

ETUDES ET RECHERCHES
SAHELIENNES

4969

SAHELIAN STUDIES
AND RESEARCH

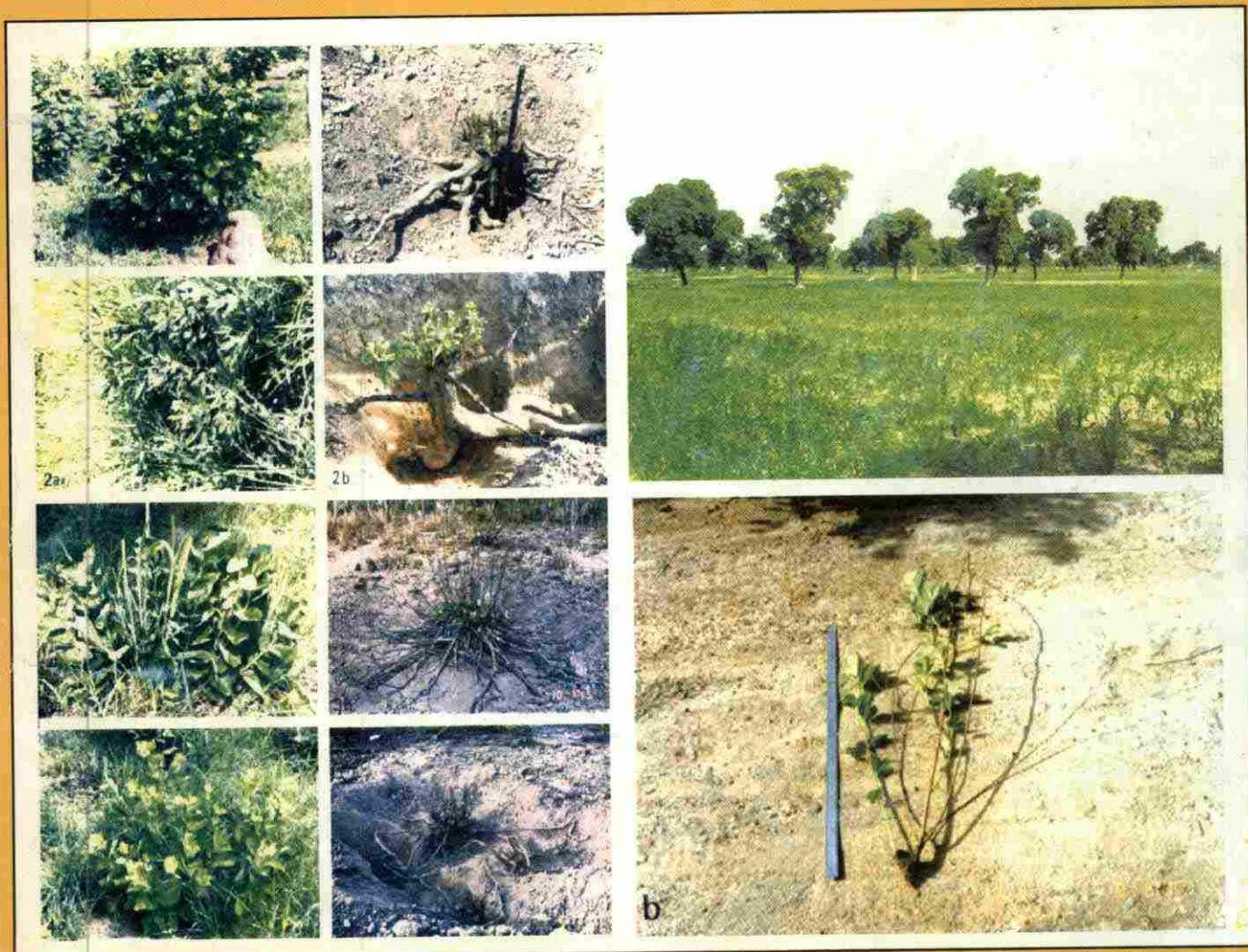
ISSN : 1028-8535



INSTITUT DU SAHEL / INSAH

N°11

AGRONOMIE ET AGROFORESTERIE AU SAHEL



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

Présentation de l'institution

- ☞ **Création : 11 septembre 1976**
- ☞ **Type d'institution :** Etablissement public inter-étatique doté de la personnalité juridique et de l'autonomie financière. L'Institut du Sahel (INSAH) est une institution spécialisée du CILSS chargée de la recherche scientifique et technique dans les pays du sahel.
- ☞ **Mission :** Favoriser et faciliter les échanges entre les systèmes nationaux qui interviennent dans le domaine de la recherche (agricole et population/développement) pour impulser une dynamique de coopération et proposer des actions catalytiques soutenant une agriculture productive et une meilleure gestion des ressources naturelles en vue de créer les conditions d'une sécurité alimentaire durable dans une perspective de lutte contre la pauvreté au Sahel.
- ☞ **Organes de contrôle et de validation :**
 - Le Comité Technique et de Gestion des Départements Techniques;
 - Le Comité Scientifique ;
 - La Réunion des Directeurs Généraux des INRA ;
 - La Réunion des points focaux en recherches sur la population et le développement.
- ☞ **Structure : une direction générale (DG), deux départements techniques (DT), quatre unités d'appui au management (UAM) :**
 - **DG** : Direction Générale
 - **CERPOD** : Département d'Etudes et Recherches sur la Population et le développement dénommé Département CERPOD (Centre d'Etudes et de Recherches sur la Population et le Développement)
 - **DREAM** : Département d'Etudes et Recherches sur l'Agriculture, l'Environnement et les Marchés
 - **U-CID** : Unité Communication, Informatique et Documentation)
 - **U-AFC** : Unité Administration, Finances, Comptabilité
 - **U-/GRH** : Unité en Gestion des Ressources Humaines
 - **U-CS/SEP/VSG**: Unité Coordination Scientifique, Suivi-Evaluation, Planification / Veille Stratégique et Genre

Types d'activités menées par l'institution

- ☞ **Activité :** « Coordonner, harmoniser et promouvoir les actions d'études et de recherches sur l'agriculture, l'environnement, les marchés et sur la population et le développement ».

Public(s) cible(s)

- ☞ SNRA, DNP(Direction Nationales de Statistique et de Population), ONG, OIG, OP (organisations paysannes) , chercheurs, décideurs, partenaires financiers.

Produits et/ou services offerts (y compris en termes de formations et d'informations)

- ☞ **Publication des rapports de recherche** (édition et impression des rapports et diffusion et/ou en ligne à travers le site web de l'institution www.insah.org)
- ☞ **Dissémination des rapports et résultats de recherche** (tenue d'ateliers, animation de réseaux, transfert de technologies, développement de bases de données, formation)
- ☞ **Valorisation et capitalisation des résultats de recherche.**

Etudes et recherches sahéliennes

Sahelian Studies and Research

Numéro 11 janvier - juin 2005
Number 11 January - jun 2005



Agronomie et Agroforesterie au Sahel

Equipe éditoriale/ Editorial Team.	:
- Dir. des publications/Dir of Pub.	: Amadou Moustapha
- Rédacteur scientifique/Scientific Editor	: Mahalmadane DJITEYE
- Saisie et mise en Page /Layout	: Raby TRAORE

La revue *Etudes et recherches sahéliennes* est un journal semestriel multidisciplinaire qui publie des travaux originaux dans tous les domaines de la recherche en milieu rural et en population et développement. Ces recherches portent en priorité sur les pays du Sahel mais également sur ceux de l'Afrique de l'Ouest et de l'Afrique au Sud du Sahara. La revue publie:

- des articles originaux sur les politiques de sécurité alimentaire, la gestion des ressources naturelles, l'environnement, la protection des végétaux, la gestion de la recherche agricole, les changements socio-économiques et organisationnels du monde rural et les problèmes de populations;
- des articles de synthèse et des articles sur des questions de méthodologie et d'orientation de la recherche;
- des actes de réunions scientifiques sur les recherches en milieu rural.

La revue *Etudes et recherches sahéliennes* invite les chercheurs sahéliens à lui adresser leurs articles scientifiques et s'engage à leur assurer la diffusion la plus large possible

Popur tout envoi de manuscrit ou autre correspondance, écrire à:

Le Directeur des publications
Etudes et recherches sahéliennes
BP 1530, Bamako, MALI
Tél(223) 22 21 48 / 23 02 37
Fax (223) 22 23 37 / 23 02 37
émail: administration@.insah.org
Web : www.insah.org

Sahelian Studies and Research is a semi-annual multidisciplinary journal publishing original works in all aspects of agricultural research and population and development. The research is related to countries of the Sahel as a matter of priority but also on West and Sub-Saharan Africa. More specifically, it publishes:

- original articles on food security policy, natural resource management, Environment, Crop protection, Agricultural Research Management, the organizational and socio-economic changes taking place in rural areas as well as issues on population ;
- basic research articles on issues related to methodology and orientation of research ;
- proceedings of scientific meetings on farming systems.

The target audience of the journal are researchs, professionals of extension activities, non-governmental organizations as well as decision-makers of agricultural policies meant to assist political authorities of sub-saharan Africa design the best agricultural policies possible.

Sahelian Studies and Research invites agricultural researchers of the Sahel to submit their research papers to it. It is also committed to disseminate their research results as widely as possible.

All manuscripts and correspondants should be sent to Director of Publications

Sahelian Studies and Research
Tél(223) 22 21 48 / 23 02 37
Fax (223) 22 23 37 / 23 02 37
émail: administration@.insah.org
Web : www.insah.org

Editotial

La revue Études et Recherches Sahéliennes continue sa parution tout en diversifiant les thèmes traités.

Les articles du présent numéro sont essentiellement consacrés à l'Agronomie et à l'Agroforesterie.

Nous renouvelons notre appel à l'endroit des chercheurs et vulgarisateurs sahéliens afin qu'ils fournissent des articles pour permettre une parution régulière de la revue qui, selon les échos qui nous sont parvenus, est bien appréciée dans la sous- région, en particulier dans l'espace CILSS.

Nous rappelons que l'Institut du Sahel a mis en place son comité scientifique dont les membres sont d'éminents scientifiques de renommée internationale, ce qui va rehausser sans nul doute le niveau de cette revue.

Pour terminer, nous voudrions remercier tous nos partenaires techniques et financiers pour leur appui et leur confiance combien inestimables.

Dr AMADOU Moustapha

Directeur Général

Table des matières/Table of contents

Dr Amadou Moustapha Editorial.....	V
 Antoine N. Somé, Ouédraogo Sibiri Jean, Hien Mopri, Bationo B. André Stratégies bio-démographiques et rôle des espèces sous-ligneuses dans l'évolution de la végétation post - culturelle en zone soudanienne (Burkina Faso)	7
 Joséphine Yaméogo, Jules Bayala, Léopold Somé, Ouédraogo Sibiri Jean, Sita Guinko Production de Zea mays var FBC6 dans un parc à <i>Borassus flabellifer</i> (L.) à Siniéna au Burkina Faso.....	15
 André Kiema, Aimé J. Nianogo, Savadogo Moumini Effets du sous-solage sur la production fourragère des pâturages naturels en région sahélienne du Burkina Faso.....	25
 Larwanou Mahamane, Saadou Mahamane Influence du régime de coupe sur la régénération de l'espèce <i>Acacia nilotica</i> (L.) Wild. dans une formation de bas-fonds (Forêt de Korop) au Niger.....	34
 Samba NDAO, Anastasie Mendy, Fary Diome, Honoré Dacosta, Raymond Malou, Léonard Elie Akpo Influence des pratiques agricoles sur l'arbre des parcs agroforestiers soudano-sahéliens : le cas du terroir de la Néma (Sine-Saloum, Sénégal).....	41
 Yaméogo G., Nikiéma P., Yélémou B., Boussim I.J., Traoré D. Caractéristiques strururales et état sanitaire du parc agroforestier du terroir de Vipalgo, dans le plateau central du Burkina Faso.....	57
 A.S.P. NGUETTA, O. Myers Junior Relative Water Content as Response of Drought Tolerance in two white Maize Inbreds and Their Hybrid.....	75
 Note aux auteurs.....	81

Stratégies bio-démographiques et rôle des espèces sous-ligneuses dans l'évolution de la végétation post - culturale en zone soudanienne (Burkina Faso)

Antoine Somé¹, Ouédraogo Sibiri Jean², Hien Mipro¹, Bationo B. André³

Résumé

Dans les successions post - culturales, des remplacements de groupements végétaux se produisent. La succession végétale est caractérisée souvent par l'apparition de types bio - morphologiques différents selon le stade de la jachère. Après les herbacées annuelles et pérennes apparaissent, des espèces à tiges semi- ligneuses retenues dans la présente étude sous le terme d'espèces sous- ligneuses. En zone soudanienne du Burkina Faso, la présente étude fait une analyse des stratégies bio - démographiques des populations d'espèces sous - ligneuses à travers l'observation des phénomènes germinatifs et la morphologie racinaire. Les phénomènes germinatifs et la morphologie racinaire des espèces sous - ligneuses semblent être, entre autres des formes d'adaptation aux feux, au stress climatique et à la compétition avec les autres espèces de la jachère; ils expliqueraient le fait que les espèces sous - ligneuses, dès leur apparition, éliminent les espèces herbacées annuelles et pérennes.

Mots clés : espèces sous - ligneuses, stratégies bio - démographiques, jachère - zone soudanienne

Abstract

In post-cultural series, replacements of plant community occur. Plant series is often characterized by the appearance of various bio-morphological species depending on the stage of the fallow. After annual and perennial herbaceous plants, semi-woody species with ligneous stems appear. These have been referred to in this document as semi-woody species. In the soudan zone of Burkina Faso, the present study analyzes bio-demographic strategies of semi-woody species populations through observation of germination phenomena and root morphology. Germination phenomena and root morphology of semi-woody species seem to be, among others, adaptation forms to withstand bush fire, climatic stress and better compete with other species in the fallow. This would explain why semi-woody species eliminate annual and perennial herbaceous plants as soon as they appear in the fallow.

Key Words : semi-woody species – bio-demographic strategies – fallow – soudan zone

1 - Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, BP 1091 bobo-Dioulasso. Burkina Faso

2 - Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole, Département Productions Forestières BP 8645, Ouagadougou Burkina Faso

3 – Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole, Centre de Saria BP 8645, Ouagadougou Burkina Faso

Adresse pour correspondance : Antoine N. SOME Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, BP 1091 Bobo-Dioulasso
Tel (226) 70 23 54 27/ (226) 20 97 32 95 ansome30@hotmail.com

Introduction

La succession post - culturelle avec des changements relativement rapides, offre l'opportunité de traiter de la dynamique et du fonctionnement des savanes, milieu constamment soumis à des perturbations sporadiques importantes. La structure spatio-temporelle de la végétation post - culturelle révèle une imbrication nette, avec une variation du recouvrement en fonction de l'âge de la jachère, des trois types biologiques que constituent les espèces ligneuses, les espèces semi - ligneuses et les espèces herbacées (Somé, 1996). Le réaménagement floristique observé au cours de la jachère est, principalement, une résultante des actions individuelles des espèces sur le milieu et de la réaction de celui-ci (Clements 1916, 1936; Connell et Slatyer 1977 ; Lepart et Escarre, 1983; Haines, 1987; Somé, 1996). A la savane type définie par Menaut (1983), comme constituée d'une strate herbacée haute, continue en période végétative, dominée par un couvert ligneux plus ou moins dense - s'associe une strate intermédiaire formée d'espèces pérennes à tiges semi - ligneuses, distinguée dans la présente étude sous le terme de «sous - ligneuses». Spécifiquement peu nombreuses, ces espèces sont également biologiquement et écologiquement mal connues. Il s'agit de : *Cochlospermum planchonii* Hook., *Cochlospermum tinctorium* A. Rich., *Grewia cissoides* Hutch. et Dalz., *Lippia chevalieri* Mold., *Triumpheta lepidota*. Des chercheurs tels que (Guinko, 1984; Fournier 1991; Fontes et Ginko, 1995), ont mentionné seulement leur présence dans les différents inventaires sans aborder les aspects d'organisation numérique, de distribution spatio - temporelle et d'organisation fonctionnelle. Cependant, elles impriment à la végétation, quand elles apparaissent une physionomie toute particulière qui parfois peut masquer la présence des autres types biologique (herbacées annuelles et pérennes notamment).

Elles interviennent et marquent des seuils dans les séries post - culturelles. L'analyse des stratégies bio - démographiques¹ des populations d'espèces sous - ligneuses est abordée dans la présente étude à travers l'observation des phénomènes germinatifs et de la morphologie racinaire qui semblent être, entre autres, des formes d'adaptation aux feux, au stress climatique et à la compétition avec les autres espèces de la jachère.

Matériel et méthode

Le site d'étude

La présente étude a été conduite à la limite nord d'une zone de climat de type sud-soudanien (pluviométrie moyenne annuelle de l'ordre de 900 mm) entre les latitudes 11°43 et 11°48 nord et les longitudes 1°38 et 1°43 ouest. Le terroir de Sobaka montre une nette dominance des sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés (Zombré et al. 1994) avec des profondeurs variables de l'horizon induré (carapace ferrugineuse).

La texture, sableuse à sablo-argileuse en surface, passe progressivement à argilo-sableuse en profondeur. Le profil type observé sur les différentes stations montre la succession suivante:

- un horizon humifère A11 épais de 10 à 15 cm, de couleur brun grisâtre foncé à très foncé à l'état humide, de texture sableuse ;
- un horizon de pénétration humifère A12, épais de 10 à 15 cm, de couleur brun foncé (10YR 4/3) à l'état humide s'éclaircissant à la base, de texture sableuse à sableuse faiblement argileuse ;
- un horizon B1 d'épaisseur variable, parfois absent, de couleur brun jaunâtre à taches rougeâtres et peu contrastées, de texture sablo-argileuse ;
- un horizon BFe induré, avec carapace ferromanganifère, à plages rouges fortement indurées dominantes séparées par des plages gris clair contrastées et moins indurées. Cet horizon peut être surmonté d'un petit horizon gravillonnaire ; il passe vers le bas à un horizon bigarré non induré.

La végétation est essentiellement représentée par des savanes arborées avec un important tapis graminéen dominé par les Andropogonées.

Essai de germination

Des tests de germination ont été réalisés avec des semences de *Triumpheta lepidota*, espèce la plus représentée numériquement dans les jachères. Deux lots de semences récoltées dans les jachères ont servi pour cette étude : un premier lot issu de parcelles où le feu est passé, un deuxième lot provenant de parcelles non parcourues par les feux.

¹ L'étude des stratégies bio - démographiques est définie par Barbault (1995) comme étant l'analyse des pressions sélectives qui expliquent l'adaptation des populations à leur environnement

Semis en boîte de Pétri

Dix (10) répétitions de vingt (20) graines ont été testées et les observations suivantes ont été faites: le nombre de graines germées, le nombre de graines gonflées et le nombre de graines intactes. Dans cet essai, on considère qu'une graine a germé lorsque la radicule apparaît.

Semis en pots

Le substrat est constitué de sols sablo-argileux issus de Sobaka. Cent sachets (100) ont été remplis dont une moitié semée avec des graines du premier lot (brûlées) et l'autre moitié avec les graines du second lot (non brûlées). Les paramètres suivants ont été notés:

- le délai de germination ou levée qui exprime le temps écoulé entre la date de semis et la première germination;
- la capacité de germination, c'est à dire le pourcentage de semences capables de germer dans des conditions données (Côme, 1970);
- la viabilité des graines restantes à la fin de l'essai.

Au moyen d'un scalpel, la graine est fendue et observée à la loupe binoculaire. Cette opération permet de séparer les graines à endosperme de couleur normale et à embryon bien développé des graines à embryon laiteux, mou, pourri, racorni ou sentant la rance; celles-ci sont considérées comme non viables. La germination correspond à l'apparition de jeunes plants en surface.

Etude du système racinaire

La morphologie racinaire est observée sur sols ferrugineux tropicaux lessivés. Nous avons procédé à l'extraction de dix (10) systèmes racinaires par espèce au moyen d'outils divers (pioche, houe...) et au jet d'eau pour les espèces à racines minces et très ramifiées. Les différentes racines extraites sont décrites, mesurées, photographiées et dessinées.

Résultats et discussion

1. Germination, régénération et croissance

Les espèces sous - ligneuses font partie de la succession végétale en milieu post - cultural. Elles apparaissent après les espèces herbacées annuelles et pérennes environ 15 ans après le début de la jachère (Somé, 1996). Dans les jachères de plus de trente ans, elles ont des recouvrements supérieurs à 75%. L'apparition des espèces sous - ligneuses élimine les espèces herbacées.

Toutes les espèces sous-ligneuses se reproduisent grâce à la germination d'une graine qui fournit pour une saison une ou plusieurs tiges. Les espèces sous-ligneuses présentent une protection de leurs semences par un péricarpe plus ou moins épais.

Les tableaux 1 et 2 donnent les paramètres de germination observés Chez *Triumpheta lepidota*. La germination des graines a quelquefois lieu à l'intérieur des fruits et donne à l'extérieur plusieurs tiges. En boîte de Pétri, la germination est particulièrement rapide pour les graines exposées au feu (délai de germination de trois (3) jours.) En pots, le délai de germination des graines exposées au feu est de 43 jours contre 61 jours pour les graines non exposées au feu. Les taux de levée sont partout supérieurs à 40%. Les pourcentages de viabilité des graines du premier lot (jachères soumises aux feux) et des graines du second lot (jachères non parcourues par les feux) sont respectivement de 27% et de 46%. Les graines issues du premier lot présentent beaucoup de graines pourries. L'action du feu, en fragilisant le péricarpe, favorise l'attaque de la graine par les facteurs biotiques (insectes, champignons) et abiotique (l'eau). Par ailleurs, le feu favoriserait en milieu naturel une germination relativement rapide des graines; ce qui explique la croissance exponentielle que connaît les peuplements des espèces sous - ligneuses dès qu'elles s'implantent dans les jachères (Somé et al., 2002).

Les espèces sous-ligneuses ont un fonctionnement d'hémicryptophyte. En effet, avec ou sans le passage du feu, la partie aérienne se dessèche aussitôt après l'arrêt des pluies. Le système souterrain qui survit d'une année à l'autre émet avant les pluies de nouvelles repousses. La chute précoce des feuilles et l'élagage naturel des tiges protège la souche des effets dévastateurs des feux tardifs.

La redescente du FIT (Front Intertropical) en mars-avril pour cette zone soudanienne s'accompagne d'une remontée importante de l'humidité relative qui participe au déclenchement d'une activité physiologique chez les espèces sous - ligneuses (Somé, 1996). Ainsi, il apparaît au moins un bourgeon à la base de chaque tige ayant disparu (planche 1). L'extension des bourgeons vers l'extérieur du centre de la touffe contribue d'une année à l'autre à donner à la plante un aspect buissonnant. Ce mode de développement assure également la croissance du système racinaire et impose de fait aux herbacées voisines une compétition qui leur est souvent fatale.

Seule l'espèce *Cochlospermum tinctorium* fructifie en saison sèche et ce, souvent après le passage des feux.

Les espèces sous - ligneuses sont des espèces très grégaires. Les jeunes plantules apparaissent préférentiellement aux pieds des adultes, parce que les semences relativement lourdes, en tombant au sol, ne sont pas souvent disséminées par l'eau et le bétail.

