

Avant d'exposer les méthodes utilisées dans l'évaluation proprement dite des sous-produits agricoles, nous en présenterons quelques caractéristiques essentielles, qui militent en faveur de leur large utilisation dans l'alimentation animale.

Les pailles des céréales (mil, de riz, de maïs et de sorgho) représentent de quantités importantes, mais leur valeur alimentaire est généralement faible. Ce type de fourrage provient des plantes arrivées à maturité dont les principes nutritifs intéressants ont migré dans les grains. Ainsi ces pailles sont déficitaires en matières azotées (SCOURI, 1976 ; DEMARQUILLI et PETIT, 1976 ; HODEN, 1981 ; PARIGI BINI, 1989). De même leur valeur énergétique est faible (de l'ordre de 0.30 UF/kg MS) en raison de leur teneur élevée en membranes lignifiées. Les pailles ne peuvent être correctement valorisées qu'en mélangeant avec les fanes .

Tableau 2 : composition chimique et valeur nutritive des pailles de mil, de maïs, de sorgho et de riz (en %).

Pailles	Maïs	Mil	Sorgho	Riz
Matières sèches	859.00	850.0	774.00	922.7
Matières minérales	43.00	0	90.00	179
Matières azotées	38.00	74.00	39.00	22.8
Matières grasses	8.00	56.00	16.00	9.8
Matière cellulosique	386.00	27.00	403.00	345
Extractif non azoté	525.00	414.0	452.00	442.6
Calcium	2.00	0	4.800	1.7
Phosphore	1.50	429.0	1.00	-
		0		
		1.60		
		2.30		
UF/kg MS	0.27	0.36	0.30	-
MAD/kg MS	14.00	19.00	0	

Source : CALVET, 1978.

Globalement, les pailles de mil semblent meilleures que celles du maïs et du sorgho ;

Elles présentent en effet des teneurs plus élevées en différents éléments étudiés.

Une plus grande partie des pailles est abandonnée sur les champs chaque année. D'importantes quantités sont essentiellement utilisées comme des matériaux de construction (clôture, abris, etc...).

Les pailles des céréales (maïs, mil, sorgho et riz) sont de bons aliments de l'est, et peuvent contribuer à améliorer la couverture des besoins d'entretien des animaux. Elles sont moins énergiques que les fourrages herbacés sahéliens pour lesquels (AKPO et al., 1995) la valeur énergétique peut atteindre 0,6 UF/kg MS à la même époque (durant le mois d'Octobre).

La paille de mil dont la composition bromatologique (tableau 2) est influencée par le nombre de tiges non porteuses d'épis (ou talles), constituant la touffe avec les tiges principales, a une teneur en azote élevée (CALVET, 1978).

Tableau 3 : digestibilité in vivo de la paille de mil traitée à la soude (en %).

	Pailles témoin	Pailles traitées avec 40g de soude par kg de paille
Matières sèches	52.1	59.1
Matières organiques	52.7	60.3
Matières grasses	39	39
Matières cellulosiques	58	74.6
Matières azotées	26.5	27.6
Extractif non azoté	51.4	54
UF/kg MS	0.35	0.44
MAD/kg MS	13.5	19.8

La valeur bromatologique des pailles peut varier largement en fonction de leur condition de stockage, de leur ramassage et de leur distribution.

Les pailles sont des aliments à structure fibreuse, donc susceptibles de présenter une attaque limitée par la microflore du rumen. Leur valeur nutritive peut être améliorée par certains traitements. Différents procédés de traitement chimiques, physiques et biologiques (BALCH, 1976 ; DONEFER, 1976 ; HOMB *et al.*, 1976 ; JACKSON, 1978 ; SANSOUCY et EMERY, 1982 ; PRESTON et LENG, 1985) et d'utilisation des pailles afin d'augmenter leur ingestibilité et digestibilité (CALVET, 1978 ; DULPHY *et al.*, 1986 ; FALL *et al.*, 1988) ont sensiblement amélioré la composition des pailles.

La culture des légumineuses fournit en dehors de la récolte des gousses tout l'appareil végétatif qui constitue les fanes. Dans ce groupe, on range les tiges, les feuilles et les racines. La fane d'arachide présente une bonne valeur alimentaire (tableau 4).

Tableau 4 : composition moyenne de la fane de niébé (p100) et d'arachide (p1000).

Composition	Fane niébé (P100)	Fane d'arachide (p1000)
Matière sèche : MS	89.30	872.0
Matière protéique brute :	13,00	107.0
MPB	29.00	341.8
Cellulose brute : CB	2.500	15.8
Matière grasse :MG	8.00	99.0
Matières minérales totales :	36.80	441.8
MMT	1.35	9.2
Extractif non azoté : ENA	0.29	1.2
Calcium : Ca		
Phosphore : P		
Ufg/kg _{MS}	0.46	0.46
MADg/kg _{MS}	80.00	59.30

Source : FAYE 1981

CALVET 1978

En zone rurale, elle est destinée aux animaux privilégiés comme les chevaux, les vaches laitières, les jeunes sevrés et les bovins de traction. En milieu urbain, elle est destinée aux moutons de case et aux chevaux. Lorsqu'elle est récoltée verte, sa valeur alimentaire est comprise entre 0,75 et 0,80 UF/kg de MS ; lorsqu'elle est récoltée tardivement, cette valeur peut chuter et tomber à 0,40 - 0,45UF/kg de MS (PARIGI BINI, 1989).

La valeur alimentaire de la fane d'arachide est variable, suivant le mode d'égoissage (manuel ou par battage) et l'importance des contaminations par le sable. Elle est en général comprise entre 0,35 et 0,65UF/kgMS avec 55 à 80g de MAD/kgMS (GUERIN *et al.*, 1981). Elle peut diminuer considérablement avec les conditions de récolte et de stockage défectueuses.

La fane de niébé (haricot) a une teneur en cellulose un peu plus élevée que celle de l'arachide mais une valeur alimentaire voisine (RIVIERE, 1991). La valeur fourragère varie de 0,35 à 0,45 UF (parfois 0,60UF/kg de MS) pour une teneur en MAD de l'ordre de 80 à 100g/kg de MS. (tableau 4)

2.2. Les méthodes utilisées

Deux groupes de méthodes seront utilisées dans l'évaluation des sous-produits agricoles, à savoir la méthode des récoltes et celle des ratios ou méthode des rapports.

2.2.1. La méthode des ratios

Encore appelé méthode des quotients, elle consiste à évaluer la production en fanes, pailles et tiges à partir des données obtenues sur la production de gousses ou de grains. On utilise le rapport (Van DUIVENBOODEN, 1992 *in* CAMARA, 1996) :

- $\frac{\text{Pailles}}{\text{Grains}}$ pour évaluer les céréales ;
- $\frac{\text{Fanes}}{\text{Gousses}}$ ou $\frac{\text{Fanes}}{\text{Graines}}$ pour l'évaluation des résidus des légumineuses

Les ratios proposés varient de 2 à 4 pour les légumineuses selon que le

dénominateur est gousses ou graines.