Tableau 1: Germination des graines de *Triumpheta lepidota* en boîte de pétri

Répétitions	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Moy (%)
Graines du premier lot (brûlées)												
Délai de germination (en nombre de jours)	5	3	52	7	4	3	4	4	5	7		
Nombre de graines germées à la fin de l'essai	4	5	5	6	4	6	6	7	4	3	40	25
Nombre de graines intactes à la fin de l'essai	2	2	4	3	2	4	3	3	2	2	27	14
Nombre de graines saines à l'essai d'incision	2	2	4	3	2	4	3	3	2	2	27	14
Graines du deuxième lot (non brûlées)												
Délai de germination (en nombre de jours)	4	5	3	4	4	5	10	4	5	4		
Nombre de graines germées à la fin de l'essai	6	4	4	9	5	7	2	1	7	5	50	20
Nombre de graines intactes à la fin de l'essai	1	2	4	5	7	6	7	5	4	5	46	23
Nombre de graines saines à l'essai d'incision	1	2	4	5	7	6	7	5	4	5	46	23

Tableau 2 : Germination des graines de *Triumpheta lepidota* en pots

	Graines du premier lot (brûlées)	Graines du deuxième lot (non brûlées)
Délai de germination	43	61
Nombre de graines germées à la fin de l'essai	8	7
Nombre de graine intactes à la fin de l'essai	4	9
Nombre de graine saines à l'essai à l'incision	16	14

2. Le système racinaire

L'espèce *Cochlospermum planchonii* (planche 2: 1) présente généralement un système racinaire orthotrope avec un pivot principal très tubérisé. Les racines secondaires clinotropes pénètrent très en profondeur (50 cm de profondeur) dans le sol hydromorphe et les sols ferrugineux tropicaux profonds sur cuirasse ou sur carapace. En milieu superficiellement induré (sol ferrugineux tropical induré peu profond sur cuirasse: < 30 cm de profondeur), le système racinaire plagiotrope développe de grosses racines latérales qui auront tendance à remonter par endroits en surface. La ramification racinaire, souvent faite dans des directions différentes, présente quelquefois des anastomoses; les racines secondaires peuvent s'étendre sur des distances de l'ordre du mètre.

L'espèce *Cochlospermum tinctorium* (planche 2: 2) présente généralement un pivot fortement tubérisé, peu ramifié et orthotrope dont le développement vertical est limité par l'apparition de l'induration. Les racines secondaires développées au voisinage des zones d'induration sont plagiotropes et peuvent atteindre 80 cm de long.

L'espèce *Grewia cissoides* (planche 2: 3), a un système racinaire très ramifié, clinotrope, avec généralement beaucoup de radicelles au niveau de l'épipédon (0-10 ou 15 cm). Les racines en surface parcourant le sol de façon horizontale et émettent par endroits des racines secondaires qui peuvent soit s'enfoncer dans le sol soit remonter légèrement en surface.

L'espèce *Lippia chevalieri*, abondamment ramifiée à la base, présente deux types de racines: les unes clinotropes, s'enfoncent progressivement dans

le sol et seront alors limitées par le niveau d'induration, les autres orthotropes, explorent horizontalement le sol sur environ 50 cm.

L'espèce *Triumpheta lepidota* (planche 2: 4) a un pivot en forme de plateau d'où partent des racines plagiotropes. Ce pivot peut légèrement s'enfoncer dans le sol hydromorphe ou le sol à induration profonde. Les racines principales émettent des racines secondaires minces qui s'enfoncent verticalement dans le sol.

L'action du feu améliore sensiblement le pouvoir germinatif des graines. Le délai relativement court de germination, une levée abondante des plantules, expliquent en partie le caractère envahissant de ces espèces quand elles apparaissent. Elles s'adaptent bien à l'action du feu et aux périodes défavorables grâce à un système racinaire tubérisé ou abondamment ramifié. La morphologie de la partie aérienne (port buissonnant) impose aux espèces voisines, surtout herbacées une compétition tout au moins pour l'espace et la lumière.

Conclusion

La mise en place localisée d'une strate dense et continue d'espèces sous-ligneuses au cours de la succession post - culturale, conduit à la disparition de la strate herbacée fourragère et à une modification profonde de la dynamique des communautés végétales des jachères. La présence de ces espèces semble favoriser et accélérer le passage d'une savane (formation à deux strates) à une forêt claire (formation pluristatifiée); celle - ci échapperait ainsi à l'effet de quelques pressions d'origine anthropique (diminution des feux et du pâturage...).ou tout au moins le réduirait. En effet, la présence des espèces sous-ligneuses élimine les herbacées et réduit ainsi l'action des feux et du pâturage.

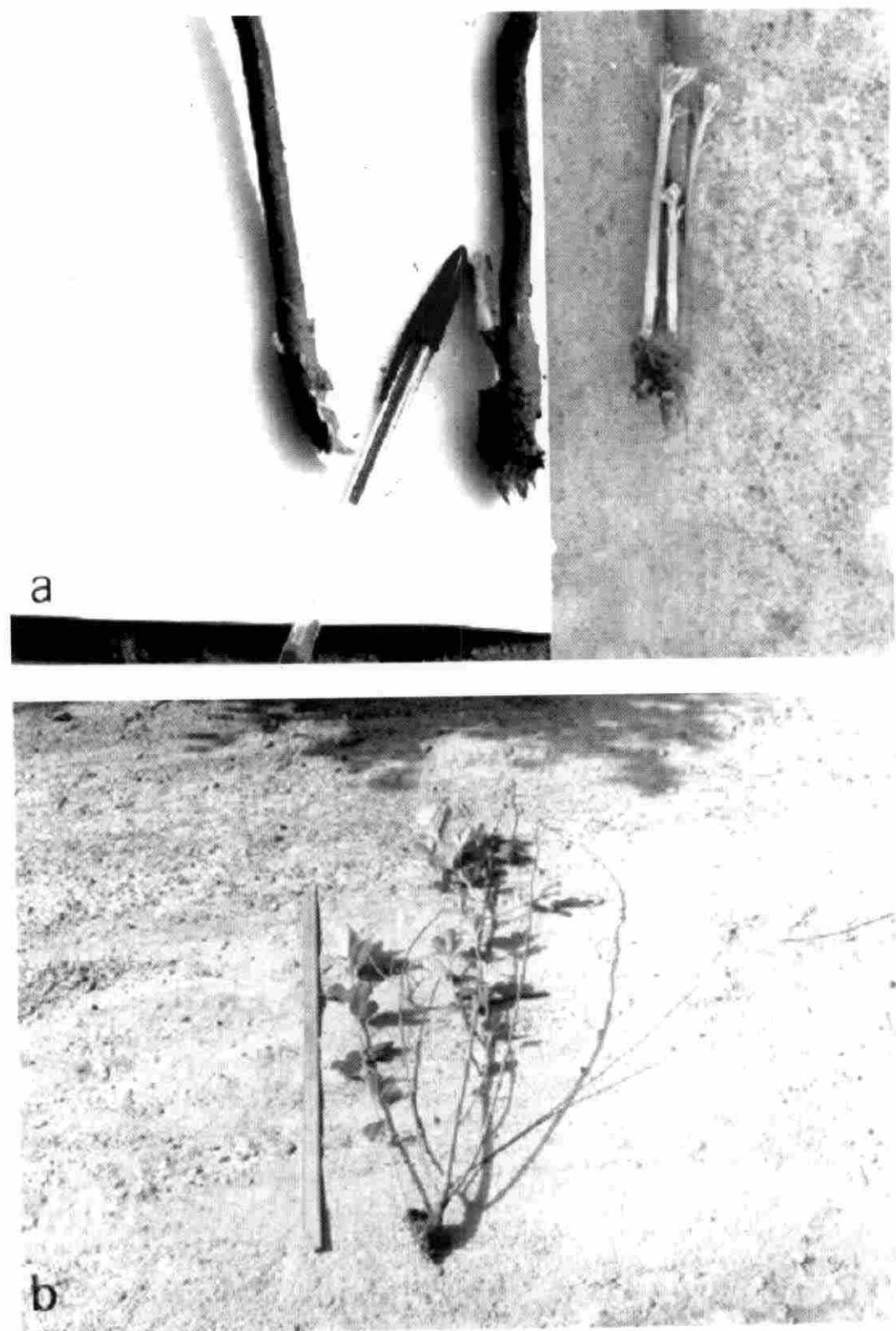


Planche 1 : Débourrement (a) et croissance des tiges (b) chez une espèce sous-ligneuse

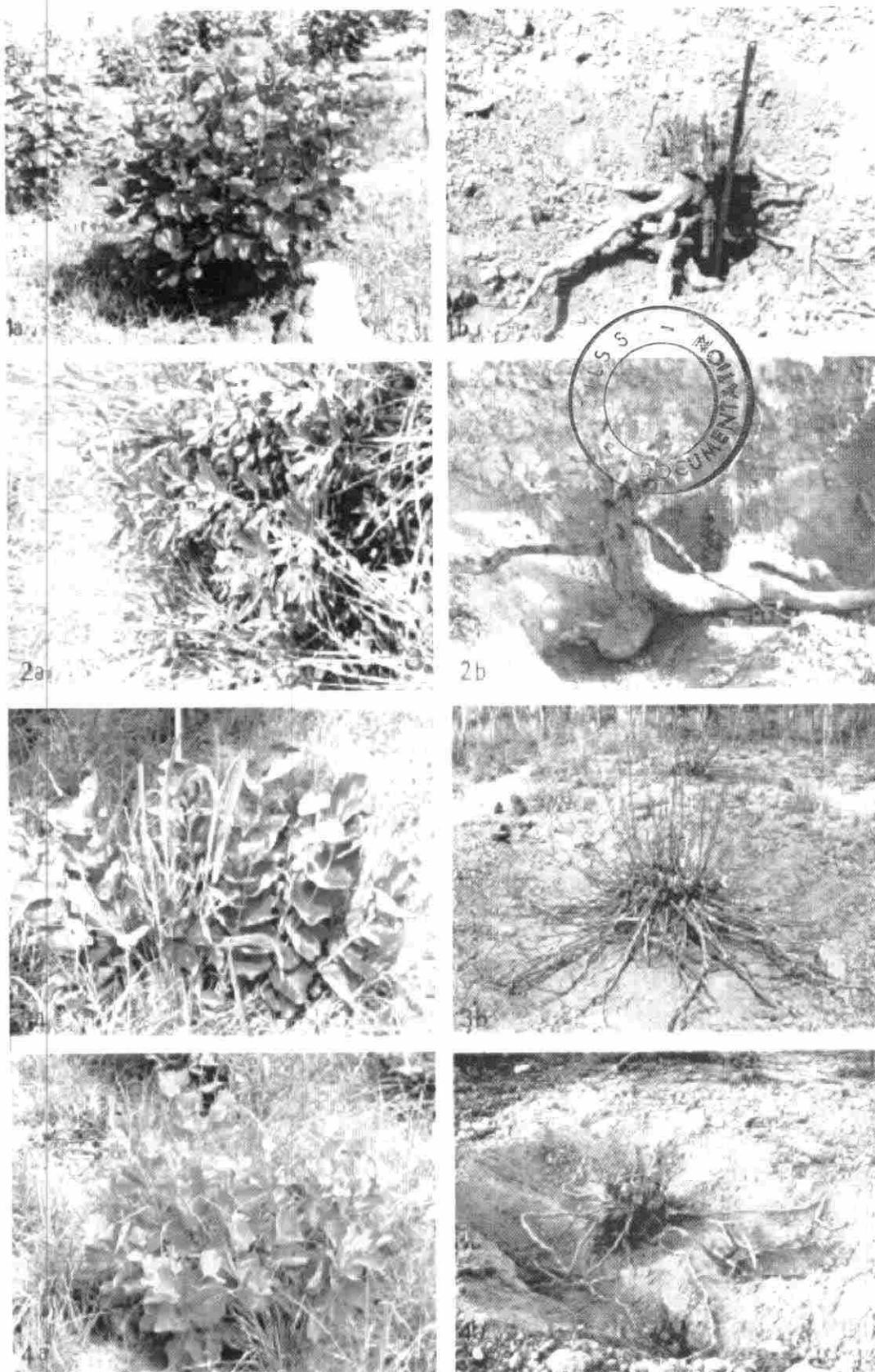


Planche 2: organes végétatifs aériens (a) et souterrains des espèces sous-ligneuses (b)

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1. <i>Cochlospermum planchonii</i> | 2. <i>Cochlospermum tinctorium</i> |
| 3. <i>Grewia cisooides</i> | 4. <i>Triumpheta lepidota</i> |

Références bibliographiques

- Barbault (R.)**, 1995 - *Ecologie des peuplements. Structure et dynamique de la biodiversité*. Masson, Paris, 273p
- Clements (F.E.)**, 1916 - Plants succession. An analysis of the development of vegetation. *Carnegie Institution Publication*, **242**, 1-512
- Clements (F.E.)**, 1936 - Nature and structure of the climax. *J. Ecol.*, **24**, 252-284.
- Come (D.) 1970. Les obstacles à la germination. Masson et Cie, Paris, 160 p.
- Connell (J.M.) et Slatyer (R.O.)**, 1977 - Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *Am. Nat.*, **111**, 1119-1144
- Fontes (J.) et Guinko (S.)**, 1995 - *Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Notice explicative*. ICIV, IDR, Ministère de la Coopération Française (Projet Campus 88313101), 53 p
- Fournier (A.)**, 1991. Phénologie, croissance et production végétales dans quelques savanes d'Afrique de l'Ouest. Variation selon un gradient climatique. Collection Etudes et Thèses éds ORSTOM, 312 p.
- Guinko (S.)**, 1984. - *Végétation de la Haute-Volta*. Thèse Doct. ès Sc. Nat., Univ. Bordeaux III, 318p.
- Haines (B.L.), 1977 - Nitrogen uptake: apparent pattern during old field succession in Southeastern U.S. *Oecologia*, **29**, 295-303
- Lepart (J.) et Escarre (J.)**, 1983 - La succession végétale, mécanismes et modèles. Analyse bibliographie. *Bull. Ecol.*, **14** (3), 133-178
- Menaut (J. C.)**, 1983 - The vegetation of African savannas. In: BOURLIERE (F.) éd., *Tropical savanas*, pp. 109-149. Elsevier, Amsterdam, 730p
- Somé (N. A.)**, 1996. Les systèmes écologiques post - cultureaux de la zone soudanienne (Burkina - Faso) : Structure spatio - temporelle des communautés végétales et évolution des caractères pédologiques. Thèse de Doctorat. Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), 212 p (+ annexes).
- Somé (N. A.), Ouédraogo (J.S.) et Alexandre (D.Y.)** 2002. Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes post- cultureaux de la zone soudanienne (Burkina Faso): rôle dans la résilience et l'évolution des communautés végétales. *Ann. Bot. Afr Ouest* (02): pp:1 - 12
- Zombré (P.), Djimadoum (M.), Somé (N.A.) et Blic (P. de)** 1995 - *Etude pédologique du terroir de Sobaka, forêt classée du Nazinon*. Texte et carte. IRBET, ORSTOM, Ouagadougou, 41p. + carte.

Production de *Zea mays* var *FBC6* dans un parc à *Borassus flabellifer* (L.) à Siniéna au Burkina Faso

Zea mays var *FBC6* production in a *Borassus flabellifer* (L.) parkland at Siniéna in Burkina Faso

Yaméogo Joséphine G.^{a,b*}, Bayala Jules^a, Somé Léopold^a, Ouédraogo Sibiri Jean.^a Guinko Sita^{5b}

Résumé

Les paysages agraires du Sud-Ouest du Burkina Faso sont marqués par une intime association des cultures à l'espèce ligneuse *Borassus flabellifer*. Cet article analyse les impacts des parcs à *Borassus flabellifer* sur l'humidité du sol, la température du sol, l'état de surface du sol et les rendements des cultures de maïs. L'étude est fondée sur des expérimentations en parcelles pendant deux saisons sur deux types de parcelles : *Borassus flabellifer* associée à *Zea mays* (RM) et *Zea mays* (M) seule. L'humidité et les températures du sol ont été évaluées en trois périodes de chaque saison pluvieuse en 2000 et 2001, respectivement dans les profondeurs de 0 à 60 cm et 0 et 30 cm. Des observations sur l'état de la surface du sol en trois périodes et des évaluations de rendements de maïs ont été effectuées. Les résultats ont révélé que *Borassus flabellifer* dans les champs, avec une densité moyenne de 100 plants à l'hectare, augmente l'humidité du sol, baisse la température du sol et ralentit les pertes de sol. Ces modifications pourraient expliquer en partie l'augmentation des poids des épis, des grains secs et des rafles. Toutefois, on pourrait prendre en compte des paramètres supplémentaires tels que la fertilité du sol et les systèmes racinaires dans l'évaluation de tels systèmes.

Mots clés : *Borassus flabellifer*, *Zea mays*, Humidité du sol, Température du sol, Rendements.

Abstract

The agrarian landscapes of the southwest of Burkina are marked by association of the cultures to *Borassus flabellifer*. This article analyses the impacts of the parklands of *Borassus flabellifer* on soil humidity, soil temperature, soil erosion and *Zea mays* var *FBC6* yield. Thus field experiment has been conducted during two seasons in which two types of fields were considered : *Borassus flabellifer-Zea mays* (BM) and *Zea mays* (M) only. Soil humidity and temperatures have been assessed three periods of every rainy season in 2000 and 2001, at depths of 0 to 60 cm. Observations on soil erosion at three periods and evaluations of *Zea mays* yield have been done. The results revealed that *Borassus flabellifer* in the fields, with an average density of 100 trees per ha, increases soil humidity, lowers soil temperature and slows down soil losses. These modifications could partially explain the increase of the weights of maize corncobs. However soil fertility and root systems could be taken into account in the evaluation of such systems in future suggestions.

Keywords : *Borassus flabellifer*, *Zea mays* var *FBC6*, soil humidity, soil temperature, Yields.

Remerciements

ICRAF/Sahel pour les enseignements sur la gestion, l'analyse des données et Rédaction scientifique au Sénégal 2004, ayant conduit à la publication de cet article.

* = CNRST/INERA, 03 BP 7047 Ouagadougou 03, Burkina Faso(West Africa).

^b= Université de Ouagadougou, UFR/SVT, Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales, 01 BP 7021 Ouagadougou 01, Burkina Faso (West Africa).

* = corresponding author. E-mail: finayame@yahoo.fr

Figure 1 : Humidité (%) du sol en périodes de semis (1a), épiaison (1b) et maturité (1c) des cultures sur les parcelles à *Borassus flabellifer-Zea mays* (RM) et à *Zea mays* seul (M).

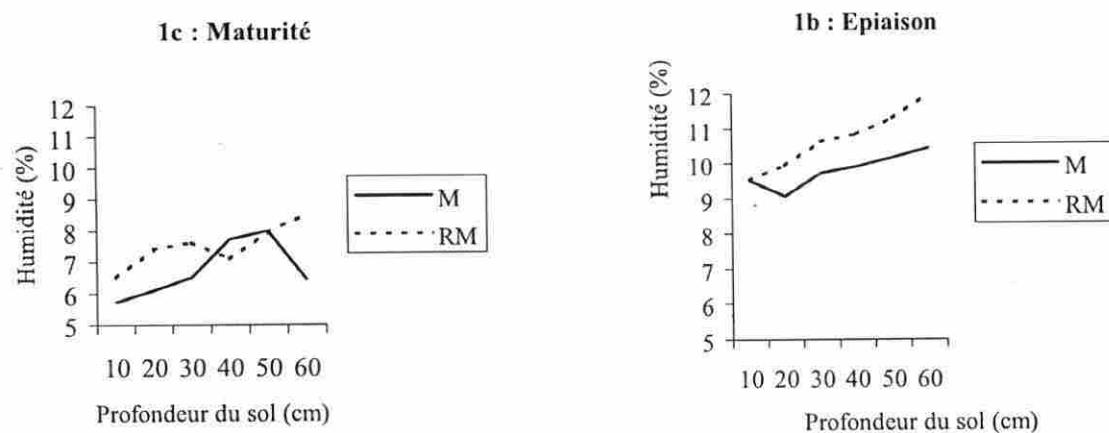
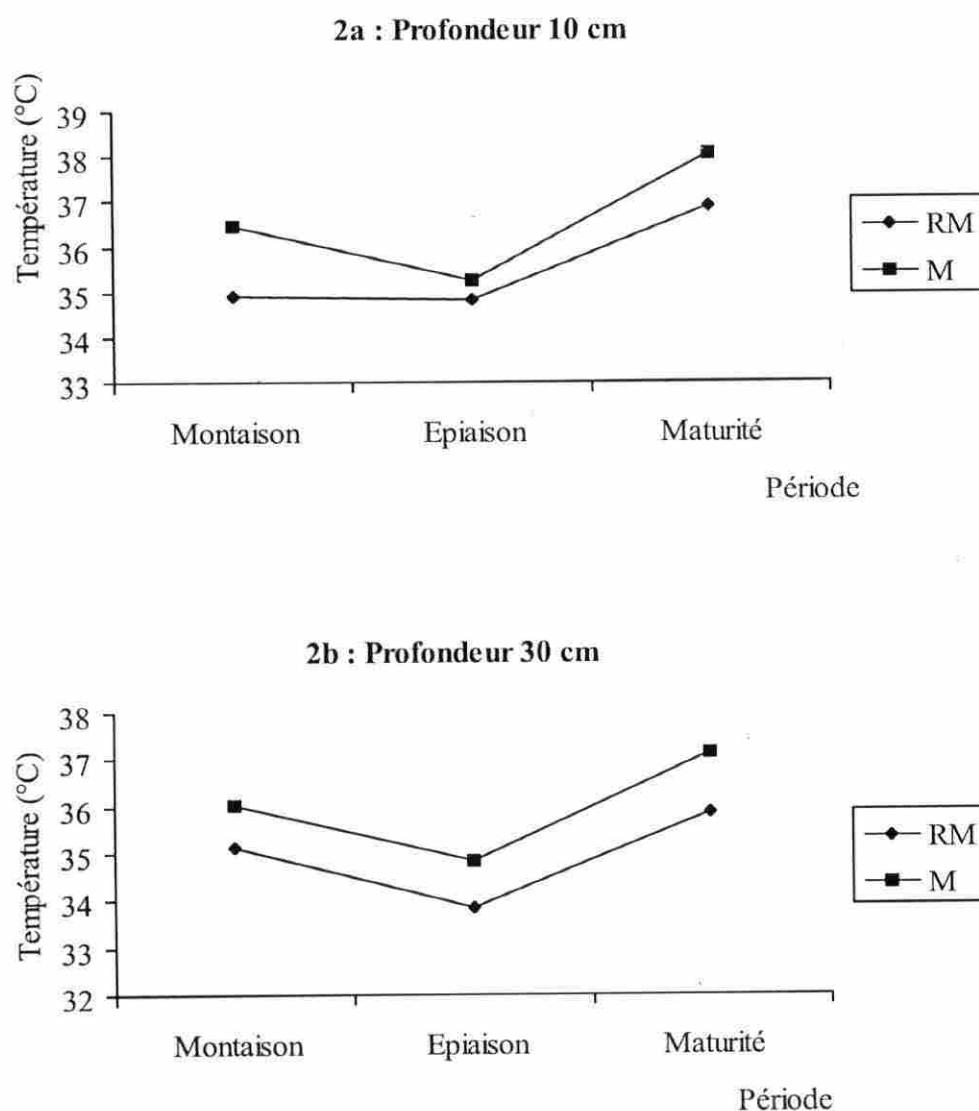


Figure 2 : Températures (°C) du sol à 10 cm (2a) et à 20 cm (2b) de profondeur, sous houppier (SH) et hors houppier (HH) dans les parcelles à *Borassus flabellifer-maïs* (RM) et maïs seul (M) durant la montaison, épiaison et maturité des cultures.



Etat de la surface du sol

Les différences entre les résultats des deux années ne sont pas significatives. La comparaison des résultats obtenus dans les deux systèmes de productions *Borassus flabellifer* - maïs (RM), maïs pur (M) ont révélé qu'en fin-juillet, les systèmes RM ont contribué significativement ($p<0,05$) à réduire l'érosion en comparaison avec les systèmes M. Les mêmes tendances ont été conservées en mi-août ($p<0,001$) et en fin-août ($p<0,001$) alors qu'aucune différence n'a été observée entre les deux systèmes en mi-juillet (Figure 3). Ainsi, l'avantage du système RM s'est accentué au fur et à mesure que la saison pluvieuse s'acheminait vers la fin (Figure 3).

Rendements en épis, grains et rafles

L'analyse des trois paramètres culturaux (PER, PGS, PR) a montré que le système RM a donné statistiquement la meilleure performance (tous les $p<0,01$) en comparaison avec le système M. Ainsi, dans les systèmes RM, les poids des épis (PER), poids des grains (PGS) et poids des rafles (PR) sont respecti-

vement de $6,03 \pm 0,11$ t/ha, $4,54 \pm 0,12$ t/ha et $1,50 \pm 0,02$ t/ha. dans les systèmes M, ils sont de $5,55 \pm 0,7$ t/ha, $4,23 \pm 0,1$ t/ha et $1,33 \pm 0,05$ t/ha.

Etant donné que le poids des épis renferme à la fois celui des grains et des rafles, c'est ce paramètre qui a été utilisé pour l'établissement des courbes de corrélations entre les paramètres environnementaux et la performance du maïs. On note une corrélation moyenne entre les rendements en épis et la température du sol durant les périodes de montaison ($r^2 = 58,48\%$) et une corrélation faible à l'épiaison ($r^2 = 7,64\%$) des cultures. Cependant, cette corrélation a été forte à la période de maturité ($r^2 = 90,07\%$) (Figure 4). Quant à l'humidité du sol, elle est faiblement en corrélation avec les rendements en épis ($r^2 = 39,01\%$) en période de semis et de maturité ($29,51\%$), forte à l'épiaison ($r^2 = 65,18\%$). (Figure 5). Une forte corrélation a été observée entre les niveaux des sols en fin de campagne et les rendements en épis ($r^2 = 88,21\%$) (Figure 6). Ainsi, les meilleures corrélations ont été obtenues avec la température du sol à la maturité, l'humidité du sol à l'épiaison et le niveau du sol vers la fin de la campagne.

Figure 3 : Niveaux du sol (cm) sur les parcelles à *Borassus flabellifer-Zea mays* (RM) et à *Zea mays* seul (M) de mi-juillet à fin Août.

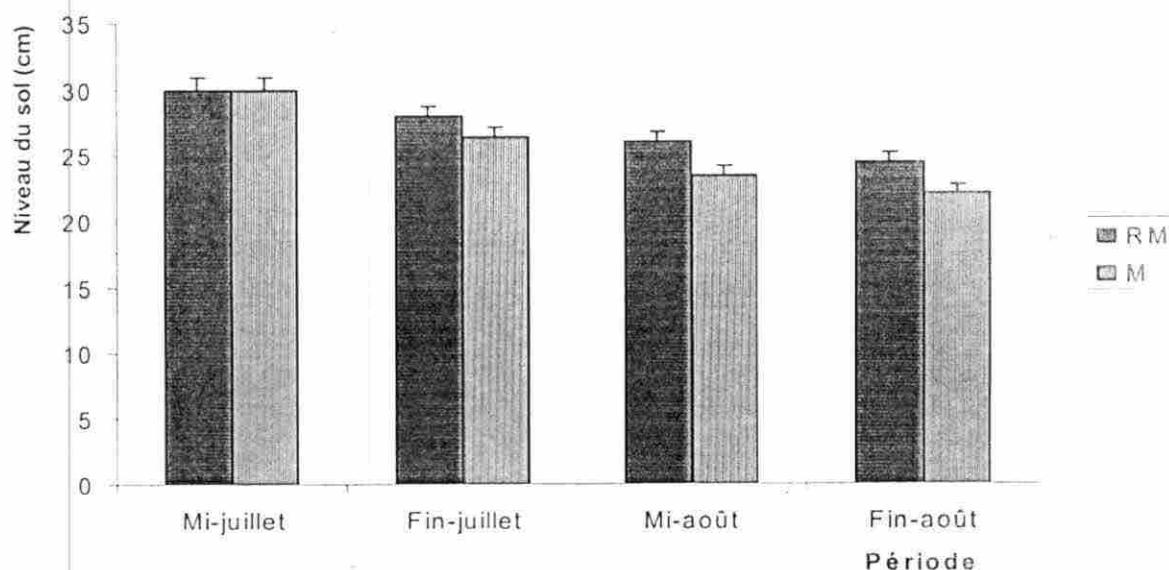


Figure 4 : Rendements en épis en fonction de la température du sol aux périodes de montaison (4a), épiaison (4b) et maturité (4c) des cultures.

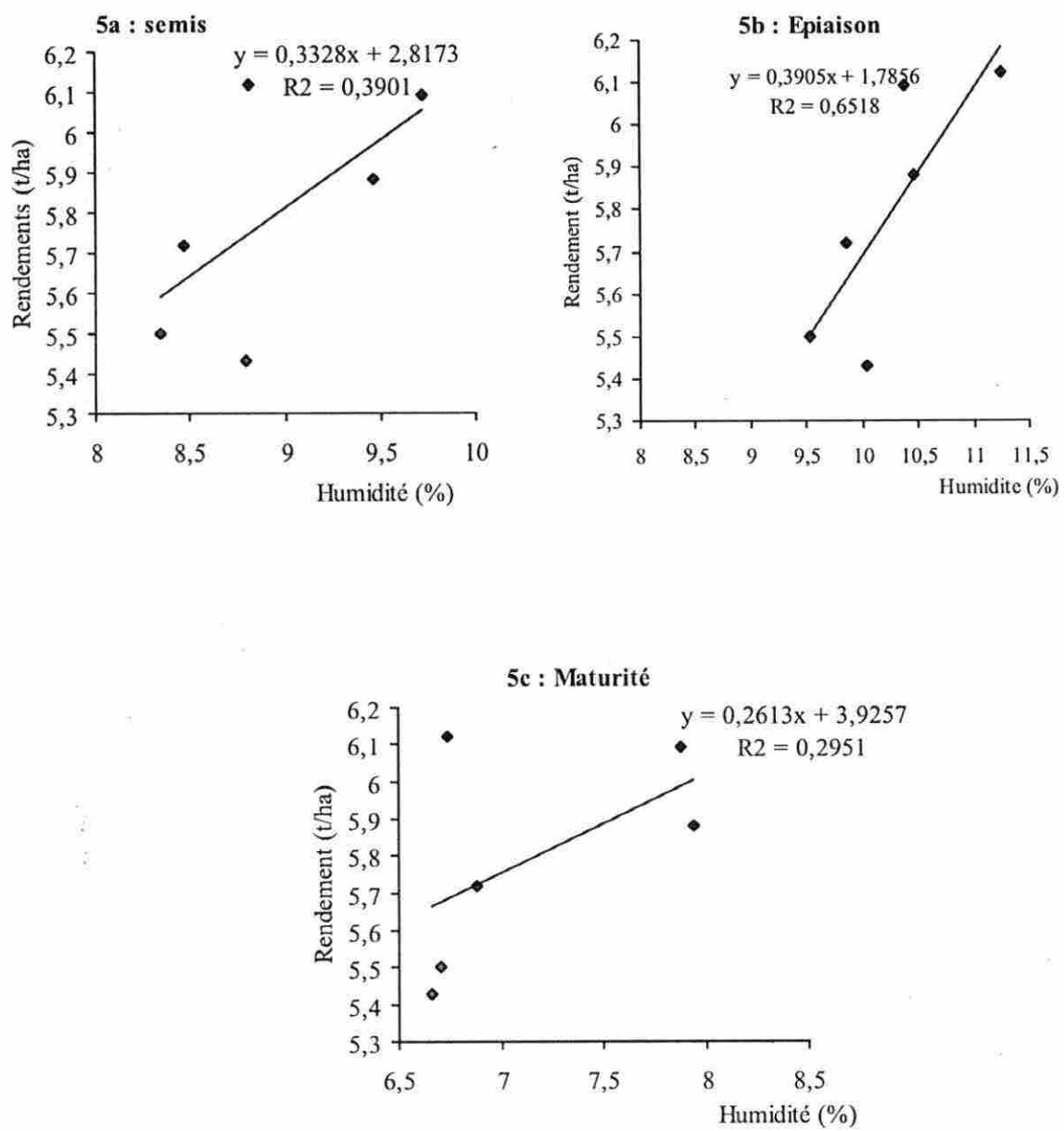


Figure 5 : Rendements en épis en fonction de l'humidité du sol aux périodes de semis (5a), épiaison (5b) et maturité (5c) des cultures.

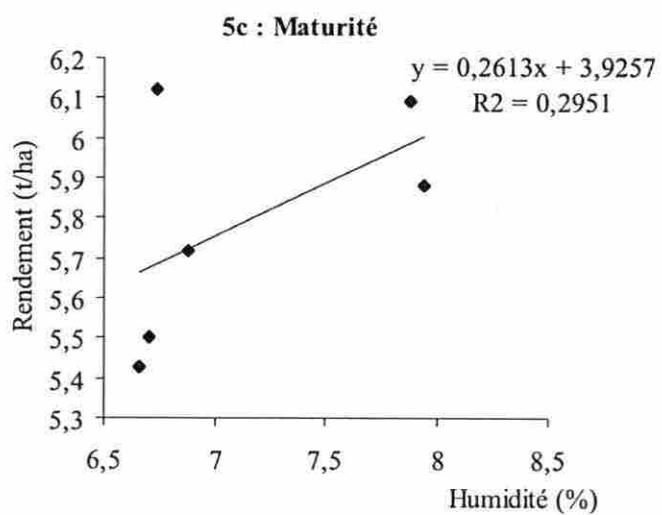
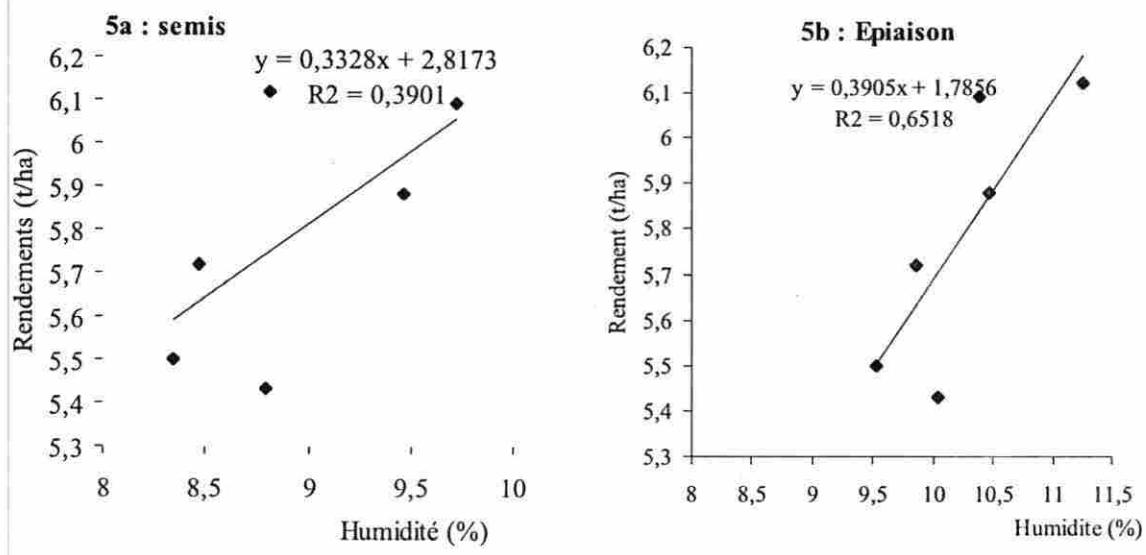
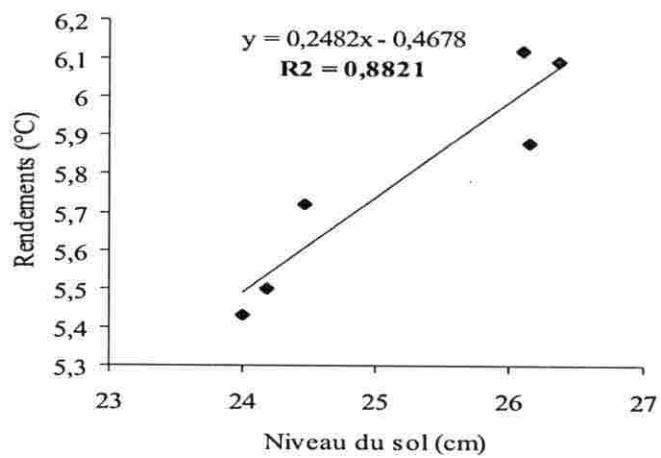


Figure 6 : Rendements en épis du maïs en fonction du niveau du sol.



Références

- Aké A. L. et Guinko S.**, 1996. Confusion de deux taxons spécifiques ou subspécifiques au sein du genre *Borassus* en Afrique de l'Ouest. *The Diversity of African Plants*. 773 - 779 p.
- Alexandre D.Y et Ouédraogo S. J.** 1993. Variation in root morphology of *Faidherbia albida* in relation to soil and agronomic effects In Patancheru, A. P. *Faidherbia albida* in West African semi-arid tropics. Proceeding of Workshop 22 - 26 Apr. 1991, Niamey. 107 - 110 p.
- Bayala J.** 2002. Tree crown pruning as a management tool to enhance the productivity of parklands in West Africa. PhD Thesis. Univ. Of Wales, Bangor, UK. 209 p.
- Bayala J., Teklehaimanot Z. and Ouédraogo S. J.** 2002. Millet production under pruned tree crowns in a parkland system in Burkina Faso. *Agroforestry Systems* 54 : 203-214.
- Bayala J., Teklehaimanot Z. and Ouédraogo S. J.** 2004. Fine root distribution of pruned trees and associated crops in a parkland system in Burkina Faso. *Agroforestry Systems* 63, 13-26
- Belsky A. J., Amundson R. G., Duxbury J. M., Riha S. J., Ali A. R. et Mwonga S. M.** 1989. The effects of trees on their physical, chemical and biological environments in a semi-arid savanna in Kenya. *Journal of Applied Ecology* 26 : 1005 - 1024 p.
- Boffa JM.** 1999. Agroforestry parklands in sub-Saharan Africa. FAO Conservation Guide 34. Rome, Italy. 258 p.
- Bonkoungou E. G., Ayuk E.T et Zoungrana I.** 1993. Les parcs agroforestiers des zones semi-aries d'Afrique de l'Ouest, Ouagadougou, Burkina Faso. 226 p.
- Cassou J.** 1996. Le parc à rônier (*Borassus aethiopum* Mart.) de Wolokonto dans le sud-ouest du Burkina Faso : Structure, dynamique et utilisation des espèces. DESS, Université Paris XII, Val de Marne. 78 p.
- Depommier D.** 1996. Structure, dynamique et fonctionnement des parcs à *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. Caractérisation et incidences des facteurs biophysiques et anthropiques sur l'aménagement et le devenir des parcs de Dossi et de Watinoma, Burkina Faso. Thèse de l'Univ. Paris VI. 519 p.
- Geiger S.C., Vandenberg R.J. and Manu A.** 1992. Preexisting soil fertility and the variable growth of *F. albida*. 121-125 pp in *F. albida* in West African semi-arid tropics; proceeding of workshop, 22-26 April 1991, ICRISAT/ Niamey. Niger
- Guinko S.** 1984. Végétation de la Haute - Volta. Thèse de Doctorat d'Etat. 2 Tomes. Université de Bordeaux III. 394 p.
- INERA.** 1994. Les systèmes de production agricoles dans la zone ouest du Burkina : potentialités, contraintes, bilan et perspectives de recherche. CNRST/ INERA/GRN-SP Ouagadougou.97 p.
- INRA.** 1985. Les besoins en eau des cultures - Crop Water Requirements. CIID. 1984. 927 p.
- Pallo F.** 2001. Etude de la compétition arbres/cultures annuelles. INERA/DPF/ MCDE-UE. Ouagadougou.14 p.
- Poschen P.** 1996. An evaluation of the *Acacia albida* based on agroforestry practices in the Hararghe highlands of Easterm Ethiopia. *Agroforestry Systems* 4, 129- 143
- Rouanet G.** 1997. Le maïs. CTA, vol 2. 142 p.
- Soltner D.** 1987. Les bases de la production végétale. Le climat – la végétation – Météorologie – Pédoologie – Bioclimatologie. 315 p.
- Van Noordwijk M. and Purnomasidhi P.** 1995. Root architecture in relation to tree-soil-crop interactions and shoot pruning in agroforestry. *Agroforestry Systems* 30 : 61-173
- Yaméogo J.** 1999. Etude de l'association du maïs au rônier dans le Sud-ouest du Burkina Faso. Mém. DEA. Univ. de Ouagadougou. 66 p.

Effets du sous-solage sur la production fourragère des pâturages naturels en région sahélienne du Burkina Faso

Effects of sous – solage on the fodder production of natural pastures in the sahelian region of Burkina Faso

André KIEMA¹, Aimé J. NIANOGO², SAVADOGO Moumuni²

Résumé

Une étude de l'impact du sous-solage sur la dynamique de la production fourragère des glacis dégradés a été conduite dans deux villages sahéliens. Les observations de l'effet du travail du sol ont été effectuées durant trois ans à travers un inventaire des strates herbacée et ligneuse en régénération. Elles ont été faites sur des stations écologiques représentatives mises en place sur des sites aménagés et des sites non aménagés. L'analyse des résultats a mis en évidence de façon très hautement significative une plus grande diversité floristique, une amélioration de la valeur pastorale et du recouvrement des sites aménagés par rapport à leur témoin qui s'est traduit par un accroissement moyen respectif de 1,9 , 2,04 et 1,88. La production fourragère et la capacité de charge des pâturages aménagés ont également été améliorées en moyenne de 12,5 fois par rapport aux pâturages non traités. En ce qui concerne la strate ligneuse, l'étude révèle une forte régénération d'espèces fourragères à raison de 92 à 237 pieds / ha sur la zone aménagée contre seulement 4 à 45 pieds / ha sur le témoin. Les marges nettes de production fourragère des trois années de suivi représentent en moyenne 66252,3 FCFA / ha pour 40 000 FCFA de coût d'aménagement. En vue de bien valoriser l'accroissement de la production fourragère observée, l'étude recommande que des tests soient faits pour mettre en place des modèles d'exploitation et de gestion qui améliore la durabilité et l'efficacité des traitements effectués.

Mots clés : Pâturage – Sous - solage – Fourrage – Glacis dégradé – Sahel - Régénération

Abstract

A study of sous – solage impact on the dynamic of the fodder production of damaged glacis has been done in two sahelians villages. The observations of the effects of the soil work have been estimated during tree years through an inventory of the herbaceous stratum and the ligneous stratum in regeneration. They have been done on representative and ecological stations set on converted and unconverted areas. The analysis of the results has highly shown that it exists on the converted areas a great flora diversity and an improvement of the pastoral value and recovery more than on their witness. This improvement has been respectively of 1.9, 2.04 and 1.88 times. The fodder production and the carrying capacity of converted pastures have also been improved in medium of 12,5 times compared with the pastures without conversion. As far as the ligneous stratum is concerned, the study reveals a strong regeneration of fodder species with 92 to 237 plants/ha on the converted areas against 4 to 45 plants/ha only on the witness. The benefit of fodder production during the tree years of observation is in medium 66252.3 FCFA / ha for 40 000 FCFA / ha of the cost of amenagement. In order to promote the observed increasing of the fodder production, the study advises tests to set exploitation and management models which improve the durability and the effectiveness of the treatment which have been done.

Key Words: Pasture – Sous, solage – Fodder, Damaged glacis, Sahel - Regeneration

¹Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles; CRREA / Sahel – Dori, Province du Séno, Burkina Faso ; BP : 80, Tél. : (226) 40 46 00 54, Fax : (226) 40 46 04 39. E-mail : andre_kiema@yahoo.fr ou andre.kiema@coraf.org.

² Union Mondiale pour la Conservation de la Nature (UICN), 01 BP. 3133 Ouagadougou 01, Burkina Faso.

Introduction

La disponibilité de fourrage constitue depuis ces dernières décennies une contrainte importante au développement de l'élevage en région sahélienne du Burkina Faso (Grouzis, 1988, De Wispelaere, 1990). Cette insuffisance est due à plusieurs causes : l'augmentation des effectifs du cheptel en raison des succès des services vétérinaires sur les épizooties et les grandes maladies parasitaires ; l'extension rapide des surfaces cultivées (en relation avec la démographie galopante) ; les sécheresses répétées ; l'érosion et les dégradations multiformes provoquées par les hommes et les animaux. Tous ces facteurs ont contribué à forte réduction des espaces pâtureables. Pour pallier les conséquences de cette situation, les éleveurs ont souvent opté pour la transhumance et quelquefois pour la migration vers des zones écologiques plus favorables (Kiema, 2002). Malheureusement, ces déplacements sont devenus de plus en plus difficiles en raison des nombreux conflits avec les populations des régions d'accueil. Face à cette situation, de nombreux éleveurs ont opté de rester et trouver sur place les voies et moyens nécessaires pour nourrir leurs animaux. Au nombre des solutions techniques envisagées figurent les aménagements pastoraux. Le sous-solage représente une de ces techniques largement utilisées (Programme Sahel burkinabé, 2003). Cet article a pour objet de capitaliser les effets bénéfiques de la technique sur la production fourragère afin de mieux accompagner les producteurs et les partenaires au développement dans la recherche de solutions pour réduire les problèmes de déficit fourrager.

2. Matériels et méthodes

2.1. Caractéristiques du milieu d'étude

L'étude s'est déroulée au Sahel burkinabé compris entre le 13^{ème} degré et le 15^{ème} degré de latitude nord. Cette région couvre une superficie de 36 166 km² et représente environ 12 % du territoire nationale. Pour cette étude, deux sites d'évaluation situés dans les villages de Lelly et Bangataka ont fait l'objet d'investigations.

La région est soumise à un climat de type soudano-salien caractérisé par une saison pluvieuse de trois à quatre mois entre juin et septembre(hivernage), alternant avec une période sèche de huit à neuf mois. La répartition des pluies connaît une très grande variabilité dans le temps et dans l'espace.

Les températures subissent également de grandes variations ; les plus élevées sont enregistrées pendant la saison sèche chaude (en moyenne 44°C) et les plus basses en saison sèche froide (en moyenne 9°C). L'écart thermique journalier dépasse 15°C.

Les vents ont une action très importante sur l'environnement, en particulier l'harmattan. L'érosion éolienne et hydrique contribuent au décapage de la couche superficielle des sols.

Les sols sont peu profonds. D'une manière générale, ils sont très diversifiés et sont en majorité de mauvais supports physiques pour la végétation en raison de leur faible perméabilité. Ils sont caractérisés par des recouvrements éoliens (les dunes, les bas de pente et les couloirs inter dunaires). Les sols hydromorphes sont localisés dans les nombreuses dépressions limono – argileuses engorgées en période pluvieuse (marigots, mares, bas-fonds, zones d'écoulement). Les sols squelettiques sont fréquents sur les affleurements rocheux et les cuirasses fossiles plus ou moins démantelées avec épandage de glaciis gravillonnaire.

La végétation du Sahel se présente généralement sous forme de steppe à épineux. Les différents types de végétation sont directement en rapport avec d'une part la topographie, d'autre part les conditions édaphiques stationnelles. On distingue quatre (04) types de végétation :

- les formations des dunes et ensablements qui sont des steppes xérophiles herbeuses avec une strate ligneuse très claire à *Acacia raddiana*, *Combretum glutinosum*, *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus mauritiana*, etc. La strate herbacée avec *Cenchrus biflorus*, *Aristida sp*, etc.
- les formations liées aux glaciis avec une strate herbacée irrégulière, localement dense avec graminés *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida adscensionis*, etc.
- les formations liées aux affleurements rocheux dont la végétation est dominée dans la strate herbacée par *Schoenefeldia gracilis* et dans la strate ligneuse par *Acacia laeta*, *Acacia raddiana*, *Combretum sp*, *Guiera senegalensis*, *Pterocarpus lucens*, etc.
- les formations des bas-fonds et des mares qui se présentent sous forme de galeries forestières avec les espèces telles que *Mitragyna inermis*, *Piliostigma reticulatum*, *Anogeissus leiocarpus*, etc. Le tapis graminéen est dominé par *Panicum laetum*, *Panicum subalbidum*, *Echinocloa colona*, *Oryza barthii*, *Vossia cuspidata*, etc.