Dans ce travail, nous avons utilisé le quotient 2 pour l'arachide, car nous n'avons que la production en gousses au niveau du terroir.

Pour la paille des céréales, la matière sèche consommable correspond à 40% de la production en grains (TOURE et HAIDARA, 1989).

2.2..2. La méthode des récoltes

La méthode utilisée est celle de la récolte intégrale qui consiste à récolter toute la matière végétale sur pieds (plantes et gousses), puis à séparer les gousses. La matière fraîche est pesée sur le terrain. La teneur en eau est déterminée sur plusieurs échantillons par dessiccation à l'étuve à 85°C jusqu'à l'obtention du poids constant.

L'effectif de l'échantillonnage est présenté dans le tableau suivant

Tableau 5 : Variation de l'effectif de l'échantillonnage en fonction des parcs

Types de parcs	Effectif (n)
<i>Cordyla pinnata</i>	342
<i>Parkia biglobosa</i>	249
<i>Pterocarpus/Ficus</i>	279

La récolte a été réalisée du 15 au 30 octobre 1999, période optimale d'arrachage et qui correspond à la période de maturité des plantes .

2.2.3. La généralisation au niveau du terroir

Dans le bassin versant de la Nema, Coly (1999) distingue trois grandes unités de milieu ; ce sont la forêt galerie, les champs et la zone de parcours. En relation avec la rivière Néma, l'auteur caractérise les champs de l'amont et ceux de l'aval.

L'amont comporte quasiment les champs caractérisés par la présence de *Cordyla pinnata*. L'aval présente deux types de champs. Le premier type, situé sur le plateau, est dominé par la présence de *Parkia biglobosa* (ou néré). Dans le versant, on retrouve les champs à *Pterocarpus erinaceus* et *Ficus sycomorus*.

Ces différents champs dans lesquels les arbres et/ou les arbustes sont associés aux cultures ou au pâturage herbacé sont appelés parc ou système agroforestier. Il s'agit donc d'un parc à Néré, d'un parc à *Cordyla* et d'un parc à *Pterocarpus/Ficus*.

Jusque-là, il n'existe pas de données chiffrées sur la superficie des différents parcs. Il a donc fallu dans une première étape établir la superficie de ces champs, puisque c'est dans ces milieux que les évaluations vont être menées. Dans une seconde phase, l'importance (en terme d'occupation de l'espace, donc de la superficie) des différentes spéculations ou cultures (arachide, mil, maïs) a été aussi déterminée.

2.2.3.1 détermination de la superficie des unités de milieu

La détermination des superficies des unités de milieu a été faite à l'aide de la carte de répartition des parcs agroforestiers définis par Coly et établie par NGOM (2000).

La méthode utilisée consiste à multiplier d'abord la carte sur de feuilles de même format et de même poids, puis à en découper les principales unités de milieu.

On procède ensuite aux pesées des différentes portions pour établir la proportion (K%) de chaque compartiment par :

$$K\% = \frac{\text{Poids d'un compartiment (mg)}}{\text{Poids de la carte entière (mg)}} \times 100.$$

Cinq répétitions ont été faites afin de comparer les résultats de l'opération. Ces répétitions nous ont permis de considérer que la méthode est satisfaisante, puisque les résultats ne variaient pas significativement d'une répétition à l'autre.

2.2.3.2 détermination de la superficie des parcs agroforestiers

Le terroir de la Néma faisant quasiment partie de la communauté rurale de Toubacouta. Les données relatives aux superficies emblavées ne sont donc pas spécifiques pour notre zone d'étude. Nous avons défini successivement

- le taux d'occupation de l'espace = $\frac{\text{Superficie totale des champs (ha)}}{\text{Superficie totale de la CR (ha)}}$,

soit k'

- le taux d'occupation de l'espace par chacune des différentes spéculations

par :

$$P = \frac{\text{Superficie occupée par chaque spéculation}}{\text{Superficie totale de la CR}}$$

- la superficie emblavée dans le terroir de la Néma

$$E = \text{Superficie de la Néma} \times k' ;$$

- l'importance de chaque spéculation = $P_i \times E$ (i étant les spéculations, représentées ici par arachide, mil et maïs).

2.2.3.3. La quantification

Il s'agit de l'estimation de la quantité des résidus de récolte pour le terroir de la Néma.

Elle correspond au produit de la quantité de résidus obtenue par surface de prélèvement avec la superficie de la spéculation, lorsqu'il s'agit de la méthode des récoltes. Dans le cadre de la méthode des ratios, nous allons pondérer la production en gousses d'arachide ou en grains de céréales par le ratio de retenu.

2.2.4. Les paramètres statistiques

Les paramètres statistiques utilisés sont :

n = effectif de l'échantillon

\bar{x} = moyenne arithmétique = $\frac{\sum x}{n}$

IC = Intervalle de Confiance

δ = écart type de l'échantillon = $\sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$

t = coefficient de student pour α donné.

p = indice de précision sur la moyenne = $\frac{st}{nx}$

Au niveau des parcs, la méthode de comparaison des moyennes de plusieurs échantillons par l'analyse de variation à un critère de classification (Scherrer, 1984) a servi à évaluer la différence entre les transects dans les champs .

Par rapport au test « t », la méthode présente l'avantage de vérifier en un seul test si les différences observées au niveau des moyennes de k échantillons sont imputables aux fluctuations d'échantillonnage.

La méthode de comparaison des couples a été appliquée aux parcs.

Chapitre 3.

QUANTIFICATION DES SOUS- PRODUITS AGRICOLES

On se propose d'évaluer par la méthode des récoltes la quantité totale de sous-produits agricoles disponibles au niveau de différents parcs agro-forestiers puis au niveau du bassin versant de la Nema, car généralement les agronomes utilisent les ratios.

Ainsi, l'évaluation des sous produits agricoles par la méthode des récoltes n'a pas fait l'objet d'investigation en raison des difficultés d'ordre méthodologique. Généralement les agronomes utilisent les ratios (cf méthode des ratios).

Le premier point traite de l'approche méthodologique, en recherchant le couple surface-effectif d'échantillonnage qui permet de stabiliser la moyenne à l'écart type, et ainsi de réduire l'intervalle de confiance associé à cette moyenne pour l'hectare de référence.

La quantité de résidus de récolte sera ensuite déterminée au niveau du bassin versant.

3.1. Approche méthodologique :

L'évaluation des sous-produits de trois cultures qui ont constitué les spéculations de la campagne 1999-2000 au niveau du terroir de la Néma font de l'objet de ce travail. Il s'agit de l'arachide, du mil et du maïs.