L'agriculture et l'élevage constituent les principales activités socio-économiques ; mais ils sont pratiqués de façon extensive. L'élevage est l'activité la plus pourvoyeuse en revenues monétaire. L'alimentation du bétail est basée essentiellement sur les ressources fourragères naturelles des différentes unités de végétation et des résidus de culture des champs.

2.2. Dispositif expérimental

Le sous- solage est une technique utilisée pour la restauration des pâturages de glacis dégradés au Sahel burkinabé. Il consiste en un travail du sol au tracteur par un passage de sous soleuse rectiligne travaillant à environ 50 cm de profondeur. La largeur des sillons est de 30 cm environ et la hauteur des terres rejetées de 50 à 100 cm. Les sillons de sous - solage sont distants approximativement de 5 m et sont tracés perpendiculairement à la pente des glacis. La taille des aménagements est de 60 et 30 hectares respectivement pour les sites de Bangataka et Lelly.

Pour chaque site, deux stations écologiques représentatives d'un hectare chacune ont été identifiées sur le sous solage et sur le témoin (sans aménagement) pour faire l'objet d'observations. Celles-ci observations ont été suivies durant trois ans sur les mêmes stations (2002 à 2004).

2.3. Méthodes

L'évaluation de la dynamique de la végétation a été faite à travers des mesures de recouvrement, la composition floristique, la valeur pastorale et la production fourragère en ce qui concerne la strate herbacée. Pour la strate ligneuse, l'évaluation a concerné la régénération des espèces présentes et leur intérêt fourrager.

2.3.1. Strate herbacée

2.3.1.1. Analyse du couvert végétal

L'inventaire du couvert herbacé a été réalisé selon la méthode d'analyse quantitative des points quadrats alignés (Daget et Poissonet, 1971). La méthode consiste à tendre un ruban de 20 m au-dessus du tapis herbacé et à effectuer une lecture verticale tous les 20 cm tout à l'aide d'une tige métallique à bord effilé. A chaque point de lecture et le long du bord effilé de la tige, tous les contacts avec les feuilles ou les chaumes sont pris en compte. Par convention, une espèce ne doit être notée qu'une fois par point de lecture. Chaque ligne ainsi matérialisée permet de faire 100 observations.

Pour les stations aménagées (sous solage) 10 lignes de 20 m, soit un échantillon de 1000 points ont été mesurés. Les lignes ont été disposées à raison de 5 lignes sur les sillons et 5 autres lignes en inter sillons. Pour tous les témoins, 5 lignes ont été régulièrement réparties sur chaque station afin d'avoir une couverture représentative des milieux non aménagés. Le nombre de 500 points de lecture par station est suffisant car il donne un intervalle de confiance (IC) inférieur ou égal à 5%, précision recommandée pour éliminer l'effet du hasard (Daget et Poissonet, 1971)].

L'estimation de la dynamique du couvert herbacé sous l'effet des différents traitements a été comparée deux à deux entre parcelle aménagée et parcelle témoin sur chaque site suivant le test de χ^2 .

2.3.1.2. Evaluation de la valeur pastorale

La valeur pastorale (VP) détermine l'indice global de la qualité du pâturage à partir de sa composition floristique et de la valeur relative des espèces.

La valeur relative des espèces encore appelée Indice de qualité Spécifique (IS) traduit leur intérêt zootechnique. Elle a été établie à partir d'une échelle de cotation de 0 à 5 à l'issue de la synthèse de nombreux travaux (Gaston et Botte, 1971).

Pour le calcul, la formule proposée par (Daget et Poissonet, 1971) a été utilisée :

$$VP = 0,2 \sum CS_i * IS_i$$

CS_i = Contribution Spécifique.

IS_i = Indice Spécifique de l'espèce i , noté de 0 à 5. 0,2 est un coefficient qui est multiplié à l'indice afin de pouvoir l'exprimer en %, ce qui permet une comparaison entre divers types de pâturages.

2.3.1.3. Evaluation de la biomasse herbacée

L'estimation de la biomasse a été faite par la méthode de récolte intégrale du couvert herbacé. Les coupes ont été réalisées à l'aide de cisailles sur des placeaux homogènes et représentatifs de 1 m^2 répartis au hasard dans les stations d'étude. Afin d'obtenir des taux de précision recommandée inférieurs à 20 % (Levang, 1978), 25 échantillons ont été prélevés sur chaque station.

Des échantillons de 500 g de biomasse ont été prélevés sur chaque station pour la détermination de la matière sèche à l'étuve. Les résultats obtenus ont d'abord été exprimés en g de matière sèche (MS)/m², puis rapportés en kg de MS/ha.

2.3.1.4. Evaluation du fourrage qualifié et de la capacité de charge

La production de biomasse (P) peut être pondérée par la valeur pastorale (VP) pour obtenir un fourrage qualifié (Q) [(Daget et Poissonet 1971 ; Akpo et al, 2002)] qui permet d'obtenir une meilleure appréciation de la production fourragère induite par l'aménagement. Elle s'écrit :

$$Q_{(\text{kg MS/ha})} = P_{(\text{kg MS/ha})} \times VP$$

Les capacités de charge liées à l'effet de l'aménagement ont été calculées sur la base des quantités de fourrage qualifié disponible (Boudet, 1971).

2.3.2. Strate ligneuse

La strate ligneuse a fait l'objet d'un inventaire exhaustif sur les stations par identification et comptage direct des plantes en régénération.

Pour chaque unité, l'inventaire permet de déterminer les densités des ligneux fourragers en régénération. L'analyse des données a concerné la composition floristique et leur intérêt fourrager.

3. Résultats

3.1. Structure et composition de la végétation

L'effet du sous-solage sur la dynamique de la composition floristique s'est traduit par une augmentation du nombre d'espèces des parcelles aménagées (22 à 28 espèces suivant les années) par rapport aux parcelles témoin (10 à 16 espèces) entre 2002 à 2004. Cette augmentation a concerné les espèces des différentes familles végétales dont il a été constaté une dynamique. Les graminées ont connu une régression (-12,87 à -19,96%) tandis que les légumineuses ont enregistré un accroissement de leur contribution spécifique pratiquement dans les mêmes proportions (tableau I). Les autres familles composées de cypéracées, rubiacées et diverses autres enregistrent des variations même si leur contribution à l'ensemble de la strate herbacée demeure faible (moins de 3%).

De façon spécifique, la dynamique de la composition floristique a surtout intéressé *Schoenfeldia gracilis* (-14,65% à -39,6%), *Brachiaria distichophylla* (-3,22%) qui ont connu une régression. D'autres espèces comme *Panicum laetum* (+14,92%), *Cassia obtusifolia* (+9,5 à 14,28%) sont en progression au détriment des espèces en régression. Les observations ont montré que les changements sont plus remarquables sur les sillons de sous-solage creusés au tracteur. Par ailleurs, les autres indicateurs de la dynamique de la végétation, pourcentage de sol nu, intervalles de confiances, montrent un accroissement sur les parcelles aménagées par rapport au témoin. Le test de χ^2 montre des différences hautement significatives ($P < 0,01$) entre les parcelles aménagées et leur témoin dans les deux sites d'observation.

3.2. Indice de qualité

L'évaluation de l'indice de qualité selon différentes classes figure au tableau 2. Elle montre que l'impact de l'aménagement s'est traduit par une augmentation des valeurs pour les espèces très bonnes (+3,7 à +16,1%), bonnes (+1%) et médiocres (+3%). Dans les parcelles témoins, les plus forts indices relèvent des espèces de moyenne qualité (-9,5 à -14%). D'une façon générale, l'indice de qualité des catégories très bonne à médiocre représente plus de 80% de la valeur pastorale sur toutes les parcelles observées (tableau 2).

3.3. Estimation de la biomasse

L'évaluation de l'effet du sous-solage sur la production de la biomasse en fin de saison de végétation a montré que les superficies aménagées avec 1405 à 1847 kg de MS / ha / an ont produit plus que leur témoin (198 à 320 kg /ha/an). La production a été surtout plus importante sur les sillons de sous-solage que sur les autres espaces. L'évaluation révèle que la production de biomasse est dominée surtout par *Cassia obtusifolia* qui apparaît en abondance sur les sillons et dont la contribution à la production totale de la parcelle aménagée s'élève à plus de 70%. Par ailleurs, la production fourragère des graminées et des légumineuses connaît également une amélioration sur les parcelles traitées (sous-solage) par rapport à celles non aménagées (figure 1).

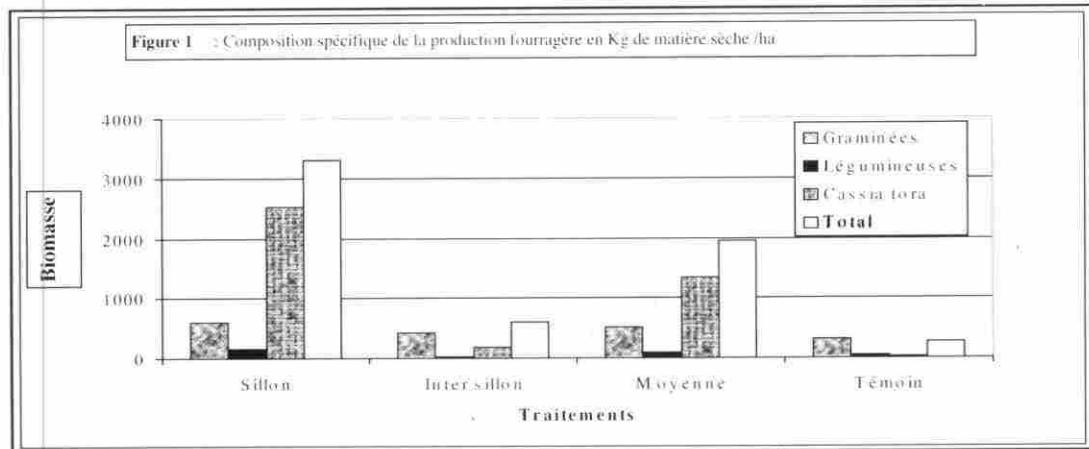
Effets du sous solage sur la production fourragère des pâturages naturels en région sahélienne du Burkina Faso

Tableau 1: Contributions spécifiques des principales espèces des parcelles d'observation

	Moyenne 2002					Moyenne 2003					Moyenne 2004		
	Sillons		Inter sillon	Total	Témoin	Sillons	Inter sillon	Total	Témoin	Sillons	Inter sillon	Total	Témoin
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	3,916	0	2,82	1,19	1,546	0,18	1,03	2,53	4,98	0,66	3,64	0,14	
<i>Borreria radiata</i>	0,066	0	0,06	0	0,41	1,06	0,65	2,12	0,36	0,5	0,42	0,97	
<i>Borreria stachydeae</i>	1,49	3,77	1,84	2,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachiaria distichophylla</i>	2,60	0,33	2,22	5,44	0,47	0,41	0,45	2,61	8,97	8,15	9,47	9,03	
<i>Cassia obtusifolia</i>	18,12	3,28	14,3	0	17,43	6,05	13,1	3,63	17,5	6,94	13,6	0,28	
<i>Cyperus sp</i>	1,53	0	1,05	0	0,68	0	0,42	0	2,7	0	1,91	0	
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	6,03	8,36	6,48	6,079	0,10	0	0,06	1,35	1,16	2,33	1,58	1,95	
<i>Digitaria horizontalis</i>	4,24	3,03	4,31	2,10	0,07	0	0,04	0,34	0,85	0,08	0,6	0	
<i>Eragrostis tenella</i>	0,32	15,8	5,22	5,95	5,483	2,23	4,27	0,34	0,04	5,84	1,73	3,57	
<i>Eragrostis pilosa</i>	7,37	1,31	5,67	0,22	0	0	0	0	0,34	0	0,24	0	
<i>Panicum laetum</i>	26,12	29	26,2	12,77	14,27	20,3	16,6	15	21,9	13,3	19,1	4,15	
<i>Schoenoplectus gracilis</i>	16,94	31,1	20,1	55,39	37,48	54,2	43,8	58,4	25,1	55,6	34,9	74,5	
<i>Zornia glochidiata</i>	9,23	2,79	7,97	6,89	16,8	12,7	15,3	9,18	6,95	5,15	6,35	4,87	
Autres espèces	0,32	0	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	14,5
Sol nu	1,60	47,50	24,55	70,80	1,92	12,67	7,29	49,15	3,80	25,30	5	45,10	
Nombre d'espèces	28	13	29	14	19	16	22	16	23	13	23	10	73,7
Graminées	64,22	89,84	70,84	89,15	62,27	79,52	68,79	81,66	67,03	86,66	7	93,73	23,6
Légumineuses	31,48	6,07	25,22	8,08	36,54	18,96	29,90	15,33	29,57	12,76	4	5,29	
Cypéracées	1,93	0,00	1,38	0,22	0,68	0,00	0,42	0,00	2,79	0,00	1,91	0,00	
Rubiacees	1,53	3,77	1,87	2,55	0,41	1,06	0,65	2,12	0,36	0,50	0,42	0,97	
Autres	0,99	0,49	0,80	0,00	0,10	0,46	0,23	0,92	0,26	0,08	0,21	0,00	
IC	2,34	4,56	2,04	7,12	2,50	3,24	4,08	4,64	4,9	5,8	3,9	5	

Tableau 2 : Indice de qualité (%) dans les différentes

Classes	Année 2002					Année 2003					Année 2004		
	Sillons	Inter sillons	Total	Témoin	Sillons	Inter sillons	Total	Témoin	Sillons	Inter sillons	Total	Témoin	
Excellent	0,11	0	0,08	0	0,69	0	0,42	0	0	0	0	0	0
Très bon	39,8	34,6	38,4	23,2	26,2	26,5	26,4	22,7	28,7	17,2	25	8,9	
Bon	6,35	10,5	8	6,97	3,59	1,62	2,85	2,22	8,08	8,4	8,6	7,6	
Moyen	8,38	14,2	9,53	23,5	17,2	23,1	19,4	25,3	13,1	23	16	30	
Médiocre	3,75	0,95	3,01	0,24	3,49	1,29	2,66	0,86	3,58	1,4	2,8	0,1	
Nulle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VP	58,4	60,2	59	54	51,2	52,5	51,7	51,1	53,5	50	53	47	



4. Discussion

La technique du sous-solage est un moyen très efficace de récupération des terres dégradées couramment utilisé en région sahélienne du Burkina Faso (Programme Sahel Burkinabé). L'étude réalisée a permis d'effectuer une approche écologique et économique de la technique. En effet, les observations montrent qu'avec cette technique, il est possible d'accroître la biodiversité des sols pratiquement nus, la valeur du pâturage et surtout la production de fourrage. Les terres incultes récupérées pour l'activité pastorale peuvent être évaluées et le fourrage produit estimé de façon quantitative, qualitative et économique (Toutain et Piot, 1980 ; Kiema et al, 2001) Au plan qualitatif, la valeur pastorale nette a augmenté de deux à trois fois par rapport aux pâturages dégradés non aménagés. On note aussi une augmentation de la production et de la capacité de charge de près de 13 fois par rapport au témoin. Économique, ce type d'aménagement est également rentable (+ 26 000 FCFA / ha de marge nette après trois ans d'aménagement).

Cependant, au-delà des effets positifs évidemment constatés, la question de leur exploitation et de leur gestion durable se pose si on veut rendre les travaux d'aménagement. Les pâturages étant communautaires, très souvent les zones pastorales aménagées sont soit occupées après quelques années de récupération à des fins de culture, soit dégradées à nouveau par manque d'entretien et de leur surexploitation (Kiema, 2002 ; Kiema et Sanon, 2001).

De nouvelles approches portant sur la gestion des terroirs par l'élaboration des règles internes de gestion des ressources sont actuellement testées pour permettre aux populations de reprendre en charge dans le cadre de la décentralisation des communes rurales. L'aménagement ne peut que profiter de l'exis-

tence de ces règles. Si la sécurité des zones à aménager sont garanties, leur aménagement peut être envisagé parce que économiquement rentable et écologiquement important. Plusieurs formes d'exploitation peuvent être affectées aux parcelles aménagées : la pâture directe et la fauche. Compte tenu des niveaux de production soutenue induits par les sous-solages, des apports d'engrais de fond pourraient être envisagés pour augmenter la durabilité et le niveau de production des sites à aménager. Le développement des transactions liées au fourrage peut être envisagé pour accroître les chances de viabilité des ces aménagements.

Très souvent, les programmes d'aménagement n'abordent pas suffisamment les questions liées à l'acquisition du matériel de récupération des terres et leur gestion, si bien que la contribution des populations se limite uniquement au choix des sites à aménager. Pour permettre une meilleure prise en charge en partie ou en totalité des coûts d'aménagement, une plus grande implication des populations semble dépasser s'impose.

5. Conclusion

L'augmentation de la disponibilité du fourrage se caractérise au Sahel par la recherche de solutions techniques de vulgarisation portant généralement sur la gestion des stocks fourragers, l'introduction des cultures fourragères, etc. Les techniques d'aménagement constituent un volet important dans la recherche de cette mise à disposition pour le bétail de quantités suffisantes de fourrage de qualité. Pour améliorer les chances de succès de ces aménagements, les programmes de vulgarisation doivent développer en amont et en aval la sécurisation foncière des zones à aménager, leur gestion après aménagement et les modalités d'acquisition et de gestion du matériel d'aménagement.

Références bibliographiques

- 1. Boudet G.** 1991. Pâturages tropicaux et cultures fourragères. IEMVT. Collection manuel et précis d'élevage. France, 266 p.
- 2. Daget P. et Poissonet J., 1971.** "Une méthode d'analyse phytosociologique des prairies. Critères d'application" Ann. Agron. 22 (1) : 5 - 41.
- 3. Daget P. et Poissonet J., 1971.** Note de valeur pastorale. *Repères*, 2 : 4 - 8.
- 4. De Wispelaere G., 1990.** Dynamique de la désertification au Sahel du Burkina Faso. Cartographie de l'évolution et recherche méthodologique sur les applications de la télédétection. Cons. Arts et Métiers. Paris. Mémoires pour le diplôme d'ing. CNAM, 346 p.
- 5. Gaston A. et Botte F., 1971.** Étude agrostologique de Tin Arkachen (république de Haute Volta) France : Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage. Maison Alfort, IEMVT, Étude Agrostologique n°51 ; offst, 146 p.
- 6. Grouzis M., 1988.** Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso). Thèse de Doctorat d'État es sciences, Université de Paris Sud. ORSTOM, Paris, Études et thèse, 336 p.
- 7. Kiema A., 2002.** Ressources pastorales et leurs modes d'exploitation dans deux terroirs sahéliens du Burkina Faso ; mémoire de DEA en gestion intégrée des ressources naturelles, IDR, Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 66p.
- 8. Kiema A., Ouédraogo T., Nianogo A.J., Sanou S., 2001.** Effets des cordons pierreux et du scarifiage sur la régénération des pâturages naturels en région sahélienne du Burkina Faso. *Revue Science et Technique, Série Science Naturelle et Agronomie*, volume 25, n°2.
- 9. Kiema A., Sanon O., 2001.** Etude des potentialités agro-sylvo-pastorales d'un territoire test comme base de réflexion pour la gestion des ressources naturelles en région sahélienne du Burkina Faso. Vol. 25 ; 117 - 131. Revue Scientifique et Technique. Série Science et Agronomie.
- 10. Levang P., 1978.** Biomasse herbacée de formations sahéliennes. Etude méthodologique et application au bassin versant de la Mare d'Oursi. DGRST / ORSTOM, ACC. Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan, 34 p + annexes.
- 11. Programme Sahel Burkinabé, 2003.** Rapport annuel d'activité 2002. Cellule Suivi – Evaluation, PSB/GZ, Burkina Faso ; 33p.
- 12. Toutain B., Piot J., 1980.** Mise en défens et possibilité de régénération des ressources fourragères sahéliennes, IEMVT / CTFT; 156 P.

Influence du régime de coupe sur la régénération de l'espèce *Acacia nilotica* (L.) Wild dans une formation de bas-fonds (Forêt de Korop) au Niger

Larwanou Mahamane.¹, Saadou Mahamane²

Influence of cutting regime on the regeneration of *Acacia nilotica* var.*tomentosa* species in a swamp –based valley forest (Korop forest) in Niger.

Résumé

Une étude portant sur l'influence du régime de coupe sur la régénération de l'espèce *Acacia nilotica* var.*tomentosa*, a été conduite dans une forêt naturelle de bas-fonds dans la zone Sahélienne du Niger (Afrique occidentale) pour évaluer les effets des conditions des milieux (partie inondée et exondée), la période de coupe, la hauteur de coupe et la classe de diamètre. L'objectif de l'étude est d'identifier des indicateurs qui serviront de guide aux dévelopeurs. Les résultats ont montré qu'il y a une différence significative au seuil de 5% de probabilité entre les milieux, périodes de coupe, hauteurs de coupe suivant les classes de diamètres coupées pour les paramètres nombre, hauteur et diamètre de rejets. Tous ces paramètres croissent avec la durée. Le début de rejet après coupe commence entre le 12^{ème} et le 15^{ème} jours. Les milieux n'influent pas sur le nombre de rejets. Les meilleures périodes de coupe pour le nombre de rejets se situent après et pendant la saison des pluies et les meilleures hauteurs de coupe sont 2,5 m et 1,3 m. La croissance en hauteur des rejets est plus appréciée dans le milieu exondé surtout si la coupe a lieu avant et pendant la saison des pluies et à des hauteurs de 2,5 m et 1,3 m. La croissance en diamètre des rejets n'est appréciable qu'avec les hauteurs de coupe, notamment 2,5 m et 1,3 m. Une indication de la réponse à la coupe de cette espèce est obtenue mais l'investigation mérite d'être poursuivie pour confirmer les premiers résultats, notamment dans d'autres zones écologiques au Sahel.

Mots clés : Forêt de bas-fonds, *Acacia nilotica* var. *tomentosa*, Régime de coupe; régénération; Niger.

Abstract

A study on the influence of cutting regime on the regeneration of an *Acacia nilotica* swamp forest in the Sahelian part of Niger (West Africa), was conducted to monitor the effects of the site conditions (inundated and non-inundated part), the period of cutting, the height and diameter class to cut. The objective of the study was to develop a management guide to the developers for the management of this type of forest. The results of the study showed that there are significant differences at 5% probability level in the factors block, period, height and diameter class for the parameters number of shoots, height of shoots and diameter of shoots. All these parameters increase with time. Sprouting begins between the 12th and the 15th day after cutting. Factor block has no effect on the number of new shoots. Cutting after and during rainy season and at heights 2.5 m and 1.3 m give increase number of new shoots. Height of new shoots is more appreciated in the non inundated block especially if cutting is carried out before and during rainy season and at heights 2.5 m and 1.3 m. Increase in diameter of new shoot is only appreciated with cutting heights especially 2.5 m and 1.3 m. An indication of response to cutting of this species was obtained but the investigation needs to follow-up especially in other sahelian ecological zones.

Keywords : Valley forest; *Acacia nilotica* var.*tomentosa*; Cutting regime; Regeneration; Niger.

Remerciements

Cette recherche a été financée par le Projet National de Recherche Agronomique (PNRA) financé par la Banque Mondiale et exécutée par l'Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN).

¹ Département de Gestion des Ressources Naturelles, Institut National de Recherches Agronomiques du Niger (INRAN)
BP 429, Niamey, Niger , Tel : +227/973442/494103 , Fax : +227 722252, E-mail : m.larwanou@coraf.org

²Département de Biologie Végétale , Université Abdou Moumouni de Niamey , BP 10662, Niamey, Niger

Introduction

Le bois est la principale source d'énergie facilement accessible à la population du Niger (PE, 1994). Autour de la région de Tahoua ($14^{\circ}41'$ de latitude nord, et $6^{\circ}22'$ de longitude est), les conditions environnementales difficiles, le taux démographique élevé et la dépendance de la population des ressources naturelles contribuent à la dégradation de l'environnement (DDE Tahoua, 1994). Plus de 90% de la population dépendent des ressources naturelles pour leur survie utilisent le bois comme source d'énergie et divers usages comme la construction des maisons (CNEDD, 1998).

Le bois mort est quasi-inexistant dans cette zone et la population utilise le bois vert pour ses besoins. Le bois vert est sévèrement coupé alors que les superficies des forêts naturelles, des parcs boisés et d'autres plantations artificielles sont petites.

La quantité de bois accessible était estimée à 414 000 tonnes alors que la demande annuelle est de 485 000 tonnes pour la production d'énergie seulement (DDE Tahoua, op.cit.). Environ 71 000 tonnes de bois doivent être recherchées pour satisfaire la demande.

Pour améliorer la situation, des mesures correctives ont été prises par les socio économistes, au nombre desquelles la nécessité d'entreprendre une recherche sur la sylviculture afin d'assurer la durabilité des ressources naturelles.

Des opérations de coupe effectuées sur des Combrétacées dans les brousses tigrées dans la partie Ouest du Niger ont montré un taux de régénération important suivant les espèces et les hauteurs de coupe (GERARD *et al.* 1997). Mais les résultats de ces opérations de coupe ne peuvent pas être extrapolés dans la région de Tahoua à cause des différences dans les conditions écologiques et les typologies des formations forestières (PUSF, 1990).

Il y a donc un besoin réel de déterminer une technique de coupe qui permettra une régénération rapide des forêts de bas-fonds de la région de Tahoua.

Cet article traite des résultats d'une recherche de trois ans visant à répondre à ces préoccupations.

Les forêts de bas-fonds sont les principales formations forestières dans cette partie du Niger. La forêt de Korop est composée principalement d'*Acacia nilotica var. tomentosa* avec une densité de 130

arbres de diamètre supérieur à 5 centimètres par hectare (LARWANOU, 1998). La forêt de Korop est la source principale du bois de chauffe pour la ville de Konni et les villages environnants. La pression sur cette forêt est importante : exploitation du bois et les autres produits forestiers non ligneux ainsi que l'intrusion des populations dans la forêt à la recherche de terres fertiles pour l'agriculture. Cette situation est identique à celle décrite par AUDRU *et al.* 1993 au Soudan.

L'objectif principal est de développer une technologie qui pourrait contribuer à une exploitation durable des forêts à forte densité de *Acacia nilotica* dans la zone soudano-sahélienne en général et dans la forêt de Korop en particulier.

Les résultats permettront de : 1. Guider/ orienter les modes d'exploitations des produits pour divers usages, en particulier le bois; 2. Rationaliser l'exploitation pour une meilleure gestion de cette ressource de plus en plus rare.

La détermination de la période de coupe de la hauteur et du diamètre à couper pourra aider à la conception d'un plan de gestion durable avec les communautés

Matériel et méthodes

Présentation de la forêt de Korop

Située à 25 Km à l'ouest de Konni ($13^{\circ}50'$ de latitude nord et $5^{\circ}06'$ de longitude est) dans le Département de Tahoua en République du Niger, la forêt de Korop a une superficie de 11 000 ha. Cette forêt fait partie de la classe des formations de bas-fonds et constitue la principale formation forestière de la zone. Elle est constituée principalement d'*Acacia nilotica var. tomentosa*, quelques pieds de *Mitragyna inermis* dans la partie inondée et de *Piliostigma reticulatum* dans la partie exondée. Cette forêt est essentiellement composée de vieux sujets et il est remarqué une insuffisance de régénération naturelle. Le sol est argilo-limoneux, donc très propice pour la production agricole.

Cinq villages entourent la forêt. La population de ces villages ainsi que celle de la ville de Konni exploitent dangereusement cette formation forestière à des fins diverses.

L'infiltration des paysans dans la forêt pour la recherche des terres fertiles, l'exploitation du bois vert pour le besoin de chauffe, d'œuvre et de service (car il n'existe pratiquement pas de bois mort), l'émondage des sujets pour le fourrage aérien par les éleveurs et la récolte des gousses mûres sont les principaux problèmes auxquels la forêt est confrontée.

Dispositif expérimental

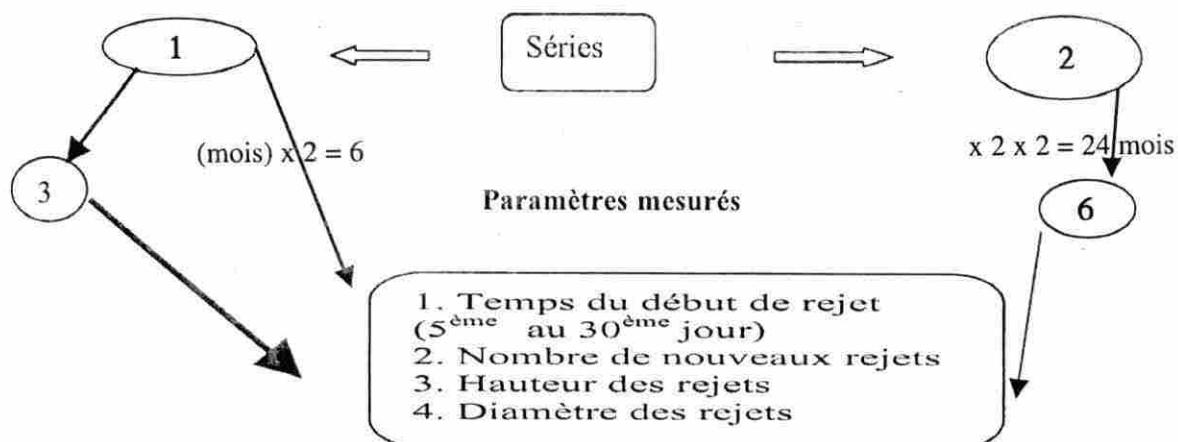
L'étude a débuté en 1995 dans deux blocs clôturés de 75m x 75m. Elle précède un autre travail mené par le Projet Energie II sur le suivi de la régénération naturelle des principales espèces d'arbres de la forêt.

Un inventaire préliminaire de tous les pieds d'arbres dont le diamètre à 1,30 m est supérieur ou égal à 5 cm dans les deux blocs a permis d'obtenir trois classes de diamètres qui sont représentatives de la forêt. Ces classes sont: D1 = 5-10 cm ; D2 = 11-20 cm et D3 > 21 cm. D'autre part, des observations sur les pratiques paysannes de coupe tant au niveau de la forêt de Korop que dans les autres formations de bas-fonds nous ont permis d'identifier trois hauteurs de coupe. Ces hauteurs sont : H1 = 0,30 m ; H2 = 1,30 m et H3 = 2,50 m.

Trois périodes de coupe ont été testées : avant la saison des pluies(P1) ; pendant la saison des pluies (P2) et après la saison de pluie (P3).

Le dispositif expérimental est un factoriel (trois facteurs à trois niveaux chacun) : $3 \times 3 \times 3$ mis en blocs complets randomisés dans deux milieux différents. Un bloc est situé dans la partie inondée et le second dans la partie exondée.

Figure 1 : Séries et périodicité des mesures



Dans chaque classe de diamètre, 9 arbres ont été aléatoirement prélevés dans chacun des deux blocs soit 27 arbres dans lesquels des traitements ont été affectés. Trois (3) arbres dans chaque classe de diamètre ont été coupés pendant chaque période. Chacun des 3 arbres a été coupé à une des hauteurs. Le traitement est alors une combinaison de la période, du diamètre et de la hauteur.

Collecte des données

Des mesures ont été effectuées dans chaque traitement. Les paramètres mesurés concernent: temps du début de rejets, nombre de nouveaux rejets, hauteur des rejets, diamètre à 10 centimètres de la souche du rejet.

La hauteur des rejets est mesurée à l'aide d'une planche graduée et le diamètre a été mesuré avec un mètre ruban de 5m.

Le temps du début de rejets a été suivi du cinquième jour jusqu'au trentième.

Les paramètres nombre de nouveaux rejets, hauteur des rejets, diamètre des rejets ont été mesurés chaque trois mois deux fois (série 1); A partir du sixième mois, des mesures périodiques sont effectuées chaque six mois en ce qui concerne la hauteur et le diamètre sur 10 rejets aléatoirement choisis, pendant deux ans (série 2) (Figure 1).

Ces paramètres ont été étudiés pour connaître la période appropriée, la classe de diamètre à couper et la hauteur de coupe permettant d'assurer une régénération rapide.

Analyse des données

Les données ont été analysées en utilisant le GLM (General Linear Model) avec le logiciel SAS pour chercher la différence entre les traitements.

Résultats et discussions

Temps de début de rejet

Pour tous les facteurs, le début de rejet après les coupes commence en moyenne entre le 12^{ème} et le 15^{ème} jours.

Les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative pour ce qui est du temps de début de rejet en ce qui concerne les milieux (inondé et exondé), la période de l'année, la hauteur de coupe et la classe de diamètre.

Nombre moyen de nouveaux rejets

Les résultats montrent que le nombre moyen de nouveaux rejets augmente avec le temps suivant les facteurs (milieu, période, classe de diamètre et hauteur de coupe) (tableau I).

Le nombre moyen de rejets ne montre aucune différence significative dans les deux milieux pour la durée de l'étude (figure 2a) mais croît avec le temps.

Il y a des différences fortement significatives pour le nombre moyen des rejets pour ce qui est du facteur période de coupe (figure 2b). A partir de ces résultats, on peut affirmer que la meilleure période de coupe de cette espèce dans cette formation de bas-fonds est celle après la saison des pluies (P3), suivie de (P2) pendant la saison des pluies. Cette différence significative est observée pendant les six premiers mois de la coupe et se stabilise plus ou moins avec le temps. Ceci contredit, dans une certaine mesure, les pratiques vulgarisées et appliquées dans le pays qui conduisent les paysans à couper les arbres avant la saison des pluies, du moins sur les plaines sableuses et les formations des plateaux. Pour le nombre de rejets, il apparaît que dans les formations

de bas-fonds comme dans ce cas précis, les résultats diffèrent de ceux obtenus lors des coupes sur les formations de plateaux (WINTER *et al*, 1989 ; PIERRE *et al*, 1993).

S'agissant de la hauteur de coupe, la différence est très significative entre les hauteurs de coupe pour ce qui est du nombre moyen de rejets (figure 2 c). La coupe à 2,5 m (H3) donne le plus grand nombre de rejets, suivie de H2 (1,3 m). Ce résultat est conforme à celui obtenu lors des opérations de coupe sur *Combretum nigricans*, une espèce des formations de plateaux au Sud du Niger. La coupe en tard effectuée à environ 1,5 m et 2 m donne le plus de rejets et assure une meilleure croissance de ces derniers car ils sont à l'abri des dents des animaux et autres prédateurs (ROBERT et MOUSSA, 2003). Le taux de mortalité des rejets est plus élevé dans les basses hauteurs.

A l'issue de cette étude, il ressort que *Acacia nilotica var .tomentosa* présente une bonne réponse à la coupe, contrairement aux autres espèces des formations de plateaux. Un inventaire des espèces locales après coupe montre que le nombre moyen de tiges par souche est de 7 pour *Guiera senegalensis*, 8 pour *Combretum nigricans* et *Combretum micranthum* et 9 pour *Combretum glutinosum* (MOUSSA, 2002).

Le diamètre de coupe montre aussi qu'il existe une différence significative entre les classes de diamètre. Mais cette différence ne permet pas de proposer une classe de diamètre car il y a une variabilité avec le temps (figure 2 d).

Concernant la croissance en hauteur des rejets, le milieu joue un rôle capital; les résultats montrent que le milieu 2 (exondé) est plus favorable à la croissance en hauteur des rejets après la coupe. Cette croissance en hauteur est favorisée si la coupe est faite en P1 ou en P2 c'est à dire avant et pendant la saison des pluies du moins au cours des six premiers mois de la coupe. Avec le temps, la tendance est la même pour toutes les trois périodes.

Les hauteurs de coupes H3 et H2 favorisent la croissance en hauteur des rejets pendant toute la durée de l'essai. Pour ce paramètre, la classe de diamètre n'a aucun effet. La même tendance est observée tout le long de l'essai.

Tableau 1 : Variation temporelle suivant les facteurs du nombre moyen des rejets

Facteurs	Séries				
	Série 1		Série 2		S2.2
	S1.1	S1.2	S2.1.		
Milieux	1	17a	18a	35a	39a
	2	18a	20a	30a	37a
Période	1	12b**	14b**	29a	38a
	2	13b	15b	33a	35a
	3	28a	28a	36a	42a
Hauteur	1	11b**	14b**	27b *	28b **
	2	15b	17b	32c	33b
	3	26a	28a	40a	53a
Diamètre	1	14a	16b *	29a	28b *
	2	19a	19c	37a	40a
	3	19a	23a	32a	45a
Lsd (0,05)		5,9	6,1	10,6	11,7

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas significativement différentes;

* Significative au seuil de 5%;

** fortement significative au seuil de 5%.

Figure 2 : Evolution des paramètres avec le temps

Figure 2a: Evolution du nombre de rejets suivant les milieux

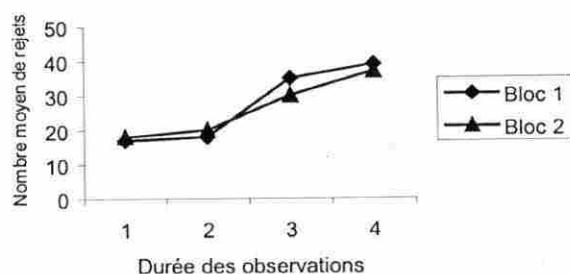


Figure 2 b: Evolution du nombre de rejets suivant les périodes de coupe

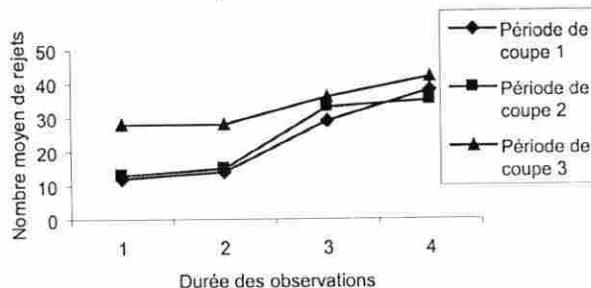


Figure 2 c: Evolution du nombre de rejets suivant les hauteurs de coupe

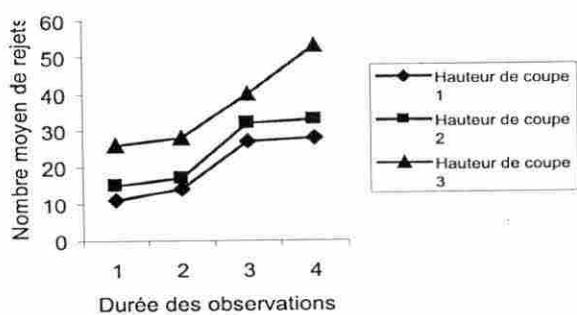
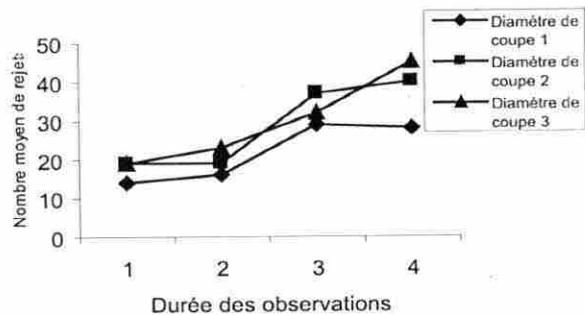


Figure 2 d: Evolution du nombre de rejets suivant les classes de diamètre



Les chiffres 1 : 3 mois ; 2 : 6 mois ; 3 : 12 mois et 4 : 18 mois.

Tableau II : Variation temporelle de la hauteur moyenne des rejets avec les facteurs

Facteurs	Séries				
	Série 1		Série 2		
	S1.1	S1.2	S2.1	S2.2	
Hauteur (cm) des rejets					
Milieux	1	128,45b**	127,96b**	273,91a	331,28a
	2	166,39a	172,57a	272,62a	292,04a
Période	1	186,57a**	190,50a**	296,61a	339,51a
	2	175,45a	187,38a	268,38a	307,83a
	3	80,24b	72,91b	254,81a	287,64a
Hauteur De coupe	1	33,44b	134,57a	225,44b**	258,71b**
	2	151,69a	157,09a	281,57a	310,60b
	3	157,14a	159,13a	312,79a	365,67a
Diamètre	1	155,88a	151,70a	274,30a	308,32a
	2	151,47a	160,68a	262,03a	302,87a
	3	134,92a	138,41a	283,47a	323,79a
Lsd (0,05)	25,68	33,24	52,38	52,28	

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas significativement différentes;

* Significative au seuil de 5%;

** fortement significative au seuil de 5%;

Tableau III Variation temporelle du diamètre moyen des rejets avec les autres facteurs

Facteurs	Séries				
	Série 1		Série 2		
	3	3	6	6	
Diamètre (mm) des rejets					
Milieux	1	11,12b**	15,15a *	27,68a	34,53a
	2	14,94a	12,73b	30,04a	31,66a
Période	1	17,17a**	17,90a**	33,04a	36,25a
	2	15,27a	17,30a	26,06a	31,81a
	3	6,66b	6,63b	27,46a	31,06
Hauteur	1	10,94b *	12,36	24,60b *	25,82b**
	2	14,05	14,57a	28,28c	33,04c
	3	14,11a	14,89a	33,71a	40,27a
Diamètre	1	13,56a	14,24a	27,86a	32,69a
	2	13,12a	14,71a	28,07a	31,64a
	3	12,42a	12,87a	30,6ä	34,79a
Lsd (0,05)	2,7	2,8	7,5	7,2	

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas significativement différentes;

* Significative au seuil de 5%;

** fortement significative seuil de 5%;

Diamètre moyen des rejets

La classe de diamètre n'a aucun effet sur le diamètre moyen des rejets tandis que des différences significatives existent pour les autres facteurs (tableau III).

Le milieu n'agit sur la croissance en diamètre des rejets que durant les 6 premiers mois. Après, on observe une même tendance quel que soit le milieu. C'est la même situation qui se présente avec la période de coupe. Cependant, la hauteur de coupe influence significativement la croissance en diamètre des rejets. Ce sont les hauteurs H3 et H2 qui semblent intéressantes si c'est la croissance en diamètre qui est recherchée.

Conclusion

Cette étude a permis de comprendre que la régénération de l'espèce *Acacia nilotica var.tomentosa* est fonction du régime de coupe. Pour la croissance en hauteur des rejets, seule la classe de diamètre est à exclure parmi tous les facteurs mis en jeux dans cette étude ; c'est la même situation si c'est la croissance en diamètre qui est considérée. Les résultats de cette étude, la première du genre dans les formations de bas-fonds au Niger, peuvent être d'un grand intérêt pour les développeurs pour l'élaboration et même l'exécution d'un programme d'aménagement. Néanmoins, il serait intéressant de conduire ce travail dans d'autres formations similaires avec des conditions écologiques plus ou moins différentes et avec d'autres espèces dominantes.

Références bibliographiques

Audru, J., Labonne, M., Guérin, H., Bilha, A (1993) : *Acacia nilotica* : son intérêt fourrager et son exploitation chez les éleveurs Afars de la vallée du Madgoul à Djibouti. Bois et Forêts des Tropiques, N°235. p59-70.

Conseil National de l'Environnement pour un Développement Durable (1998) : Stratégie Nationale et Plan d'action en matière de diversité biologique ; Commission technique sur la diversité biologique ; Secrétariat Exécutif. Ministère du Plan, Niger. 116p.

Direction Départementale de l'Environnement de Tahoua (1994) : Plan Régional de l'environnement de Tahoua: Partie A: la reconnaissance du problème. 52p+annexes.

Gerard, F., Willen, F., Gerard, M., Laouali, E.M., Pierre, M., Kiri, T (1997) : Le projet d'énergie de ménage du Niger: Promotion des marchés de bois de chauffage et de la gestion rurale de village des régions boisées normales. Exposé technique N°362. Washington, C.c 103p. de Banque Mondiale

Larwanou, M (1998) : Rapport technique d'activités ; Institut National de la Recherche Agronomique du Niger. 58p.

Moussa, M.D (2002) : Résultats des mesures sur les placettes témoins 1990, 1993 et 1996 du Projet Energie II. Projet Energie Domestique, Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, Niamey, Niger. 20p.

Pierre, M., Laouali, E.M (1993) : Aménagement de la Forêt Classée de Faira au Niger. Rapport technique ; Projet Energie Domestique, Phase I. 19p.

Projet Energie Domestique (1994) : Schéma Directeur d'approvisionnement de la ville de Niamey en bois Energie ; Document du projet; 79p.

Projet Utilisation des Sols et Forêts (1990) : Inventaire de la forêt de Guidan Ouhoumoudou, Département de Tahoua. 14p.

Robert, N et Moussa, M.D (2003) : Contribution à l'étude de la régénération de *Combretum nigricans* dans les zones de Bellaré et Kirtachi ; Rapport, Projet energie Domestique, Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, Niamey, Niger. 25p.

Winter, D.J., Fischer, M., Hellemans, Ph., Doulaye, I., Gambo, S., Bagoudou, M (1989) : Aménagement et protection des forêts naturelles dans la région de Niamey: Rapport de la deuxième phase; Direction Nationale de l'Environnement; République du Niger. 417p.

Influence des pratiques agricoles sur l'arbre des parcs agroforestiers soudano-sahéliens : le cas du terroir de la Néma (Sine-Saloum)

Samba NDAO¹, Anastasie MENDY², Fary DIOME¹, Honoré DACOSTA², Raymond MALOU¹, Léonard Elie AKPO¹

Résumé

Nous avons établi le lien entre les pratiques agricoles et la gestion de l'arbre dans les parcs soudano-sahéliens du bassin versant de la Néma situé en pays *serer niomica* du Saloum au Sénégal.

Une enquête socio-économique effectuée au niveau des chefs d'exploitation choisis au hasard dans des villages a permis de faire l'inventaire des pratiques agricoles. Ces villages ont été choisis au préalable de manière à inclure tous les types de parcs. Des relevés de la végétation d'un des champs de chaque exploitation référencée ont permis d'établir la composition floristique et les caractéristiques du peuplement ligneux.

Les parcs sont de type résiduel ; le nombre d'espèces, la densité et le couvert ligneux sont faibles. Ces caractéristiques du peuplement ligneux sont en accord avec l'origine du système (défrichement sélectif) et du rôle économique (récolte systématique des fruits). De plus, le peuplement ligneux des parcs est vieillissant car les pratiques agricoles sont caractérisées par une culture itinérante qui utilise la culture attelée et un élevage traditionnel de type extensif. Dans ce système, le peuplement ligneux des parcs fournit des fruits comestibles et du fourrage. Il participe à l'amélioration de la fertilité des sols. Les pratiques d'intégration des ligneux aux cultures se résument à la sauvegarde des pieds adultes des espèces locales désirées, à la préservation des rejets des *Combretaceae* et la plantation d'espèces exotiques surtout *Anacardium occidentale* L., *Eucalyptus camadulensis*, *Mangifera indica*, *Citrus* sp. Les espèces ligneuses qui montrent des effets dépressifs sur les cultures sont systématiquement supprimées.

Enfin, l'étude a montré une discordance entre les fréquences de citation des espèces désirées et leur densité dans le terroir. Cela se traduit par le fait que les espèces à forte densité sont les moins recherchées par les populations et s'explique essentiellement par une action externe sans accord avec la volonté populaire et par le mode de gestion du parc, essentiellement de cueillette.