Nous présenterons en détail les résultats relatifs aux récoltes de fane d'arachide dans le parc agroforestier à Cordyla pinnata puis nous préciserons les

différences observées avec les autres types de parcs. La culture d'arachide semble en effet la plus développée dans le terroir.

3.1.1. Importance de l'arachide

L'arachide (*Arachis hypogaea*) est une légumineuse annuelle cultivée dans toute la zone intertropicale, qu'elle déborde très largement jusqu'aux 40^{ème} parallèles nord et sud, lorsque les étés chauds permettent à la plante de boucler son cycle malgré la latitude élevée (MAISONNEUVE et LAROSE 1996).

Plante rampante, de 25 à 50cm de haut. Elle est cultivée principalement pour la récolte des gousses, mais aussi parfois pour la fanaison, l'ensilage et le pâturage, sur les sols moins fertiles.

Pour donner de bons rendements, il lui faut un cycle végétatif de 4 à 5 mois avec une température constante, assez élevée. (Bo GÖHL FAO 1982). Sa rusticité, sa plasticité, sa multiplicité et ses usages, font de l'arachide une culture oléoprotéagineuse très appréciée (Réné COSTE 1978).

Les principaux sous-produits de l'arachide sont : l'huile, le tourteau, l'arachide de bouche, les fanes et les coques. La fane constitue un sous produit agricole tandis que la coque et le tourtereau sont des résidus agro-industriels.

Les fanes d'arachide correspondent aux parties aériennes (tiges, feuilles) et souterraine du système racinaire laissées après récolte des gousses. Très appâtées du bétail, elles constituent un excellent aliment.

Ce fourrage est utilisé dans toute les zones de savane africaine. Au Sénégal, et spécialement dans le bassin arachidier où les jachères ont pratiquement disparu, elles sont particulièrement recherchées car elles procurent un revenu monétaire substantiel aux producteurs.

Pour assurer aux fanes d'arachides leur meilleure qualité fourragère, la récolte doit avoir lieu le plus tôt possible, dès que la production maximale des gousses est assurée. (Bö GÖHL 1982 ; RIVIERE 1979). Ainsi la valeur fourragère des fanes d'arachide est équivalente à celle de la luzerne (COSTE, 1996).

3.1.2. Distribution des fréquences

les répartitions des fréquences des classes de matière sèche sont représenté sur la figure 6.

Les classes varient de là 8 t / ha dans le parcs à Cordyla avec 33.7% dans la classe de 3 t/ha, soit le tiers de l'échantillonnage. Dans le parcs à Néré, celles-ci classes varient de là 11 t / ha et avec le tiers (32,8%) dans la classe 4 t / ha. Dans le parc mixte (Pterocarpus/Ficus), les quantités sont plus élevées ; elles varient de 2 à 22 t/ha, avec les classes 5,6,7,8 et 9 t/ha qui sont les mieux représentés. Elles présentent 16,3 ; 16,8 ; 17,2 ; 11 et 11% des prélèvements respectivement. Ces classes représentent ainsi 72% des effectifs de l'échantillonnage.

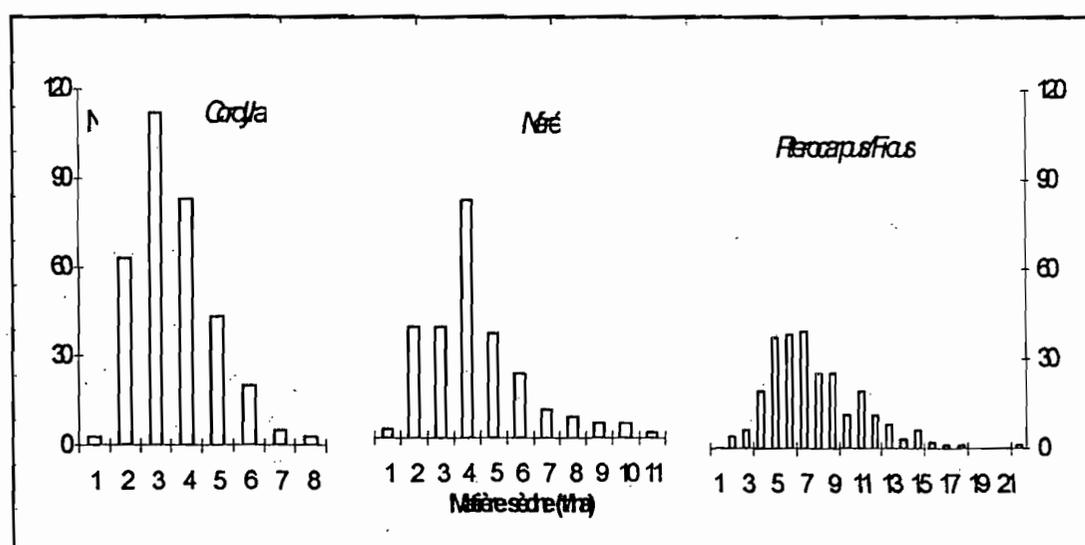


Figure 6 : Distribution de la quantité de fanes d'arachide dans les parcs agroforestiers du terroir de la Néma (Centre-Sénégal)

Dans les autres parcs, quatre classes sont aussi bien représentées ; ce sont les classes 2, 3, 4 et 5 t/ha pour 19 ; 33,7 ; 25 et 12,8% soit 90,7% dans le parc à Cordyla et 15,3 ; 15,3 ; 32,8 et 14,5% soit 77,9% dans le parc à Néré.

Tableau 6 : Paramètres de distribution des échantillons de fanes d'arachide prélevées dans le terroir de la Néma (10 au 25 octobre 1999)

Type de Parcs	Cordyla	Parkia	Ptérocarpus/ficus
Effectif	339.0	251.0	279.0
Min	165.0	210.0	210.0
Max	2250.0	3060	2820.0
Moyenne	320.0	432.7	745.9
δ	136.1	206.7	129.7

Globalement, les classes de fréquence les mieux représentées sont les mêmes dans les parcs à Cordyla et à Néré. Ainsi dans le groupe des classes de fréquence les plus élevées, une seule classe est commune aux trois parcs ; c'est la dernière pour les parcs à Néré et Cordyla qui correspond à la première classe de ce groupe pour le parc mixte. Celle-ci contient 13 ; 14,5 et 16,3% des fréquences respectivement pour les différents parcs.

Quel que soit le type de parcs, 4 classes représentent plus de 70% des effectifs d'échantillonnage, elles se situent entre 2 et 5 t/ha pour Cordyla et Néré, et entre 5 et 9 t/ha au niveau du parc mixte. Les caractéristiques de distribution sont rassemblées dans le tableau 6.