Mots clés : Sénégal- Sine Saloum- terroir de la Néma- pratiques agricoles- culture arachidière- ressources ligneuses

Remerciements

Ce travail a bénéficié de l'appui de *Aire Développement* (AMIBAF-UCAD) et de l'AUF (JER 6016).

Université Cheikh Anta Diop, BP 5005 Dakar-Sénégal

1. Faculté des Sciences et techniques

2. Faculté des Lettres et Sciences Humaines

Abstract

This survey established the report between the agricultural practices and the ligneous resources management in the hydrological landscape of the the Néma situated in country serer of the Saloum in Senegal.

The agricultural practice inventory has been made by a socioeconomic investigation to the level of exploitation chiefs chosen at random in villages that have been determined to the previous of manner reasoned. The survey of features of the ligneous vegetation has been done with summaries in fields by reason of a field by exploitation investigated.

The agricultural practices in the landscape are characterized by the harnessed culture and a traditional raising of extensive type. In this system, the ligneous of parklands provides the edible fruits and fodder. It participates in the improvement of the soil fertility. Practices of integration of the ligneous to cultures especially consist to the preservation of *Combretaceae* dismissals and the exotic species plantation *Anacardium occidentale* L.. The ligneous that show depressive effects on cultures are suppressed systematically.

Parklands are residual type; the number of species, the density and the ligneous recovery are weak. These characteristics of the ligneous vegetation are in agreement with the origin of the system (selective reclamation) and of the economic role (systematic harvest of fruits). Besides, the woody population of parks is aging.

At the end, we show a discordance between the citation frequency of the desired species and they density in the landscape. That can be explained by an extern intervention without a with the people's wishes and by the gathering practice.

Key Words : Senegal, Sine Saloum, soil of the Néma, agricultural practices, groundnuts culture, woody resources

Introduction

L'agriculture traditionnelle soudano-sahélienne était basée sur la culture sur brûlis pendant trois ou quatre années consécutives suivies de plusieurs années de jachère qui permettait au sol de retrouver des caractéristiques chimiques et physiques favorables à une brève période de culture (PIERI, 1989). Ce système intégrait l'arbre aux cultures à travers des défrichements sélectifs et les jachères de longue durée permettant à la strate ligneuse de se reconstituer. La productivité par unité de surface était relativement faible, mais les arbres constituaient un important apport alimentaire et nutritionnel pour les hommes et pour les animaux, surtout en cas de crise. En effet, lorsqu'en raison d'une longue saison sèche ou d'autres contraintes, les cultures ne donnent pas les rendements escomptés, les arbres fournissent aux populations une grande partie de leurs besoins alimentaires et génèrent des revenus pour les ménages en même temps qu'ils assurent la protection des sols (ANNONYME, 1993).

Depuis quelques décennies, le système a connu des déséquilibres plus ou moins profonds liés à la dégradation climatique, la croissance démographique, l'économie monétaire (cultures de rente) et à l'introduction de la culture attelée ou même mécanisée. Ces déséquilibres se sont traduits par la dégradation de l'environnement dont la manifestation la plus visible est la raréfaction de l'arbre.

Un des problèmes à résoudre dans cette région est donc la réhabilitation des systèmes. La mise en œuvre de programmes adéquats d'exploitation et de conservation du milieu requiert une bonne connaissance des pratiques des populations qui sont en cours.

Cette étude se propose donc de déterminer l'influence des pratiques agricoles sur la dynamique des ressources naturelles, et particulièrement l'arbre. La végétation est en effet le reflet des conditions écologiques et socio-économiques du milieu.

Matériel et méthode

Le site d'étude

Avec une superficie de 50 km² (LIENOU, 1995), le terroir de la Néma est compris entre les latitudes 13°42 et 13°45 de latitude nord et entre 16°22 et 16°29 de longitude ouest (figure 1). Le bassin de la Néma appartient au vaste bassin sédimentaire sénégalo-mauritanien (MICHEL, 1969).

Le terroir de la Néma est drainé par une rivière du même nom, orientée est-ouest qui s'étire sur 11 km et se jette dans le Bandiala, un bras de mer des îles du Saloum (LIENOU, 1995).

Le bassin versant de la Néma présente une pente longitudinale est-ouest assez homogène et deux pentes transversales divergentes nord-sud et sud-nord qui confluent vers le lit du cours d'eau (LIENOU, 1995). Sur l'axe transversal, on distingue trois éléments : le plateau, le versant et le bas fond qui abrite la rivière.

A la topographie sont associés quatre types de sols : les sols sableux (« diors ») aux sommets ; les sols sablo-argileux (« decks ») et les sols colluvionnaires (« deck-diors ») intermédiaires entre les deux précédents sur les versants et les sols lourds situés dans les bas fonds (BOULIER & JOUVE, 1990). Ce dernier type de station atteint d'hydromorphie peu favorable aux cultures pluviales permet le maraîchage.

La saison des pluies dure environ 5 mois. Une baisse de la pluviosité est observée depuis le début des années 1970. En effet, entre 1970 et 2000 le terroir a reçu en moyenne 700 mm par an contre 980 mm par an entre 1940 et 1970 soit une baisse de 28% (figure 2).

Dans le terroir, les principaux modes d'occupation des terres sont représentés par une forêt galerie (relique de la végétation originelle), une zone des champs, les terres de parcours et les vergers (AKPO et al, 2003).

Dans la zone des champs, COLY et al (2001) ont identifié, défini et caractérisé trois types de parcs agroforestiers ; ce sont (figure 3) :

- le parc à *Cordyla pinnata* (Lepr.) Miln-Red. situé en amont du bassin ;
- le parc à *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. sur les plateaux ;
- le parc à *Pterocarpus erinaceus* Poir. et *Ficus sycomorus* (Miq.) Steud. sur les versants.

La population du bassin, estimée à 4 651 habitants soit une densité de 93 hbts / km², est répartie entre les principales ethnies serer (43%), wolof (42%), peuhl (7%) et mandingue (6%). L'agriculture pluviale est de loin l'activité dominante et occupe 90 % de la population (COLY et al., 2001).

Figure 1 : Carte de situation du terroir de la Néma

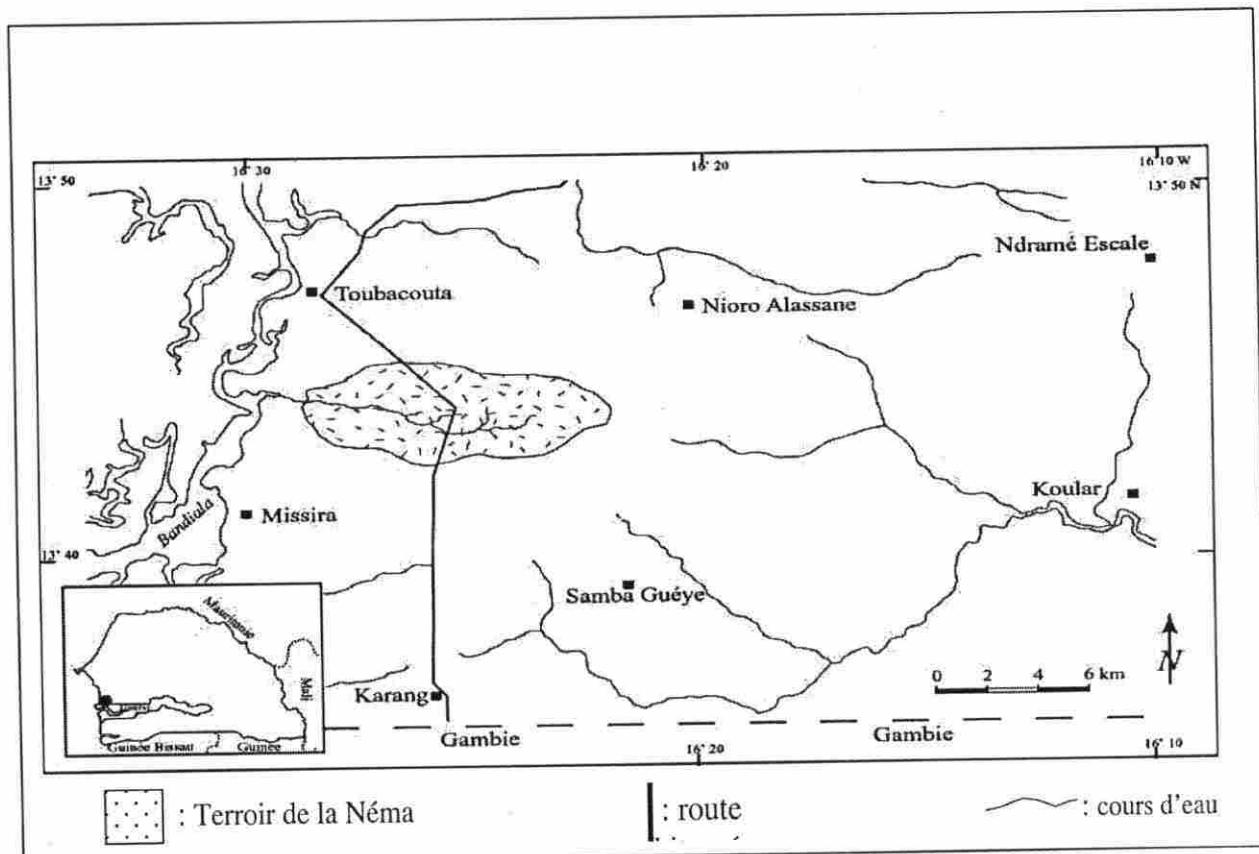


Figure 2 : Tendances pluviométriques de la station de Touba Kouta (1920 à 1999)

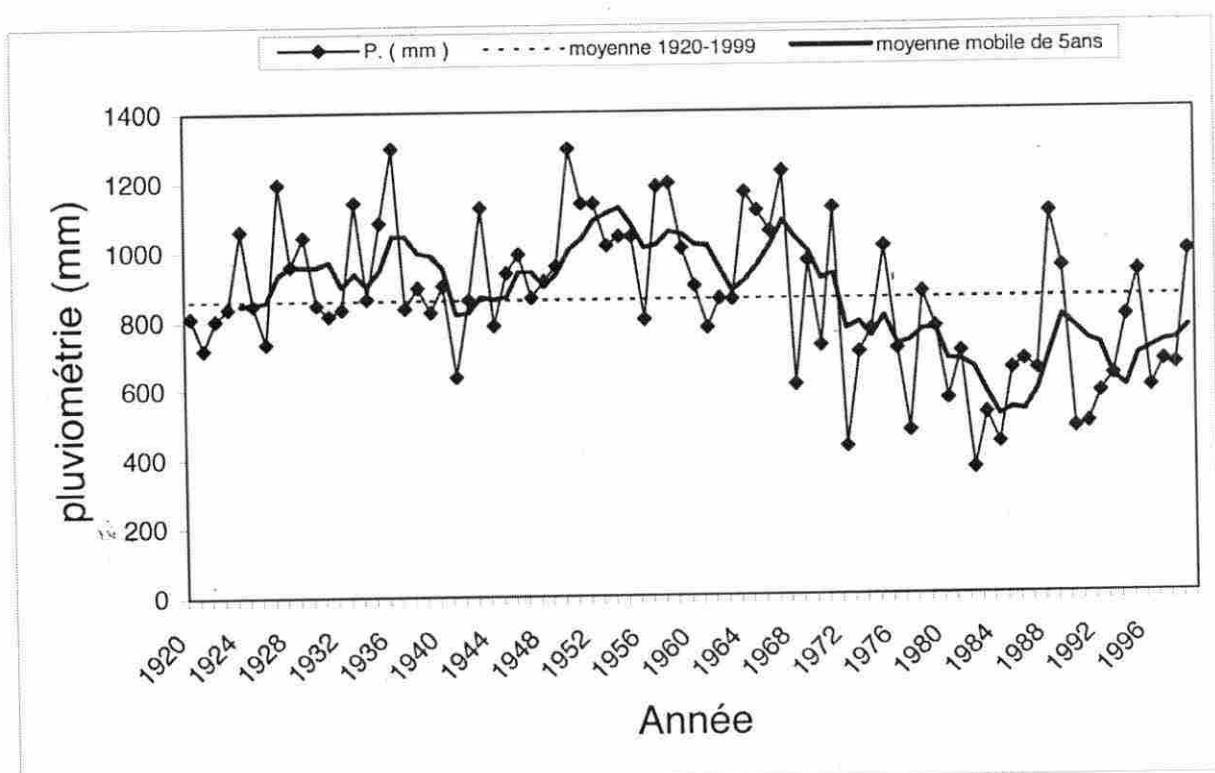
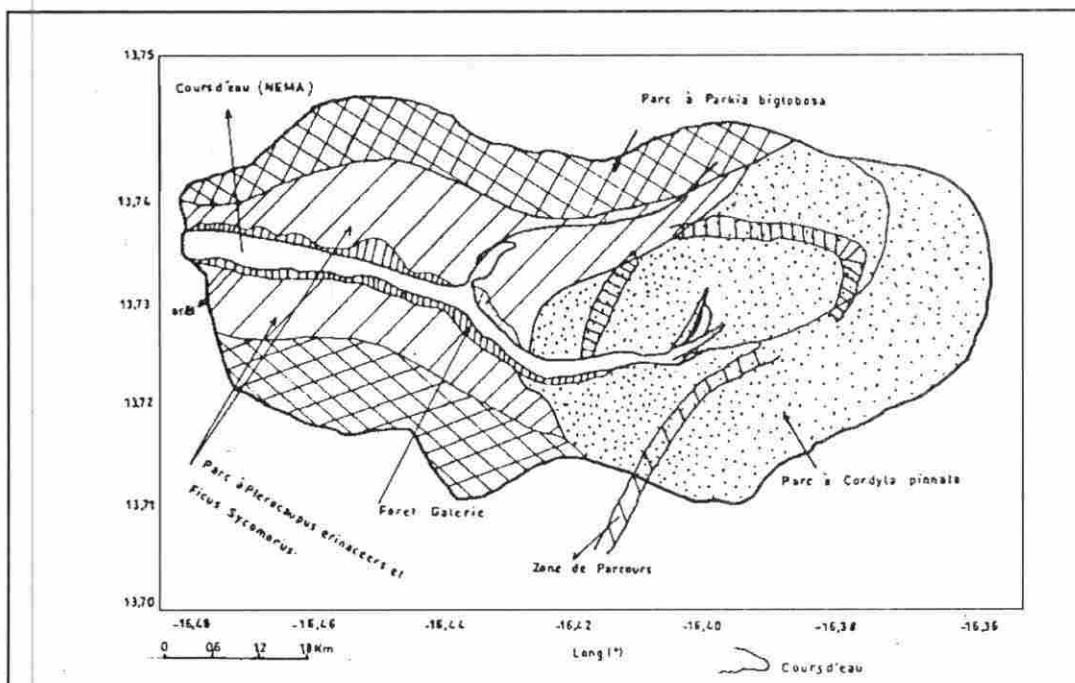


Figure 3 : Carte de répartition des parcs agroforestiers dans le terroir de la Néma



Collecte des données

Pour comprendre les relations entre les pratiques développées dans les processus de productions agricoles et la place de l'arbre dans les systèmes, deux types d'approche ont été utilisés :

- l'approche socio-économique par enquête au niveau des exploitations a été utilisée pour comprendre les pratiques et leur impact sur la gestion de l'arbre ;
- l'approche écologique, qui a utilisé les méthodes de relevé de végétation a permis de caractériser le peuplement ligneux des champs ;

L'échantillonnage a porté sur neuf villages répartis entre les trois types de parcs (tableau 1). Dans chaque village, le carré qui caractérise l'unité de production a été inventorié. C'est une structure relativement facile à repérer pendant les enquêtes. C'est un groupe social caractérisé par un habitat commun (même concession) et qui est constitué d'un homme marié (chef de Carré), de son(ses) épouse(s), de leurs enfants et d'éventuels dépendants mariés ou non. Le chef de Carré correspond au chef d'exploitation.

Au niveau de chaque exploitation enquêtée, la végétation ligneuse d'un champ a été inventoriée. Les paramètres mesurés, après l'identification de l'espèce sont :

- la circonference à 30 cm du sol et la hauteur de l'arbre pour établir la structure du peuplement ;
- les diamètres nord-sud et est-ouest de la couronne pour évaluer le recouvrement.

Les noms des espèces ont été établis sur la base de la flore du Sénégal (BERHAUT, 1967).

Toutes les marques d'exploitation (élagage, émondage) témoins des pratiques paysannes ont été également relevées.

Traitement des données

Pour chaque question, les exploitants ayant la même réponse ont été dénombrés ; c'est cette fraction de population qui est appelée fréquence.

Dans un second temps, la liste des espèces a été établie, puis l'on a été déterminé :

- la densité des ligneux (toutes espèces confondues) ;
- la structure du peuplement ligneux et la régénération

Pour décrire la diversité floristique, les notions d'importance des familles et le nombre moyen d'espèces recensées par relevé ont été utilisés.

Le test de rang de Sperman (SCHERRER, 1984) a servi pour comparer la densité et le nombre de citations par les populations de chacune des espèces.

Résultats

Dans les différents villages du bassin de la Néma, les chefs d'exploitation sont tous des hommes.

1. Les principales activités

Dans le terroir de la Néma, l'arachide et le mil sont les principales espèces cultivées sous pluie. Les champs s'étendent sur l'ensemble des superficies cultivables. Cette agriculture sous pluie se pratique sur la partie amont, les versants et le plateau. Le maraîchage, l'arboriculture et la riziculture sont des activités pratiquées essentiellement dans la vallée.

❖ L'agriculture pluviale

L'agriculture pluviale occupe plus de 90% de la population. Les principales cultures sont l'arachide, le mil et le maïs. Deux variétés de mil sont utilisées ; ce sont le mil « *souna* » et le mil « *passi* ». On rencontre aussi deux types d'arachide ; l'arachide de bouche et l'arachide d'huilerie. L'arachide est toujours en rotation avec le mil et très rarement avec le maïs, dans un cycle bisannuel arachide-mil-arachide. Il n'y a pas d'association ; les cultures sont strictement en pure.

Le défrichement n'existe pratiquement plus dans le bassin du fait de la saturation de l'espace.

La préparation des champs a lieu entre les mois de mai et juin. Elle consiste à couper au ras du sol les arbustes et certains jeunes plants avec la hache. Les brindilles sont ramassées pour servir de bois de chauffe. Les feuilles et le reste des résidus de récolte sont brûlés.

Le sol est de nature sableuse ; il n'y a pas de labour.

Les semis sont réalisés à l'aide de semoirs à traction animale. Le mil est mis en terre à la première importante pluie. Le semis est généralement réalisé sur des sols peu ou pas préparés. L'arachide est semée avec l'installation définitive de la saison des pluies sur des terrains proprement déblayés.

Le démariage du mil intervient après le premier sarclage. Il est réalisé lors du sarclage avec l'hilaire dans les champs de l'amont et la daba dans les champs de l'aval.

Pour un bon déroulement des cultures, les parcelles sont sarclées, à la houe sine ou à la houe occidentale, deux à trois fois pour le mil, quatre à cinq fois pour l'arachide qui ne supporte pas les adventices. A chaque sarclage en culture attelée succède un autre manuel à l'hilaire (dans le parc à *Cordyla pinnata*) ou à la daba (ailleurs) pour enlever les herbes sur les lignes de semis.

L'épandage d'engrais organique ou minéral devient une nécessité pour lutter contre la baisse de fertilité des terres qui sont cultivées en permanence. C'est le travail des hommes et le transport se fait à l'aide de charrettes. Dans le terroir, 98 % des exploitants utilisent la fumure organique dans les champs. Chaque exploitation dispose en effet au moins d'une paire de bœufs de trait nourris essentiellement avec les résidus des récoltes. Les déchets (féces, urines) de ces animaux fournissent du fumier de ferme utilisé préférentiellement dans les champs de mil. Le parage des animaux dans les champs, une pratique sporadique toutefois dans le terroir, contribue aussi à améliorer la fertilité des terres. Dans ce milieu, les paysans rapportent que ce fumier favorise plus le développement végétatif que la production de goussettes d'arachide.

La fumure minérale est utilisée par 82 % des exploitants pour les cultures de rente (arachide, maïs). L'engrais utilisé, généralement NPK (15 10 10), est obtenu par le biais des crédits de campagne consentis aux exploitants.

Les épis de mil sont récoltés manuellement. Une partie des chaumes est ramassée et utilisée pour des clôtures, des hangars. Le reste, laissé sur place, permet de lutter contre le vent (paillage) ; il sert parfois à la vaine pâture.

La récolte de l'arachide s'effectue avec des animaux attelés à une souleveuse. Les goussettes sont séparées et les fanes ramassées ; cela soumet le sol à l'érosion éolienne. Les fanes sont utilisées dans l'alimentation du bétail (de trait ou d'embouche) durant la saison sèche ou vendues.

❖ Le Maraîchage

Le maraîchage est l'activité agricole orientée vers la production de légumes. Les légumes sont soit utilisés dans l'alimentation des populations locales, soit commercialisés.

Dans la vallée, les espèces cultivées sont : le gombo (*Hibiscus esculentus*), l'aubergine (*Solanum melongena*), le piment (*Capsicum frutescens*), la tomate (*Lycopersicum esculentum*), le « diakhatou », le choux (*Brassica oleracea*), la pomme de terre (*Solanum tuberosum*), la carotte (*Daucus carota*), la laitue (*Lactuca sativa*), le concombre (*Cucumis sp*), le « bissap » (*Hibiscus sapdarifa*), l'oignon (*Allium cepa*) et la patate (*Ipomoea batatas*). C'est dans ce système que l'on rencontre aussi le manioc (*Manihot utilissima*).

Dans le terroir de la Néma, le maraîchage est une activité de contre saison. Le piment, le gombo et l'aubergine y sont cultivés aussi bien en saison sèche qu'en saison des pluies. En saison des pluies, le maraîchage se pratique sur de petites superficies et la production est surtout destinée à l'autoconsommation. Pendant cette période, les légumes sont très sensibles aux pluies et à l'abondance des insectes et autres ravageurs.

L'équipement est dérisoire. L'arrosage s'effectue à partir de puits traditionnels (70 % des exploitants) ou du cours d'eau (20 %), à l'aide de seaux et bassines (60 %) ou avec des arrosoirs fabriqués par les artisans locaux.

Le maraîchage est limité par la non maîtrise du régime hydrique du cours d'eau, l'ennuiement des surfaces cultivables, l'ensablement, l'avancée saline, la baisse de la fertilité des terres et les difficultés de commercialisation des produits.

❖ La Riziculture

La riziculture a été introduite dans le terroir en 1977 par une mission allemande, puis s'est développée en 1984 avec la présence de la mission chinoise. Cette activité impliquait toutes les franges de la population. Les populations rapportent que la production assurait l'autosuffisance alimentaire et un surplus destiné à la vente car les surfaces cultivées étaient importantes et les rendements assez élevés.

Après le départ des missions de coopération, la riziculture a pris du recul dans le terroir. Seuls quelques paysans se livrent à cette activité entre Dielmo et Néma Nding où la riziculture est praticable en toute saison. Au niveau des villages de Sabouya, Néma Ba et de Santamba, la riziculture est pratiquée en saison des pluies par des femmes, principalement celles âgées de 35 à 70 ans, ce qui constitue un handicap majeur à son intensification et les conséquences apparaissent sur la faiblesse des superficies mises en valeur (0,5 à 1 ha) pour des rendements de 370 kg à 2700 kg à l'hectare.

❖ L'arboriculture

L'arboriculture apparaît essentiellement sous forme de vergers localisés dans les galeries forestières à l'aval du bassin où ils occupent une superficie estimée à 392 ha (COLY *et al*, 2001). Dans ces vergers, on rencontre des manguiers (*Mangifera indica*), des anacardiers (*Anacardium occidentale*), des agrumes (*Citrus sp*), des bananiers (*Musa nana*) et des papayes (*Carica papaya*).

Les arboriculteurs sont sans exception des propriétaires fonciers (soit par héritage, soit par appropriation selon la loi sur le domaine national).