3.1.3. Choix du couple surface-effectif :

Le tableau 7 présente la variation de quantité moyenne de résidus de récolte d'arachide (MS : en g.m^{-2}) en fonction de la surface de prélèvement et de l'effectif de l'échantillonnage.

Aux différents effectifs de l'échantillonnage, la quantité de fanes d'arachide varie dans le sens contraire à celui de l'augmentation de la surface de prélèvement quelque soit le parcs agroforestier. La quantité de fanes diminue en effet de manière significative ($\alpha = 0.05$) avec l'extension de la surface de prélèvement de 1 à 8 m^2 . Les quantités prélevées à 8 et 16 m^2 paraissent comparables. Bien que légèrement plus important à 8 m^2 , celle-ci ne montre pas un effectif de différence significative.

Ainsi, la surface de prélèvement des fanes d'arachides au niveau de ces parcs agroforestiers ne se situerait probablement pas au-delà de 8 m^2 . La quantité de fanes pourrait alors être estimée pour les effectifs extrêmes d'échantillonnage à 2,5 ; 3,25 et 4,1t/ha respectivement dans les parcs à *cordyla*, *parkia* et *ptérocarpus/ficus*.

L'augmentation du nombre de prélèvement n'influence ni la moyenne, ni l'écart type au-delà d'un certain effectif de répétition, soit à 175 dans les parcs à *Cordyla* et *Néré*, et à 125 dans les parcs mixtes.

A ces effectifs de prélèvement, les moyennes et l'écart type ne varient pratiquement plus ; ils sont stabilisés. Dans le parc à *Néré*, on note toutefois une tendance à la diminution de ces paramètres jusqu'aux effectifs maximaux de prélèvement, mais les différences observées ne sont pas significatives.

Dans tous les cas, pour le niveau de précision souhaité (10%), la surface de 8 m^2 est la plus intéressante avec un effectif de 175 prélèvements environ.

Les indices d'hétérogénéité (Levang & Grouzis, 1979) associés au couple *surface x effectif* dans les trois types de parcs sont de 0,65 ; 0,67 et 0,71 respectivement sous *Cordyla*, *Parkia* et *Pterocarpus-Ficus*.

Le classement des parcs en fonction de ces valeurs d'indice d'hétérogénéité corrobore les observations de terrain ; les champs à *Cordyla* paraissent en effet plus hétérogènes que les deux autres.

Tableau 7 : Variation de la moyenne, de l'écart type, de l'intervalle de confiance (IC) et de la précision (P%) en fonction de la surface et de l'effectif de prélèvements.

A) Parc à *CORDYLA PINNATA*

EFFECTIF	Paramètres	P(m ²)	P(2m ²)	P(4m ²)	P(8m ²)	P(16 m ²)
25	Moyenne	259	245,7	215,6	185,0	170,0
	δ	97,0	81,5	77,6	57,3	57,0
	IC	50,0	42,0	40,0	45,0	50,0
	P (%)	19,3	17,1	18,6	24,3	29,4
50	Moyenne	265,0	247,2	220,8	200,0	180,0
	δ	90,3	78,6	71,6	61,5	64,3
	IC	35,6	31,0	28,2	40,0	45,0
	P (%)	13,4	12,5	12,8	20,0	25,0
75	Moyenne	289,8	268,5	241,5	210,0	195,0
	δ	115,9	99,5	91,1	68,1	64,3
	IC	37,3	32,0	29,3	38,0	40,0
	P (%)	12,9	11,9	12,1	18,1	20,5
100	Moyenne	285,3	263,7	237,7	215,0	200,0
	δ	113	100,1	92,2	65,6	64,3
		32	27,9	25,7	35,0	21,5
	P (%)	11	10,6	10,8	16,3	21,5
125	Moyenne	291,4	268,8	242,8	220,0	205,0
	δ	54,0	50,1	45,6	59,2	62,8
	IC	30,1	27,9	254,0	33,0	35,0
	P (%)	10,3	10,4	10,5	15,0	17,1
150	Moyenne	306,5	282,4	255,4	235,0	215,0
	δ	139,3	129,2	114,3	70,3	68,2
	IC	31,7	29,4	26,0	28,0	36,0
	P (%)	10,3	10,4	10,2	11,9	16,7
175	Moyenne	312,0	287,2	260,0	245,0	235,0
	δ	149,5	138,1	124,8	86,8	82,4
	IC	31,5	29,1	26,3	24,6	30,0
	P (%)	10,1	10,1	10,1	10,0	12,8
200	Moyenne	316,6	291,3	263,8	255,0	245,0
	δ	162,4	151,7	137,0	96,9	91,8
	IC	32,0	29,9	27,0	25,0	24,0
	P (%)	10,1	10,3	10,2	9,8	9,8
225	Moyenne	321,2	295,4	267,6	260,0	250,0
	δ	156,1	161,5	145,3	94,6	99,9
	IC	29,0	30,0	27,0	25,0	26,0
	P (%)	9,0	10,2	10,1	9,6	10,4
250	Moyenne	320,6	295,0	267,2	265,0	260,0
	δ	132,7	153,2	113,5	107,5	107,5
	IC	23,4	27,0	25,0	26,0	26,0
	P (%)	7,3	9,2	9,5	9,8	10,0
300	Moyenne	320,0	295,0	262,7	265,0	265,0
		128,8	130,5	124,3	101,6	95,4
	IC	20,7	21,0	20,0	26,0	25,0
	P (%)	6,5	7,1	7,6	9,8	9,4
350	Moyenne	320,0	295,0	262,7	265,0	265,0
	δ	136,1	124,5	113,4	107,8	104,5
	IC	20,3	18,6	16,9	25,0	26,0
	P (%)	6,3	6,3	6,4	9,4	9,8

B) Parc à Néré (*PARKIA BIGLOBOSA*)

EFFECTIF	Paramètres	Pm ²	P2m ²	P4m ²	P8m ²	P16m ²
25	Moyenne	308,8	282,5	257,5	263,0	254,2
	δ	124,1	116,5	106,2	104,2	98,8
	IC	63,9	60,0	54,7	53,7	50,9
	P (%)	20,7	21,2	21,2	20,4	20,0
50	Moyenne	297,6	272,6	242,8	255,0	246,5
	δ	119,1	109,3	98,5	94,1	94,9
	IC	47,0	43,1	38,8	37,1	37,4
	P (%)	15,8	15,8	16,0	14,5	15,2
75	Moyenne	377,0	345,4	310,7	310,2	300,5
	δ	203,2	194,8	180,3	110,9	115,0
	IC	65,4	62,7	58,0	55,0	53,1
	P (%)	17,3	18,2	18,7	17,7	17,7
100	Moyenne	418,3	383,2	346,0	340,6	330,0
	δ	248,8	235,4	208,4	121,2	126,2
	IC	69,4	65,6	58,1	53,3	51,9
	P (%)	16,6	17,1	16,8	15,6	15,7
125	Moyenne	438,0	401,3	363,0	360,3	353,6
	δ	237,8	222,0	199,2	122,2	128,9
	IC	59,3	55,3	49,7	47,9	47,1
	P (%)	13,5	13,8	13,7	13,3	13,3
150	Moyenne	450,2	412,5	373,4	365,0	350,3
	δ	230,4	213,2	193,0	126,3	126,1
	IC	52,4	48,5	43,9	37,1	36,4
	P (%)	11,6	11,8	11,8	10,2	10,4
175	Moyenne	432,7	396,5	359,1	360,0	340,1
	δ	224,4	207,9	187,7	122,5	123,5
	IC	47,3	43,8	39,5	35,5	34,5
	P (%)	10,9	11,0	11,0	10,0	10,1
200	Moyenne	432,7	396,5	359,1	340,0	330,5
	δ	219,1	202,4	183,1	118,0	127,3
	IC	43,2	39,9	36,1	34,1	31,0
	P (%)	10,0	10,1	10,0	10,0	9,4
225	Moy	432,7	396,5	359,1	330,0	330,0
	δ	212,3	196,7	177,3	120,3	125,0
	IC	39,4	36,5	32,9	33,5	33,5
	Préc	9,1	9,2	9,2	10,2	10,2
250	P (%)	432,7	396,5	359,1	325,0	325,0
	δ	293,9	269,4	245,4	101,3	107,3
	IC	36,4	33,4	30,4	31,9	31,9
	P (%)	8,4	8,4	8,5	9,8	9,8

C) Parc mixte : *PTEROCARPUS ERINACEUS* et *FICUS SYCOMORUS*

EFFECTIF	Paramètres	P(m ²)	P(2m ²)	P(4m ²)	P(8m ²)	P(16m ²)
25	Moyenne	581,4	532,0	487,5	365,0	353,2
	δ	249,6	232,3	208,1	124,7	121,3
	IC	139,1	129,5	116,0	75,1	73,2
	P (%)	23,9	24,3	23,8	20,6	20,7
50	Moyenne	601,8	551,1	503,1	376,1	363,5
	δ	267,7	245,8	223,1	130,6	125,1
	IC	105,5	96,9	88,0	57,8	54,9
	P (%)	17,5	17,6	17,5	15,4	15,1
75	Moyenne	639,6	585,9	534,1	396,4	382,9
	δ	294,0	269,6	244,3	139,0	132,0
	IC	94,6	86,8	78,6	51,3	49,2
	P (%)	14,8	14,8	14,7	13,0	12,9
100	Moyenne	685,1	627,6	571,7	420,9	406,6
	δ	294,1	272,5	244,4	135,4	130,3
	IC	82,0	75,9	68,1	44,4	42,7
	P (%)	12,0	12,1	11,9	10,6	10,5
125	Moyenne	653,8	599,0	545,5	425,0	390,2
	δ	285,0	264,7	237,1	138,5	130,5
	IC	71,0	66,0	59,1	42,0	40,0
	P (%)	10,9	11,0	10,8	9,9	10,3
150	Moyenne	661,6	606,2	551,9	425,0	395,0
	δ	292,2	268,6	245,6	145,8	145,8
	IC	66,5	61,1	55,9	40,0	40,0
	P (%)	10,1	10,1	10,1	9,8	10,1
175	Moyenne	704,1	645,2	587,2	430,0	415,6
	δ	312,9	290,3	260,4	149,4	148,9
	IC	65,9	61,2	54,9	42,0	39,0
	P (%)	9,4	9,5	9,3	9,8	9,4
200	Moyenne	703,6	645,2	586,8	430,9	415,5
	δ	302,5	277,3	251,7	153,1	147,9
	IC	59,6	54,6	49,6	42,0	39,0
	P (%)	8,5	8,5	8,5	9,7	9,4
225	Moyenne	726,1	665,4	605,5	430,9	415,5
	δ	306,9	281,4	255,4	157,8	149,9
	IC	57,0	52,3	47,5	42,0	39,0
	P (%)	7,9	7,9	7,8	9,7	9,4
250	Moyenne	726,1	665,4	605,5	430,9	415,5
	δ	300,1	275,1	249,7	160,3	149,7
	IC	52,9	48,5	44,0	42,0	39,0
	P (%)	7,3	7,3	7,3	9,7	9,4
275	Moyenne	726,1	665,4	605,5	430,9	415,5
	δ	312,4	286,4	260,1	161,9	151,7
	IC	52,5	48,1	43,7	42,0	39,0
	P (%)	7,2	7,2	7,2	9,7	9,4

3.1.4 Répartition de l'échantillonnage

Les résultats des prélèvements de fanes d'arachide au niveau d'un champ ne sont pas représentatifs de l'ensemble d'un site (parc ou terroir villageois).

A titre d'exemple, les valeurs de fanes d'arachide (matière sèche) de trois champs voisins et physionomiquement homogènes d'un même parc sont présentés dans le tableau ($n_1=n_2=n_3=50$).

Tableau 8 : Variation des récoltes de fanes d'arachide dans les champs selon le parc

Parc	Cordyla			Néré		
	1	2	3	1	2	3
Champs						
Moyenne	619.4	731	825.4	890.3	492.0	849.1
$\bar{\delta}$	28.4	36.5	50.4	66.3	28.4	40.5
IC	56.8	73.0	100.8	132.6	56.8	81.0

L'échantillonnage doit être reparti sur l'ensemble du parc pour tenir compte de toute son hétérogénéité. Dans un tel milieu de parc, l'échantillonnage ne peut être aléatoire. Des prélèvements systématiques suivant plusieurs transects, généralement Nord-Sud et Est-Ouest, à partir arbres des champs ont été utilisés.

La comparaison de plusieurs transects dans un même champ ou dans un même parc montre qu'un seul suffit à évaluer les fanes, car ils ne présentent de différence significative ($P < 0.05$). Il faut préciser que l'orientation du transect devra suivre le sens de gradient d'hétérogénéité lorsque celui-ci existe.

3.2. Application à l'évaluation de la quantité de fanes d'arachide disponibles au niveau du terroir de la Néma

3.2.1 Superficie des unités de milieu

Le tableau (9) donne les superficies des différentes unités physiques de milieu. Avec 5 répétitions, le taux d'erreur est de 303%. Ainsi l'amont vient en tête avec 21,8 km², soit 43,6% puis suivent les zones du plateau et du versant qui représente 12,3 et 12 km², soit 24,6% et 22,9% respectivement. Le lit du cours d'eau occupe 2,4 km², soit 4,7% tandis que la galerie forestière ne représente que 3,1% ; elle a complètement disparu par endroits.

Les bordures sont en effet exploitées par les populations riveraines, soit pour des plantations de fruitiers (Anacardier, manguiers, agrumes), soit pour des plantations de bois de service (Eucalyptus), soit enfin pour des cultures saisonnières (arachide, mil, maïs).