L'arboriculture permet d'améliorer de manière substantielle le revenu des exploitants. L'anacardier, par exemple, donne des fruits et des noix. Le kilogramme de noix de cajou est vendu à 400 F CFA au niveau de l'exploitation et à plus de 2 000 F lorsqu'elles sont grillées. Le fruit de cajou est utilisé dans la fabrication de jus qui peut être consommé frais ou fermenté.

Les investissements sont quasi-inexistants ; ils concernent essentiellement l'achat de fil de fer. A défaut, les paysans se contentent de haies mortes pour empêcher l'accès des animaux.

❖ L'élevage ou le système pastoral

Le cheptel est composé de bovins, d'équins, d'asins, de caprins et d'ovins. La taille moyenne du troupeau par exploitation est de 5,2 têtes de bovins, 1 équin ou asin, 5 petits ruminants. Les bovins sont utilisés pour les travaux champêtres, le cheval ou l'âne pour le transport.

Le mode de conduite des animaux dépend de leur rôle dans l'exploitation :

- un système extensif pour les bovins et petits ruminants qui sont considérés comme une épargne ;

- un système sédentaire pour les animaux de trait et de transport (bovins, équins, asins) et d'embouche (bovins et petits ruminants).

Les animaux de trait sont gardés en stabulation presque toute l'année. Ils sont nourris dans les espaces situés entre les champs en saison des pluies et avec la fane d'arachide en saison sèche. Les petits ruminants sont gardés pendant la saison des cultures dans les alentours des villages.

Dans le mode extensif, les animaux sont confiés à un gardien rémunéré en nature (lait) ou en numéraire pendant la saison pluvieuse afin d'éviter les incursions dans les champs. En saison sèche, le gardiennage des animaux n'est presque pas assuré ; beaucoup d'exploitants (63%) laissent les animaux en divagation. Ces animaux constituent parfois des handicaps pour le développement du maraîchage. Dans ce système, certains (27%) donnent des suppléments à base de résidus de récolte (paille, spathes, fanes de légumineuses) aux animaux.

Vers la fin de la saison sèche, les animaux se rassemblent dans le bas fond, seul endroit où l'eau est encore facile d'accès.

2. L'arbre et les systèmes de production

❖ Perceptions paysannes des rôles de l'arbre

Les arbres dans le bassin sont exploités pour l'alimentation humaine et celle du bétail, la production de bois de service, la pharmacopée, le bois de feu et les produits de cueillette. Ces fonctions sont diversement appréciées par les chefs d'exploitation enquêtés. Pour certains (39 %), l'arbre donne des produits de cueillette. Pour d'autres, l'arbre intervient dans le maintien de la fertilité et pour d'autres (14 %), l'arbre fournit des aliments pour l'homme ou du fourrage pour les animaux. Pour d'autres enfin, l'arbre donne de l'ombrage (9 %) et le bois (6 %).

Les fruits de certaines espèces intervenant dans l'alimentation humaine sont systématiquement ramassés par les femmes; il s'agit du "dimb" (*Cordyla pinnata*) et du "néré" (*Parkia biglobosa*). Les fruits du "dimb" ou « viande du Saloum » sont utilisés pour compléter les déficits en protéines animales des populations. La pulpe du néré est consommée fraîche ou transformée en farine et les graines sont transformées en « nététou » ou moutarde africaine, la transformation des graines de néré en nétoutou est l'activité principale des femmes âgées dans les villages.

Les fruits des espèces *Mangifera indica* et *Anacardium occidentale* sont utilisés tels quels ou transformés (jus de mangue et jus d'anacarde qui peut donner aussi une boisson alcoolisée).

L'essor de la pharmacopée ces dernières années et la politique de réhabilitation de la médecine traditionnelle ont suscité l'utilisation des écorces et des racines de certaines espèces localement ou exportées pour l'approvisionnement des centres urbains (Kaolack, Dakar).

Le fourrage aérien est faiblement utilisé dans le terroir. Le bois est fourni par la forêt galerie et la forêt classée de Fathala.

❖ La sélection des espèces

Les espèces n'ont pas la même valeur pour les populations ; des pratiques sont alors mises en œuvre pour en éliminer ou en maintenir dans les champs.

Les espèces éliminées sont généralement celles qui sont reconnues dépressives sur les rendements des cultures ; il s'agit essentiellement d'*Azadirachta indica* dont les rejets de souche sont enlevés dans 60 % des exploitations. Les grands arbres (*Khaya senegalensis*, *Ficus sycomorus* et *F. capensis*) bien que reconnus dépressifs, sont maintenus dans les champs car le code forestier interdit leur abattage.

Les actions de maintien dans les champs des espèces préférées commencent par la préservation des rejets et des jeunes pousses et la plantation. La sauvegarde des jeunes pousses intervient dans 26 % des exploitations. Elle concerne essentiellement *Acacia albida* Del.. Il n'y a plus de jeunes pousses de *Cordyla pinnata* (dimb), de *Parkia biglobosa* (néré) à cause du ramassage systématique des fruits, de même que de *Pterocarpus erinaceus* (vène) alors que les fruits ne font l'objet d'aucune utilisation particulière ; les graines de l'espèce devraient certainement présenter des problèmes de germination (courte durée de vie, diverses attaques parasitaires,etc.).

La préservation des rejets de Combrétacées (*Guiera senegalensis* et *Combretum micranthum*) a été observée dans 25% des exploitations visitées.

Dans le terroir, la plantation des arbres dans les champs est aussi pratiquée (68 %). Dans le parc à *Cordyla pinnata*, les populations ont surtout planté *Azadirachta indica* tandis que *Anacardium occidentale* est plus importante dans les parcs à *Parkia biglobosa* et à *Pterocarpus erinaceus* et *Ficus sycomorus*. L'espèce *Azadirachta indica* a été introduite dans le bassin pour la délimitation des champs.

Elle a pris de l'ampleur car des primes ont été accordées aux planteurs. L'espèce *Anacardium occidentale* est généralement plantée en lignes pour supporter des cultures en couloir pendant quelques années et en bordures des champs (limites) ou dispersée à l'intérieur.

3. Quelques paramètres du peuplement ligneux des parcs

❖ Diversité floristique

Le cortège floristique est constitué de 43 espèces réparties en 20 familles recensées dans les différents types de parcs : parc à *Cordyla pinnata* (26 espèces), parc à *Parkia biglobosa* (25) et parc à *Pterocarpus erinaceus* et *Ficus sycomorus* (31).

La liste des familles est donnée dans le tableau 2. Les Légumineuses (*Cesalpiniaceae*, *Fabaceae* et *Mimosaceae*) sont les plus abondantes, avec 15 espèces soit 34,9%. Les Mimosacées représentent 20,9% des espèces recensées, les Césalpiniacées 11,7% et les Fabacées 2,3%.

Les espèces recensées peuvent être réparties en deux lots selon leur fréquence de présence dans les parcs. Le premier lot représente les espèces com-

munes ou indifférentes ; ce sont les espèces qu'on rencontre dans au moins 2 parcs. Ces espèces sont les plus abondantes. Elles résultent soit d'un défrichement sélectif (*Cordyla pinnata*, *Parkia biglobosa*, *Ficus capensis*, *Ficus sycomorus*) soit d'une introduction active dans les champs (*Azadirachta indica*, *Anacardium occidentale*) soit d'une grande capacité de régénération (*Guiera senegalensis*, *Vitex dononia* et *Securidaca longipedonculata*) soit de l'action des animaux (*Aazadirachta indica*, *Acacia albida*). Le deuxième lot rassemble les espèces qu'on rencontre seulement dans un des types de parcs ; ce sont les espèces particulières.

L'espèce *Daniella oliveri* se rencontre dans la forêt galerie. Elle est actuellement présente dans les champs situés dans le parc à *Pterocarpus erinaceus* et *Ficus sycomorus* là où la forêt galerie a été largement entamée. L'espèce *Combretum micranthum* est l'espèce caractéristique de la zone de parcours, sa présence dans les relevés témoigne de la colonisation du parcours par les cultures.

La richesse spécifique moyenne ou le nombre d'espèces par relevé est généralement faible et varie de 2 (parc à *Cordyla pinnata*) ; 3 (parc à *Parkia biglobosa*) et 5 (parc à *Pterocarpus erinaceus* et *Ficus sycomorus*).

Tableau 1: Répartition de l'échantillon des parcs en fonction des villages

Type de parcs	Superficie (km ²)	Villages choisis	Population	Echantillon
Parc à <i>Cordyla pinnata</i> (Lepr.) Miln-Red	20,1	Keur Layen Fatim	1 113	33
		Keur Omar Ndombé	295	9
		Keur Layen Socé	138	4
(Jacq.) Benth	12,3	Jdoumbout	602	16
		Jantamba	336	9
		Jabouya	112	3
(Miq.) Steud. erinaceus Poir. et <i>Ficus sycomorus</i>	12,0	Néma Ba	951	16
		Dielmo	271	9
		Néma Nding	528	3

Figure 4 : Densité des arbres dans les champs [Cp : parc à *Cordyla pinnata* (Lepr.) Miln Red.; Pb : parc à *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.; Pe-Fs : parc à *Pterocarpus erinaceus* Poir. et *Ficus sycomorus* (Miq.) Steud.]

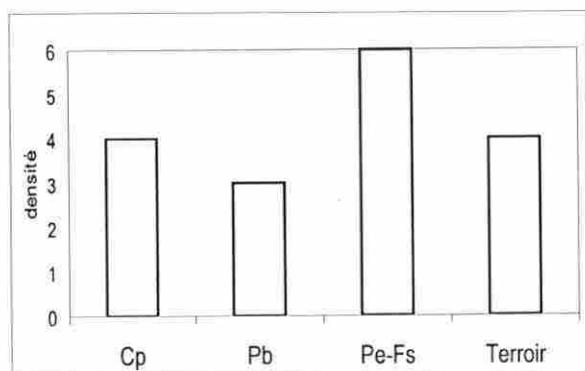


Figure 5 : Variation de la densité des sujets de moins de 5 cm dans les parcs et à l'échelle du terroir [Cp : parc à *Cordyla pinnata* (Lepr.) Miln-Red.; Pb : parc à *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.; Pe-Fs : parc à *Pterocarpus erinaceus* Poir. et *Ficus sycomorus* (Miq.) Steud.]

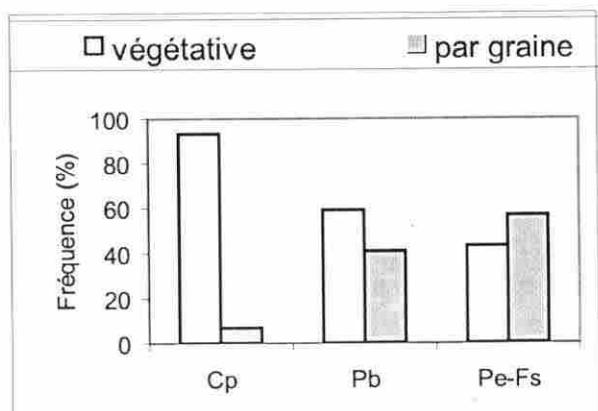
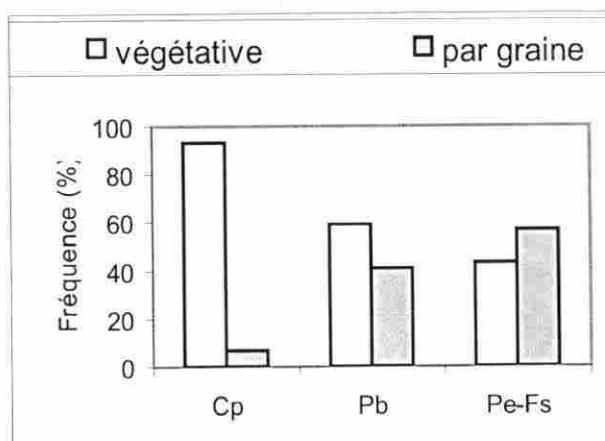


Figure 6 : Fréquence des régénéérations végétatives et par graine dans les trois parcs [Cp : parc à *Cordyla pinnata* (Lepr.) Miln-Red.; Pb : parc à *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.; Pe-Fs : parc à *Pterocarpus erinaceus* Poir. et *Ficus sycomorus* (Miq.) Steud.]



Le troisième facteur enfin pourrait être lié à la forte pression exercée sur les ressources. En effet, dans un système d'exploitation, les ressources les plus désirées subissent une plus forte pression humaine et animale entraînant ainsi une diminution par rapport aux ressources non utilisées. C'est cet écrémage qui expliquerait en partie l'absence de régénération des espèces locales désirées (ramassage systématique des fruits de *Cordyla pinnata* et de *Parkia biglobosa*). Il faut également rappeler la présence de scieries dans un passé récent dans la zone.

Discussion et conclusion

L'étude a apprécié l'impact des pratiques agricoles sur le peuplement ligneux dans les parcs agroforestiers de la Néma. Dans ce milieu, les activités sont organisées autour :

- des cultures sous pluie qui utilisent les animaux de trait et les cultures de l'arachide, du mil et/ou du maïs, exclusivement en pure ;
- de l'élevage de type extensif avec un cheptel constitué de bovins, ovins, caprins, asins et équins ; les bovins constituent l'essentiel des animaux de trait, les asins et/ou les équins utilisés pour le transport (des personnes et/ou des marchandises, la corvée d'eau) ;
- d'un maraîchage essentiellement de contre saison dans les vallées ;
- d'une arboriculture en pleine extension le long de la rivière.

Le terroir, originellement occupé par une forêt de grands arbres (*Khaya senegalensis*, *Ficus sp*, *Cordyla pinnata*, *Parkia biglobosa*, et *Pterocarpus erinaceus*) est depuis le début du siècle passé colonisé par des populations venues de Dar es Salam à la recherche de terres cultivables. L'on a assisté alors aux premiers défrichements qui se sont amplifiés avec l'arrivée de nouveaux migrants. L'introduction de la culture attelée et la démographie sans cesse croissante entraînèrent l'extension des champs sur toutes les surfaces cultivables. Il s'en est suivi très tôt une saturation de l'espace agraire. La jachère a alors disparu des pratiques dans le milieu et les terres sont continuellement mises en culture. Au cours de ces défrichements, les populations ont épar-

gné certaines espèces pour différentes raisons (*Parkia biglobosa* pour ces goussettes ; *Cordyla pinnata* pour son fruit (viande du Saloum), *Pterocarpus erinaceus* pour l'ombre). Ce sont ces espèces épargnées qui constituent actuellement le peuplement des trois types de parcs définis au niveau des champs.

Dans les champs, la densité des arbres est faible et même les grands arbres sont ébranchés en raison de la culture attelée. En effet, dans cette technique de l'attelage, les arbres peuvent constituer des obstacles au passage des machines et des animaux. La SODEVA (Société de Développement de la Vulgarisation Agricole) avait demandé aux populations encadrées de déssoucher tous les arbres (NIANG, 1990 in SALL, 1996). Seuls sont donc laissés quelques pieds d'espèces présentant un intérêt pour les paysans.

La structure du peuplement montre une prédominance des sujets de circonférence supérieure à 1m ; ceci témoigne d'une élimination importante des jeunes plants lors des travaux champêtres. La régénération naturelle dans les champs est essentiellement végétative. Pendant la préparation des champs, le paysan coupe la plupart des rejets qui se développent (KESSELER & BONI, 1991). A cela s'ajoute le ramassage systématique des fruits de certaines espèces. Ainsi il est rare de rencontrer des jeunes pousses dans les champs.

Dans le système d'élevage, il n'y a pas de garde-ienage des animaux en saison sèche. La divagation des animaux dans les champs constitue une contrainte à la régénération (PEYRE DE FABREQUES, 1990 ; LE HOUEROU, 1993 ; ROCHELEAU *et al*, 1994 ; GOUDET, 1985). Au cours de ce libre pâturage, les jeunes plants et rejets sont broutés ou piétinés.

Les espèces caractéristiques sont uniquement représentées par de gros arbres ; les parcs sont donc vieillissants. Après la mise en place des parcs, la gestion a été limitée presque toujours à l'exploitation des produits fournis et à la sauvegarde des pieds. Cette gestion passive contribue à leur dégradation (BONKOUNGOU, 1993 ; SENE, 1994). Malgré la prise en conscience de l'état des parcs, on ne note pas encore d'engouement pour les plantations d'espèces locales.

L'agriculture pluviale s'étend d'année en année vers les zones de parcours en amont et dans la forêt galerie en aval tandis que l'arboriculture occupe de plus en plus les surfaces destinées à l'agriculture (sous pluie) surtout au niveau des terres de l'aval. Il a été noté en effet d'une part une abondante population de *Combretum micranthum* dans les relevés de la partie amont et de *Daniellia oliveri* en aval. Beaucoup de jeunes plants d'*Anacardium occidentale* ont été rencontrés dans les champs au niveau des parcs de la partie en l'aval. Les parcelles de culture sont transformées en vergers. L'écartement adopté entre les plants ne permet pas non plus des cultures intercalaires.

Dans la culture de l'arachide, la préparation des champs nécessite un défrichement total (désouchemen et désherbage). L'arachide ne supportant pas la compétition (GAUTIER, 1993), il y a un accroissement du nombre de sarclages, qui s'effectue avec du matériel tiré par des animaux. La récolte aussi est mécanisée ; le passage de la souleveuse peut également éliminer les jeunes sujets dans les champs.

Ces différentes pratiques agricoles ont donc un effet sur la dynamique de la végétation ligneuse. La disparition de la jachère, la généralisation des animaux de trait pour toutes les opérations culturales, les sarclages de plus en plus répétés et le ramassage systématique des fruits de certaines espèces sont autant de facteurs qui n'agissent pas favorablement sur la végétation des parcs ; ils ne favorisent pas la régénération du peuplement ligneux. A cela s'ajoutent les plantations d'espèces exotiques à forte valeur marchande (*Anacardium occidentale* par

exemple). Ainsi, il apparaît une différence significative entre la liste des espèces préférées par les populations et celle de leur importance numérique dans les champs (obtenue à partir des relevés de végétation dans les champs)..

Par ailleurs, les espèces préférées ont été surexploitées voire en voie de disparition. La plupart de ces espèces autochtones préférées régénèrent difficilement, d'où la nécessité de les réintroduire activement dans les champs à travers des pépinières. Le développement des plantations d'*Anacardium* permet de comprendre l'importance de la volonté populaire dans la réussite des campagnes d'introduction de nouvelles technologies. *Anacardium occidentale* n'existe pas dans la zone jusqu'en 1980 ; elle est aujourd'hui l'espèce préférée dans tout le bassin versant de la Néma.

En moins de 20 ans, les plantations de l'espèce occupent près de 500 ha en peuplement pur.

D'autres facteurs ont également contribué à la dégradation des parcs. Outre le vieillissement du peuplement, on peut signaler les sécheresses successives qu'a connues la zone, l'avancée de la langue salée et de l'exploitation du bois d'énergie, de service mais aussi d'œuvre. GIFFARD (1974), rapporte que dans les années 1970, *Cordyla pinnata* (Lepr.) Miln-Red. était l'essence forestière la plus exploitée au Sénégal ; plus de 3 000 arbres étaient ainsi abattus chaque année surtout dans cette zone où étaient installées des scieries. En effet, la scierie située de côté de Fathala exploitait le bois jusque dans le terroir de la Néma.

Références bibliographiques

- AKPO L. E. COLY I. SARR D. NGOM D.** **NDAO S.** Modes d'occupation des terres et gestion des ressources forestières en zone soudanienne de l'Afrique de l'Ouest: l'exemple du bassin versant de la Néma. Communication du colloque « organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux », 25-27 février 2003, Montpellier ; 2003 : 8p *polygr.*
- ANNONYME.** Introduction. In Bonkoungou E. G., Ayuk E. T. et Zoungrana I. *Les parcs agroforestiers des zones semi-arides d'Afrique de l'Ouest : Actes du symposium international tenu à Ouagadougou (Burkina Faso). Nairobi : ICRAF, 1997 : 1-4.*
- BERHAUT J.** Flore du Sénégal. Edition Clairafrique Dakar, 2^e édition., 1967 : 485p
- BOULIER F. & JOUVE P.** Evolution des systèmes de production sahéliens et leur adaptation à la sécheresse. DSA/CIRAD, Montpellier ; 1990 : 144p
- BONKOUNGOU E. G.** Fonctions socio-culturelles et économiques d'*Acacia albida* en Afrique de l'Ouest. Communication de l'atelier du 22-26 avril 1993, Niamey sur le thème « *Faidherbia albida* dans les zones tropicales de l'Afrique de l'Ouest » ; 1993 : 5p *polygr.*
- COLY I., AKPO L. E., DACOSTA H., DIOME F. & MALOU R..** Caractérisation agro-écologique du terroir de la Néma au Saloum (Sénégal): les systèmes d'utilisation des terres et diversité du peuplement ligneux . *Journal des Sciences* vol 1, No 2 , 2001: 9-18
- PEYRE DE FABREQUES B.** Sécheresse et disparition des arbres fourrager au Sahel. *Revue Sécheresse*, No 2, 1990 : 105-108
- GAUTIER D.** L'arbre et le système agroforestier Bamiléké. *Revue Le Flamboyant*, N° 26, 1993 : 17-19.
- GIFFARD. P. L.** L'arbre dans le paysage sénégalais. Sylviculture en zone tropicale sèche ; CTFT ; 1974 : 341p.
- GOUDET J. P.** Equilibre du milieu naturel tropical sec, végétation ligneuse et désertification. *Revue Bois et Forêts des Tropiques*, 1^{er} trimestre 1985 : 3-15.
- KESSLER J. & BONI J.** L'agroforesterie au Burkina Faso. Bilan et analyse de la situation actuelle ; *Tropical Resource Management Papers* No. 1 ; 1991: 144p.
- LIENOU G.** Relations écoulements de surface-écoulements souterrains dans le bassin de la Néma (Sine-Saloum, Sénégal). Mémoire de DEA de Géologie. FST/UCAD (Sénégal), 1995: 91p.
- LE HOUEROU H. N.** Dégradation, régénération et mise en valeur des terres sèches de l'Afrique. In « l'homme peut-il refaire ce qu'il a défaill ? Restauration-réhabilitation des terres dégradées des zones arides et semi-arides ». Edit John-Libbey Eurotext, Montroye;1993.: Sous presse.
- MICEL P.** Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie : étude géomorphologique. Thèse de doctorat es Sc. Université de Strasbourg ; 1969 : 1 167p.
- ROCHELEAU D. ; WEBER F. & FIELD-JUMA A.** Agroforesterie en Afrique tropicale sèche. ICRAF, *Science et pratique de l'agroforesterie* 3 ; 1994: 328p.
- SALL P. N.** Les parcs agroforestiers du Sénégal : Etat des connaissances et Perspectives de recherche. Rapport de consultation No 100, SALWA/ICRAF ; 1996: 147p.
- SCHERRER B.** Biostatistique. 4^e Edition. Montreal:Gaetan Morin, 1984 : 485p.
- SENE E.** Agroforesterie: possibilités et limites en tant qu'option de développement rural. Communication du séminaire régional, FAO-CIRAD, janvier 1994, Dakar sur le thème « Promotion des systèmes agraires durables dans les pays d'Afrique soudano-sahélienne » ; 1994: 3p *polygr.*

Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition de l'échantillon des parcs en fonction des villages

Tableau 2 : Liste des espèces, des familles, des rangs r1 (par rapport à la fréquence) et r2 (par rapport à la densité) des espèces

Liste des figures

Figure 1 : Carte de situation du terroir de la Néma

Figure 2 : Tendances pluviométriques de la station de Touba Kouta (1920 à 1999)

Figure 3 : Carte de répartition des parcs agroforestiers dans le terroir de la Néma

Figure 4 : Densité des arbres dans les champs (Cp : parc à *Cordyla pinnata* (Lepr.) Miln-Red.; Pb : parc à *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.; Pe-Fs : parc à *Pterocarpus erinaceus* Poir. et *Ficus sycomorus* (Miq.) Steud.)