Tableau 9 : Importance et superficie des différentes unités de milieu du terroir de la Néma.

Désignation	Poids (g)	K(%)	Superficie (km ²)
Terroir	0.908	100.00	50.0
Amont	0.394	43.61	21.8
Plateaux	0.223	24.55	12.3
Versants	0.208	22.90	12.0
Forêt-galerie	0.028	3.08	1.54
Cours d'eau	0.043	4.73	2.36

3.2.2. Importance des différentes spéculations

Nous avons déterminé le taux d'occupation (k') de l'espace dans la communauté rurale de Toubacouta ; il est de 89,3%. Le terroir paraît relativement saturé. Cela traduit bien l'inexistence de période de jachère, tout au moins dans le terroir de la Néma.

En admettant donc une homogénéité d'occupation de la communauté rurale, nous pouvons déterminer la superficies correspondantes au niveau des différents parcs sont présentées dans le tableau (10).

Tableau 10 : Variation de la superficie (ha) des différentes spéculations selon les parcs

Parcs	C.Pinnata	P. biglobosa	Mixte	Terroir
Arachide	1097.9	619.5	604.3	2321.7
Mil	937.4	528.9	516.0	1981.3
Maïs	130.8	73.8	72.0	276.6
Total	2166.1	1222.2	1192.3	4579.6

3.2.3. Estimation de la quantité de fanes d'arachide

La quantité de fanes d'arachide disponibles au niveau du terroir sera déterminée en tenant compte des résultats des prélèvements par unité de surface-effectif retenu au niveau de chacun des parcs d'une part, et par rapport à la surface occupée par la spéculation d'autre part (tableau 11).

Tableau 11 : Variation des quantités de fanes disponibles (tonnes) au niveau des différents parcs et pour l'ensemble du terroir

Parcs	C.Pinnata	P. biglobosa	Mixte	Terroir
Surface (ha)	1097.90	619.50	604.30	2321.70
Rendement (t/ha)	2.50	3.60	4.30	-
Total	2744.75	2230.75	2598.49	7573.44

La disponibilité des fanes est déterminée non seulement au niveau d'un parc, mais au niveau de l'ensemble du bassin de la Néma. La quantité de fanes disponibles au niveau du terroir est en effet de 7573.44 tonnes.

3.3 Evaluation des sous-produits agricoles du terroir

Nous venons de déterminer la quantité de fanes disponibles au niveau du terroir. Il reste à procéder à l'évaluation des autres sous-produits agricoles.

3.3.1. Evaluation des résidus de mil et de maïs

Pour les résidus de mil et de maïs, l'évaluation est faite en utilisant les ratios. Il s'agit d'évaluer d'une part la production de chacune des spéculations au niveau des différents parcs (tableau 12), puis dans un second, appliquer les ratios à ces productions obtenus. Nous avons aussi utilisé un rendement moyen établi pour la communauté rurale et fourni par le Service d'Agriculture (CERP de Toubacouta).

Tableau 12 : Variation des quantités de résidus de culture (mil et maïs) selon les parcs dans le terroir de la Néma.

Parcs	C.Pinnata		P. biglobosa		Mixte	
	S(ha)	P(t)			S(ha)	P(t)
Mil	937.4	388.0	528.9	219.0	516.0	214.0
Maïs	130.8	53.0	73.8	30.0	72.0	29.0
Total	1067.2	441.0	602.7	249	588.0	243.0

Pour le bassin versant de la Néma, la quantité de sous produits de mil et de maïs disponible est évaluées à 933 tonnes pour la campagne 1999-2000 (tableau 12), dont 441, 249 et 243 tonnes pour les parc à C. pinnata, P. biglobosa et le parc mixte respectivement.

3.3.2. Synthèse des résultats : quantification des résidus de récolte dans le bassin versant

La synthèse des résultats d'évaluation des quantités totales de sous-produits agricoles disponibles dans le terroir de la Néma est présentée dans le tableau 13. Ce sont donc les résidus de résidus de récolte d'arachide, de mil et d'arachide.

Tableau 13 : Quantité de résidus de récolte disponibles dans le terroir de la Néma,

Méthodes	Récolte	Ratio		TOTAL
		Mil	Maïs	
Champs	Arachide			
<i>Cordyla pinnata</i>	2744.75	388	53	3185.75
<i>Parkia biglobosa</i>	2230.20	219	30	2479.49
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	2598.49	214	29	2841.49
Total	7573.44	821	112	8506.44

La quantité de sous-produits agricoles disponibles est de 8506.44 tonnes pour la campagne 1999-2000. Les fanes d'arachide représentent 89% ; elles constituent l'essentiel du disponible fourrager du terroir. Les pailles de mil et de maïs constituent 9,7 et 1,3% respectivement.

Quant aux différents parcs (à *C.pinnata*, *P. biglobosa* et mixte), ils fournissent 37.5 ; 29.2 et 33.4% respectivement comparés à l'importance de la superficie occupée par chacun des parcs (43,6 ; 24,6 et 24% respectivement), ces ratios sont meilleurs pour le parc mixte, car la disponibilité en résidus de récolte est y nettement plus importante que partout ailleurs.

3.3.3. Quelle relation entre les deux méthodes d'évaluation ?

Pour définir une correspondance entre les deux méthodes utilisées, nous avons comparé les résultats des évaluations de fanes d'arachide disponibles faite à partir de la méthode de récolte pour les différentes superficies étudiées (1, 2, 4, 8 et 16 m²) dans les trois types de parcs à ceux obtenus par la méthode des ratios.

La méthode des ratios indique une disponibilité en fanes d'arachides de 7035.1 tonnes pour l'ensemble du terroir.

Tableau 14 : Comparaison des résultats de deux méthodes d'évaluation des sous produits agricoles utilisés dans le terroir de la Néma.

Superficie (m2)	1	2	4	8	16
<i>C.Pinnata</i>	3520.0	3245.0	2871.0	2695.0	2695.0
<i>P. Biglobosa</i>	2666.0	2451.4	2225.8	2232.0	2046.0
Mixte	4259.0	3902.3	3551.4	2601.5	2541.0
Total	10445.2	9608.7	8648.2	7528.5	7282.0
Méthode des ratios	7035.1				
Ecart (%)	32.7	26.8	18.7	6.6	3.4

L'écart de la disponibilité en fanes d'arachide est déterminé par :

Résultats/ prélèvement – Résultats/ratio

$$\text{Ecart} = \frac{\text{Résultats/ prélèvement} - \text{Résultats/ratio}}{\text{Résultats/prélèvement}} \times 100$$

Au fur et à mesure que la surface de prélèvement augmente, l'écart diminue de manière significative ; il est de 32,7% avec une surface de prélèvement de 1m² ; 26,8% pour 2m² , 18,7 pour 4m² ; 6,6% pour 8m² et 3,4% pour 16m².

Avec la surface de prélèvement de 8m² retenues, l'écart est de 6,6%, soit en valeur absolue une différence de 493,4 tonnes en faveur de la méthode de récolte. IL apparaît une certaine concordance entre les deux méthodes utilisées.

L'ensemble de ces résultats indique assez clairement que la méthode de sondage paraît bien adaptée à l'évaluation des résidus de récolte.

CHAPITRE 4.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Le but de ce travail a été de déterminer la quantité de sous-produits agricoles disponibles au niveau des parcs agroforestiers dans le bassin versant de la Néma, au Sine-Saloum.

Deux groupes de résidus de récolte ont été identifiés ; ce sont les fanes (d'arachide) et les pailles de céréales (mil et maïs).

Pour quantifier la production de sous-produits agricoles au niveau du terroir de la Néma, nous avons deux groupes de méthodes : la méthode des récoltes et la méthode des ratios.

L'arachide représente la principale spéculation au niveau du terroir ; c'est une culture de rente. Pour évaluer la quantité de fanes produites, nous avons d'abord recherché une méthode qui puisse être proposée pour de tels travaux. Ainsi nous avons utilisé la méthode des récoltes dont les résultats ont été ensuite comparés à ceux obtenus par la méthode des ratios.

Les principaux résultats font apparaître que :

- Les moyennes, l'écart type ainsi que l'intervalle de confiance sont sensiblement affectés par l'augmentation de la surface de prélèvement jusqu'à 8 m^2 ; au-delà en effet, c'est-à-dire entre 8 et 16 m^2 , les différences de production de fanes d'arachide ne sont pas significatives. La précision reste généralement constante quelle que soit l'aire de prélèvement. La surface 8 m^2 semble la limite de

l'homogénéité des parcelles. Elle pourrait donc être considérée comme la surface élémentaire de l'échantillonnage.

- L'augmentation de l'effectif de l'échantillonnage au-delà du certain nombre de répétitions n'influence ni la moyenne ni l'intervalle de confiance. Elle agit en revanche sur la précision. Il faut atteindre 175.200 et 125 échantillons respectivement dans les parcs à *Cordyla*, à *Parkia* et à *Pterocarpus-Ficus*.
- Pour le niveau de précision choisi dans le cadre de cette étude ($p=0,01$), le couple Surface x Effectif qui devra donner une évaluation satisfaisante des fanes d'arachide sera donc au niveau des différents parcs :
 - à *Cordyla pinnata* : 175 prélèvements de 8 m²,
 - à *Parkia biglobosa* : 200 prélèvements de 8 m²,
 - à *Pterocarpus-Ficus* : 125 échantillons de 8 m²

à condition de les répartir suivant un ou plusieurs transects dans les champs, pour tenir compte de leur hétérogénéité.

Pour des formations végétales à couvert continu (herbacées), FRIEDEL (1977) et LEVANG et GROUZIS (1979) ont proposé 30 à 40 échantillons de 1 m². Dans le Nord du Sénégal, AKPO (1993a) indique pour le même niveau de précision 15 échantillons e 1 m² au maximum de végétation (fin septembre) et 25 échantillons au cours de la période de dégénérescence (fin octobre-début novembre). Cet auteur montre ainsi une variation de l'effectif d'échantillonnage en fonction du stade de développement de la plante. Malheureusement, il n'existe presque pas de travaux de ce genre portant sur l'évaluation des sous-produits agricoles.

Signalons toutefois qu'en ce qui concerne les sous-produits agricoles, une seule mesure n'est possible ; elle doit avoir lieu juste après la récolte.

L'application de cette méthode, relativement rapide et objective, au terroir de la Néma a permis d'évaluer la production de fanes d'arachide.

L'évaluation a donné une disponibilité en fanes au niveau du parc des versants plus importantes en allant du plateau vers le versant.

Cela pourrait aussi s'expliquer par l'entretien apporté aux cultures par les populations (différence de main d'œuvre). Les paysans des parcs de l'aval pratiquent le labour contrairement à ceux de l'amont. De même la satisfaction en main d'œuvre est plus élevée dans les villages de l'aval (74% dans les champs de versants et 64% sur plateaux) que dans l'amont du bassin (27%). Au niveau des champs de versants, l'entraide et le « surga » sont des systèmes de mobilisation de la main d'œuvre qui sont très développés que partout ailleurs dans le terroir.

Il faut ajouter aussi la variété de semences utilisées. Certaines variétés en effet peuvent fournir plus résidus que d'autres.

La production globale de fanes d'arachide obtenue au niveau du terroir par la méthode des récoltes a été comparée à celle obtenue par méthode des ratios. La production obtenue est toujours plus élevée par la méthode de récolte. Les différences observées sont en fait inversement proportionnelles à l'augmentation de la surface de prélèvement ; cela se traduit donc par une décroissance des valeurs. L'écart (%) est ainsi plus élevé avec une aire de prélèvement de 1m^2 (33%) qu'avec celle de 2m^2 (25%). Avec la superficie de prélèvement retenue (8m^2), l'écart est de 6,6% c'est-à-dire que la méthode de récolte indique un résultat plus élevé de 6,6% que celle des ratios, soit en valeur absolue une quantité de 493,4 tonnes. Les surfaces de prélèvement inférieures à 8m^2 semblent en fait ne pas tenir suffisamment compte de l'hétérogénéité du milieu.

Dans le terroir de la Néma, la pratique de la jachère a disparue, raison de la forte densité de population humaine. L'alimentation du bétail pendant la saison des

pluies constitue un problème majeur pour ceux qui disposent de bétail. Certains d'entre eux d'ailleurs ramassent et conservent les fanes pour les utiliser durant cette période dans l'alimentation de leurs animaux et les autres font de la jachère dérobée.

Sur le plan de la composition chimique, les sous-produits agricoles présentent de fortes teneurs en matières minérales et cellulose comparés aux herbages sahéliens (AKPO, 1993 b).

Or, ces produits sont chaque année ramassés ; cela accroît davantage l'immobilisation minérale.

Ce phénomène conduit inévitablement à l'épuisement des sols en éléments fertilisants.

Sur le plan alimentaire enfin, les résidus de récolte présentent de faibles valeurs énergétiques, avec des rapports Ca/P élevés. Ces rapports sont nettement supérieurs aux valeurs guides proposées par Boudet (1991). Il s'agit d'un déséquilibre phosphocalcique en relation avec une carence en phosphore des fanes d'arachide et des pailles des céréales, donc une carence en phosphore des sols. Ce déséquilibre a été aussi observé dans les pâturages naturels de différentes régions du Sénégal (AKPO, 1998).

Dans le terroir de la Néma où la disponibilité en fourrage est un sujet de préoccupation, la connaissance l'importance des résidus de récolte peut permettre de mettre en place un programme de gestion intégrée de l'espace, et ainsi accéder à une cohabitation harmonieuse de l'agriculture et de l'élevage.

REFERENCES

1. AKPO L. E., 1993a. Effet du couvert ligneux sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée en milieu sahélien. Paris : ORSTOM. 174 p
2. AKPO L. E., 1993b. Influence de l'arbre sur la composition minérale de la strate herbacée d'une phytocénose sahélienne au Nord-Sénégal. (Afrique occidentale) *Amali di Botanica*, LI : 21-32
3. AKPO L. E., Effet de l'arbre sur la végétation herbacée de quelques phytocénoses Variation selon un gradient climatique. Thèse : Sciences naturelles : Dakar ; 61
4. AKPO L. E., GROUZIS M., GATON A., 1993. Pluviosité et productivité des herbages de l'aire pastorale de *Wiidu Thiengoli* au Ferlo (Nord – Sénégal). Estimation des charges fréquentielles. *Revue Eev., Vét.. Pays top.*, 46 [4] : 675 – 681
5. AKPO L. E., GROUZIS M., BA AT., 1995. L'arbre et l'herbe au Sahel : effet de l'arbre sur la composition chimique des pâturages naturels du Nord-Sénégal (Afrique de l'Ouest). *Revue Méd. Vét.*, 146 [10] : 663 – 670.
6. AKPO L. E., GROUZIS M., 1997 – 1998. influence du couvert ligneux sur la composition spécifique de la végétation herbacée en zone soudano-sahélienne (Thyssé Kayemor, Sénégal). *Bull. IFAN Ch. A. Diop.* 49, A[2]: 133 – 155
7. BAISE D., 1988. Guide des analyses courantes en pédologie. Paris : INRA. 172 p
8. BALCH C., 1976. the potentiel of poor-quality agricultural roughages for animal feeding. Rome : FAO. 78 p.
9. BÖ GÖHL, 1982. les aliments du bétail sous les tropiques: données sommaires et valeurs nutritives. Rome : FAO. 542 p.
10. BOUDET G., 1991. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères : 4^{ème} Edition. Maisons-Alfort : IEMVT. – 266 p.
11. CALVET H., 1978. Les sous-produits agro-industriels disponibles au Sénégal et leur utilisation en embouche intensive. Maisons-Alfort : IEMVT - 51 p.
12. CAMARA O. S., 1996. Utilisation des résidus de récolte et du fumier dans le cercle de Koutiala : Bilan des éléments nutritifs et analyse économique. Thèse : Agro-économie. Rapport PPS, 18, Wagenigen.
13. COLY., 1999. Caractérisation des ressources ligneuses du terroir de la Nema dans le Niombato (Saloum) au Sénégal. Mémoire de DEA de Biologie Végétale : Dakar.

14. COSTE R., 1996: Le technicien d'agriculture tropicale n° 34 et n° 37. Paris Maisonneuve et Larose. 72 p.
15. DEMARQUILLI C. et PETIT, 1976. Utilisation des pailles et autres sous-produits végétaux cellulosiques de grandes cultures dans les systèmes de production animale intensifs : comparaison avec les systèmes classiques. Rome : FAO – 130 p.
16. DONEFER E., 1976. Physical treatment of poor-quality roughages at commercial and farm levels. Rome : FAO – 65 p.
17. DULPHY J. P., AGABRIEL J., GAREL J.P. et ROUEL J., 1986. Influence du traitement à l'ammoniac des foins tardifs sur leur valeur alimentaire : étude sur génisses et vaches allaitantes (25-30). Paris : INRA – 57 p.
18. FALL S. T. 1988. Utilisation digestive par les ruminants domestiques de ligneux fourragers disponibles au Sénégal : Méthodologie et premiers résultats. Dakar : ISRA./LNERV – 10 p.
19. FRIEDEL M. H, 1977. The determination of an optimum sampling technique for biomass of herbaceous vegetation in a Central Anstralian Woodland. Pages 429-433.
20. GUERIN H., FRIOT D., MBAYE Nd., FALL S. T. et RICHARD D., 1981. Alimentation du bétail tropical, valeur nutritive des aliments disponibles au Sénégal, principaux résultats acquis. Dakar : ISRA/LNERV – 10 p.
21. HODEN A., 1981. Utilisation des pailles de céréales par les génisses d'élevage. Paris : INRA. – 42 p.
22. HOMB T., SUNDSTOL F., and ARNASON J., 1976. Chemical treatment of straw at commercial and farm levels. Rome : FAO 65 p.
23. JACKSON M. G., 1978. Traitement des pailles pour l'alimentation animale. Evaluation technique et économique. Revue Mondiale de zootechnie, (28) : 38-43.
24. LHOSTE, DOLLE V., ROUSSEAU J. ET SOLTNER D., 1993. Zootechnie des régions chaudes : les systèmes d'élevage. Ministère de la Coopération. – 288 p.
25. LIENOU, 1995 Relations écoulements de surfaces souterraines dans le bassin versant de la Néma (Sine-Saloum, Sénégal). Mémoire de DEA Géologie : Dakar.
26. NGOM D., 2000. Place de l'arbre dans les systèmes de production du terroir de la Nema dans le Niombato (Saloum) au Sénégal. Mémoire de DESS au CRESA.
27. PARIGI BINI R., 1989. Cours magistral de Zootechnie – Alimentation, 2^{ème} année EISMV Dakar.

28. PRESTON T.R. et LENG R. A., 1985. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and sub-tropics. Addis-Abeba : ILCA. – 245 p.
29. RIVIERE R., 1991. Alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Maisons – Alfort : IEMVT. – 529 p.
30. SALL P. N., 1996. Les parcs agroforestiers au Sénégal : Etats des connaissances et perspectives de recherche. Document de travail. Dakar : 117 p.
31. SANSOUCY R. et EMERY B., 1982. Utilisation actuelle des résidus de récolte et sous-produits agro-industriels en alimentation azotée, choix d'une complémentation énergétique. 14 p.
32. SCHERRER B., 1984. Biostatistique. Gaetan Morin éd.
33. SCOURI M., 1976. Utilisation des sous-produits des industries agricoles et alimentaires dans les pays Méditerranéens et du Proche-Orient. Rome : FAO. 200 p.
34. TOURE I. A. Et HAIDARA B., 1989. Eléments méthodologiques pour l'étude des sous produits de récolte dans l'alimentation du bétail., RCS-Sahel, Dakar
35. VAN DUIVENBOODEN N., 1992. Sustainability in terms of nutrients elements with special reference to West-Africa.

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 RETIREE S'IL
ADVIENT QUE JE ME PARJURE.**



Claude BOURGELAT (1712 - 1779)