Figure 5 : Variation de la densité des sujets de moins de 5 cm dans les parcs et à l'échelle du terroir (Cp : parc à *Cordyla pinnata* (Lepr.) Miln-Red.; Pb : parc à *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.; Pe-Fs : parc à *Pterocarpus erinaceus* Poir. et *Ficus sycomorus* (Miq.) Steud.)

Figure 6 : Fréquence des régénération végétatives et par graine dans les trois parcs (Cp : parc à *Cordyla pinnata* (Lepr.) Miln-Red.; Pb : parc à *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.; Pe-Fs : parc à *Pterocarpus erinaceus* Poir. et *Ficus sycomorus* (Miq.) Steud.)

Caractéristiques structurales et état sanitaire du parc agroforestier du terroir de Vipalogo, dans le plateau central du Burkina Faso

Structural and health (physical) features of agroforestry parkland tree population in Central Plateau of Burkina Faso

Yaméogo G.¹, Nikiéma P.², Yélémou B³, Boussin I.J.⁴ Traoré D⁵



¹ Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles; 04 BP 8645 Ouagadougou 04, Burkina Faso
mail: kgeorges.yameogo@messrs.gov.bf.fr

² Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, Programme GRN/SP - CRREA de l'Ouest BP : 910 Bobo-Dioulasso, BF

³ Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, BP 10 Saria, Burkina Faso

⁴ IUFR Sciences de la Vie et de la Terre, Université de Ouagadougou 03 BP 7021

⁵ IUFR Biosciences de la Vie et de la Terre, Université de Cocody, 22 BP 582 Abidjan 22, RCI.

Résumé

La caractérisation des parcs est un préalable à toute action visant à optimiser le bénéfice de la coexistence des ligneux et des cultures annuelles dans les systèmes agroforestiers. C'est dans cette optique qu'un inventaire du couvert arboré des champs a été réalisé sur un échantillon 30 de exploitations du terroir de Vipalogo dans le Plateau Central du Burkina Faso. L'inventaire a concerné pour chaque arbre, l'identification de l'espèce, les mesures du diamètre et de la hauteur et la description de l'état sanitaire. Les résultats ont montré que le parc de Vipalogo renferme cinquante cinq (55) espèces ligneuses réparties dans vingt cinq (25) familles. Le parc des champs de brousse est de type « sélectionné », fortement dominé par le karité qui représentait plus de 57% des arbres. A l'opposé, le parc des champs de case dominé par *Azadirachta indica* (46%) et le parc des champs de bas-fond dominé par *Mangifera indica* (17%). sont de type « construit ». Le parc des champs de case présente une structure plus équilibrée tandis que le parc des champs de bas-fond est vieillissant. La forte représentativité des arbres de faible taille dans les champs de case est le reflet d'une volonté manifeste des exploitants agricoles de rajeunir ce parc par la plantation. Les attaques parasitaires du genre *Tapinanthus* sont plus sévères sur les arbres des champs de brousse que dans les deux autres types de champs. Cependant, l'ampleur des dommages causés par l'homme sur les arbres est moindre dans les champs de brousse. Les actions d'aménagement et de gestion des parcs devraient tenir compte de ces différents éléments afin d'assurer la durabilité des productions de la composante ligneuse et des cultures annuelles.

Mots clés : Parc agroforestier, classe de diamètre, classe de hauteur, état sanitaire, Burkina Faso.

Abstract

The characterization of agroforestry parkland is a prerequisite to any action aiming at optimizing the benefit from growing annual crops under tree cover. In this perspective, an inventory of woody vegetation was carried out on fields belonging to a sample of 30 households randomly selected within the village of Vipalgo, in the Central Plateau of Burkina Faso. For each sample tree, the inventory involved the species identification, the measurement of stem diameter at breast height and total height, the level of parasitic attack (mistletoe) as well as the degree of harms due to human activities. The results showed that the parkland of Vipalgo was made up with fifty five (55) species belonging to twenty five (25) families. "Selected" parkland was found in bush fields, strongly dominated by shea tree which represents over 57% parkland tree population. On the contrary, "constructed" parklands were found on fields close to settlements with a strong occurrence of *Azadirachta indica* (46%) and on lowland fields with *Mangifera indica* (17%). Parkland of fields close to settlements showed a more balanced structure while parkland of lowland appeared to be ageing. The great amount of small size trees within fields close to settlement suggested that farmers were willing to rejuvenate this type of parkland by means of plantation. Attacks caused by Mistletoes (parasite of *Tapinanthus* genre) were found to be more severe on parkland of bush fields than on parkland of fields close to settlements and on lowland fields. However, the types and degrees of harms caused by human to trees were less noticeable on bush fields. Actions toward parkland management should take into account all these elements in order to ensure the sustainability of both woody and non-woody component productivities.

Key Words: Agroforestry parkland, diameter class, height class, tree physical state, Burkina Faso

Introduction

Les questions sur le devenir des parcs agroforestiers de la zone ouest-africaine entrent dans la problématique internationale du développement durable (Rouxel *et al.* 2005). Pratique ancienne, l'association des arbres aux cultures est connue et pratiquée depuis longtemps par les populations locales. Le choix des espèces et de leur agencement dans les parcelles cultivées relèvent non seulement de l'intuition des producteurs (Buttod, 1995) mais aussi des avantages socio-économiques et écologiques qu'elles leur procurent. A titre d'exemples, Bergeret et Ribot (1990), Ouedraogo (1995) ont souligné le rôle des arbres dans l'alimentation des populations ; Depommier (1996), Tilander (1996), Yélémou (1993), celui dans l'amélioration de la fertilité des sols, les services tels que l'ombrage, l'amélioration du niveau d'humidité du sol, etc.

Plusieurs auteurs s'accordent à dire que les parcs sont de plus en plus caractérisés par une prédominance de vieux arbres et également un déficit de régénération (Ouedraogo, 1995 ; Cissé, 1995 ; Sall, 1996).

Pour aborder la question du devenir du parc agroforestier, il a été procédé à une étude de la richesse spécifique et de la structure en relation avec les pratiques paysannes de gestion, les pressions humaines et les attaques parasitaires dans le terroir de Vipalogo. Cette caractérisation est un prélude à toute action tendant à faire des propositions d'amélioration de la conservation des écosystèmes cultivés. En effet, selon Geny *et al.* (1992), tout plan d'aménagement nécessite un minimum de connaissance préalable sur la végétation et la flore, non seulement pour déterminer la diversité végétale, mais également parce que ce sont les meilleurs indicateurs pour comprendre le milieu, son fonctionnement, son évolution et son niveau d'anthropisation.

2. Matériels et méthodes

2.1. Localisation et caractérisation du site

Localité à 40 km au sud-ouest de la ville de Ouagadougou (capitale du pays et chef-lieu de la province du Kadiogo), Vipalogo se situe entre 12°04'20" et 12°09'30" de latitude nord et 1°42'50" et 1°49'00" de longitude ouest (figure 1).

Le terroir de Vipalogo fait partie du grand ensemble généralement appelé « Plateau Central » dont les caractéristiques majeures sont une forte concentration humaine de 76 habitants au km², contre une

moyenne nationale de 38 habitants au km² (INSD, 2000), une intense occupation, une dégradation des terres et des conflits assez fréquents non seulement entre agriculteurs mais aussi et surtout entre agriculteurs et éleveurs (INERA, 1994).

Vipalogo appartient au domaine phytogéographique nord-soudanien caractérisé par des savanes arborescentes et arbustives à *Vitellaria paradoxa* Gaertn.f., *Lannea microcarpa* Engl. & K. Krause, *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth., *Faidherbia albida* Del, *Tamarindus indica* L., *Combretum micranthum* G. Don, *Combretum glutinosum* Perr. ex DC., *Guiera senegalensis* J.F.Gmel., *Acacia seyal* Del. (Guinko, 1984). Le paysage est fortement marqué par l'empreinte humaine, illustrée par la présence de savanes parcs et de jachères à karité (*Vitellaria paradoxa*) et à néré (*Parkia biglobosa*).

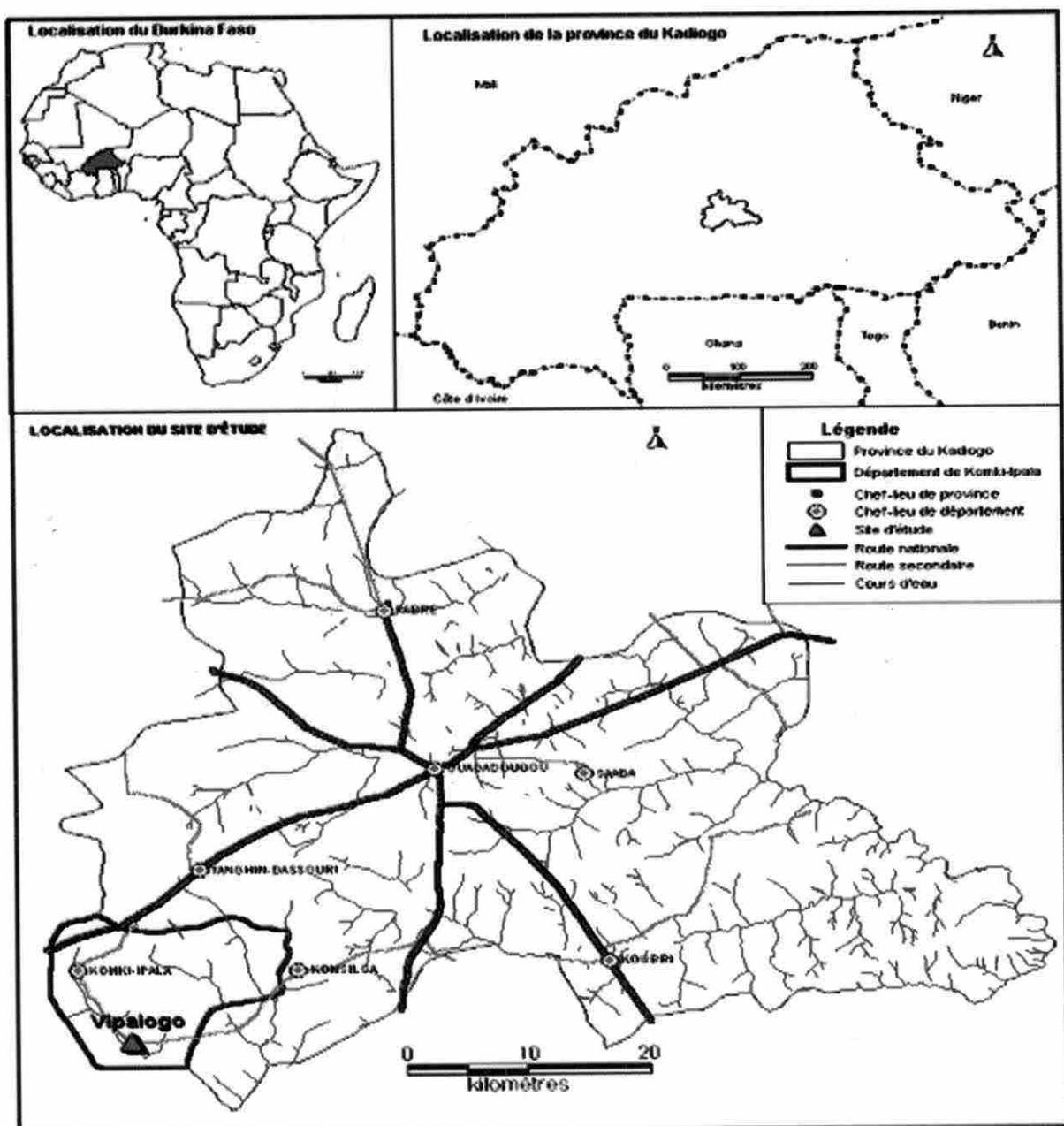
Le climat est caractérisé par une saison sèche de sept mois (de novembre à mai) alternant avec une saison pluvieuse de cinq mois (de juin à octobre). La pluviosité annuelle est très variable et oscille entre 600 mm et 1000 mm, avec une moyenne de 761mm sur les trente dernières années. Les températures moyennes mensuelles connaissent également une variation allant de 24°C à 33°C (Somé, 1989).

Méthodologie

L'unité d'observation retenue au cours de cette étude est l'exploitation agricole. Au regard de l'organisation administrative du village de Vipalogo et de l'hétérogénéité des exploitations agricoles, un échantillonnage à deux degrés s'est avéré la technique la mieux adaptée. Le premier niveau est constitué des quartiers du village (au nombre de 5) et le second des exploitations agricoles (au nombre de 409). Toutes les unités du premier degré ont été retenues.

Au sein de chaque quartier, six (6) exploitations agricoles ont été tirées de façon aléatoire. La taille de l'échantillon est donc de trente (30) exploitations agricoles. Au niveau de chaque exploitation de l'échantillon retenu, les types de champ ainsi que leur localisation ont été déterminés. A la suite de cette identification des champs, il a été procédé à la délimitation des champs de chaque exploitation à l'aide d'un GPS différentiel afin d'en estimer la superficie. Ainsi, les espèces ligneuses ayant un diamètre à hauteur de poitrine supérieur ou égal à 3cm (Ganaba...) de l'ensemble des champs appartenant aux trente exploitations agricoles ont fait l'objet d'un inventaire forestier systématique. Les paramètres suivants ont été pris en compte :

Figure 1 : Localisation du site de Vipalogo, Burkina Faso



- le nom de l'espèce ,
- le diamètre à hauteur de poitrine,
- la hauteur totale,
- l'état sanitaire.

Pour ce qui est de l'état sanitaire des arbres du parc agroforestier de Vipalogo, deux aspects ont été considérés : l'état sanitaire lié aux attaques parasites et celui lié aux activités humaines. Trois classes ont été retenues pour les attaques liées aux parasites. Il s'agit de (i) indemne, (ii) attaques localisées lorsque les parasites sont observés sur quelques branches et (iii) généralisées quand presque toutes les branches sont atteintes. Les attaques liées aux plantes parasites dont les effets néfastes sur les ligneux au Burkina Faso ont été notés par Boussim 2004 ont été privilégiées. Cinq classes ont été définies en ce qui concerne les attaques liées aux activités humaines. Il s'agit (i) des espèces indemnes, (ii) des espèces présentant quelques attaques visibles telles que les écorcages légers, (iii) des espèces fortement émondées ou fortement écorcées, (iv) des espèces brûlées, et enfin (v) de celles entièrement coupées et dont les souches sont toujours vivantes.

Analyse des données

Pour l'analyse des données, des classes de diamètre et de hauteur ont été constituées. Cinq classes ont été définies pour le diamètre à hauteur de poitrine :

- Classe 1 = 3cm = d <10cm
- Classe 2 = 10cm = d <20cm
- Classe 3 = 20cm = d<30cm
- Classe 4 = 30cm=d<40cm
- Classe 5 = =40 cm

Trois classes ont été définies pour la hauteur totale comme suit :

- Classe 1 = h = 5m
- Classe 2 = 5m < h =7m
- Classe 3 = h >7m

Les données collectées ont été saisies et traitées par les logiciels EXCEL et SPSS essentiellement.

Résultats

Principales espèces arborées des parcs en fonction des types de champ

La flore ligneuse inventoriée dans les champs de Vipalogo compte 55 espèces ligneuses (locales et exotiques) représentant 25 familles dont les plus représentées sont : *Mimosaceae* (9 espèces), *Cesalpiniaceae* (7 espèces), *Anacardiaceae* (6 espèces), *Combretaceae* (4 espèces), *Moraceae* (3 espèces) et *Meliaceae* (3 espèces).

Bien que le nombre d'espèces identifiées soit élevé, la figure 2 laisse voir l'importance numérique de certaines d'entre elles telles *Vitellaria paradoxa*, *Azadirachta indica*, *Parkia biglobosa*, *Lannea microcarpa*, *Mangifera indica*.... D'autres espèces par contre ont des représentativités très faibles. On peut citer *Khaya senegalensis*, *Anogeissus leiocarpus*, *Combretum glutinosum*, *Lannea velutina*, *Securidaca longepedunculata*....

Pour connaître la représentativité des différentes espèces , leur abondance relative a été déterminée.

Le tableau 1 donne l'abondance relative et la densité des 15 principales espèces des trois types de champs.

Figure 2 : Effectifs des arbres inventoriés par espèce et par type de champ à Vipalogo

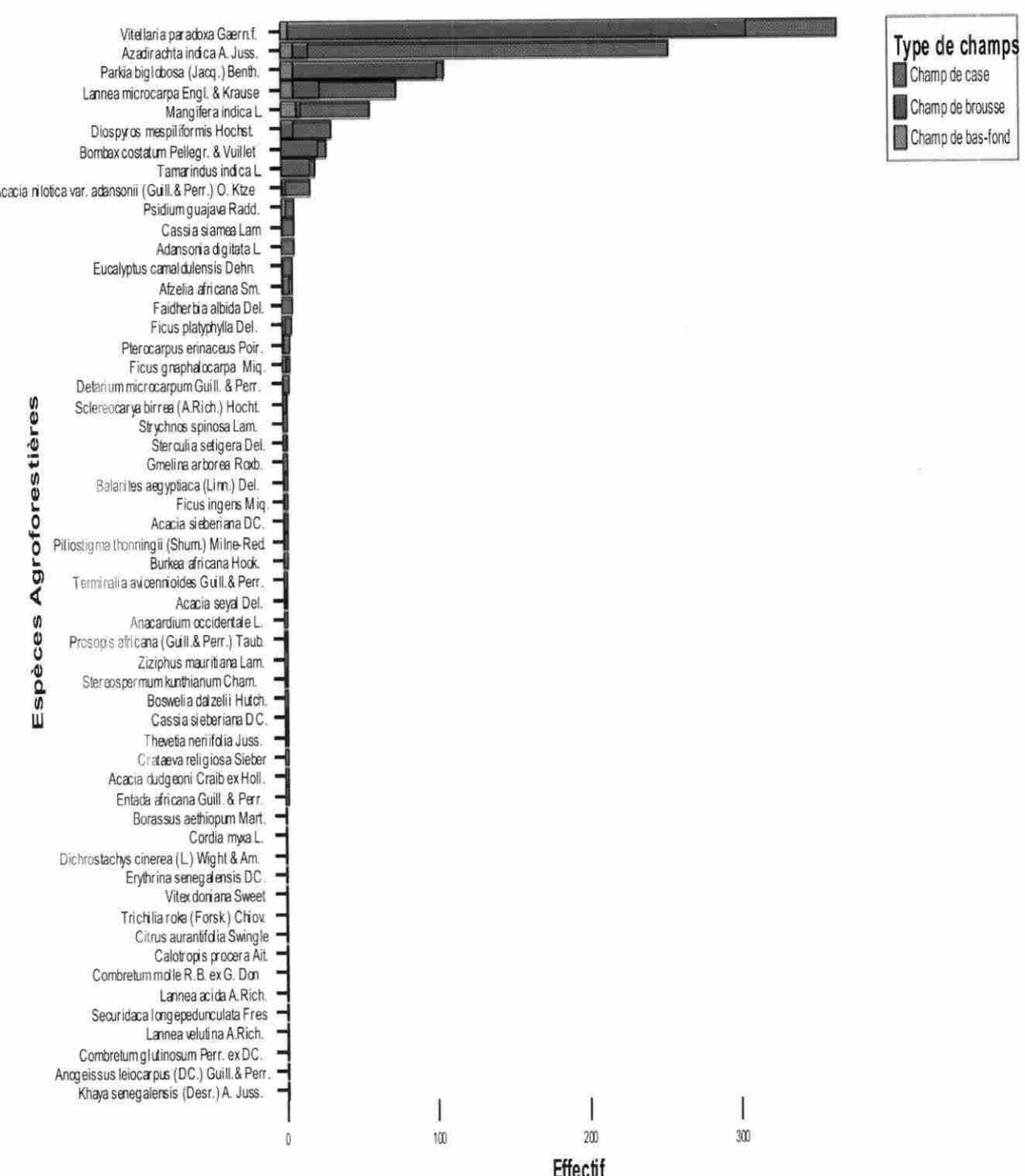


Tableau 1 : Abondance relative et densité par hectare des 15 principales espèces de Vipalogo, Plateau central du Burkina Faso

Champs de case			Champs de brousse			Champs de bas-fonds		
Espèces	%	Nbha ⁻¹	Espèces	%	Nbha ⁻¹	Espèces	%	Nbha ⁻¹
<i>Azadirachta indica</i>	46,1	5,1	<i>Vitellaria paradoxa</i>	57,3	6,61	<i>Mangifera indica</i>	17,2	2,9
<i>Vitellaria paradoxa</i>	11,6	1,3	<i>Parkia biglobosa</i>	18,0	2,1	<i>Lannea microcarpa</i>	13,8	2,3
<i>Lannea microcarpa</i>	9,7	1,1	<i>Bombax costatum</i>	4,6	0,5	<i>Parkia biglobosa</i>	13,8	2,3
<i>Mangifera indica</i>	8,9	1,0	<i>Tamarindus indica</i>	3,6	0,4	<i>Azadirachta indica</i>	13,8	2,3
<i>Diospyros mespiliformis</i>	4,8	0,5	<i>Lannea microcarpa</i>	3,4	0,4	<i>Vitellaria paradoxa</i>	8,6	1,4
<i>Acacia nilotica</i>	3,1	0,4	<i>Azadirachta indica</i>	1,9	0,2	<i>Psidium guajava</i>	5,2	0,9
<i>Adansonia digitata</i>	1,6	0,2	<i>Diospyros mespiliformis</i>	1,5	0,2	<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	3,5	0,6
<i>Cassia siamea</i>	1,4	0,2	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	0,8	0,1	<i>Crateva religiosa</i>	3,5	0,6
<i>Faidherbia albida</i>	1,4	0,2	<i>Afzelia africana</i>	0,8	0,1	<i>Acacia nilotica</i>	1,7	0,3
<i>Bombax costatum</i>	1,2	0,1	<i>Detarium microcarpum</i>	0,8	0,1	<i>Cassia sieberiana</i>	1,7	0,3
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	1,2	0,1	<i>Mangifera indica</i>	0,6	0,1	<i>Acacia sieberiana</i>	1,7	0,3
<i>Parkia biglobosa</i>	1,0	0,1	<i>Strychnos spinosa</i>	0,6	0,1	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	1,7	0,3
<i>Psidium guajava</i>	1,0	0,1	<i>Burkea africana</i>	0,6	0,1	<i>Cassia siamea</i>	1,7	0,3
<i>Ficus platyphylla</i>	1,0	0,1	<i>Acacia nilotica</i>	0,4	0,04	<i>Afzelia africana</i>	1,7	0,3
<i>Tamarindus indica</i>	1,0	0,1	<i>Terminalia avicennioides</i>	0,4	0,04	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	1,7	0,3

En prenant les 15 principales espèces, on s'aperçoit qu'il y a des espèces communes à tous les types de champ (tableau 1). L'abondance relative de *Azadirachta indica* est plus élevée dans les champs de case, celle de *Vitellaria paradoxa* dans les champs de brousse et celle de *Mangifera indica* dans les champs de bas-fond.

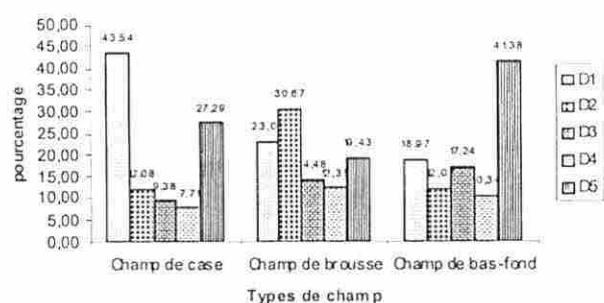
La densité du parc par type de champ est de 18,95 pieds/ha pour les champs de bas-fond, 14,36 pieds/ha pour les champs de brousse et 12,14 pour les champs de case.

Structure du parc

Le diamètre

L'analyse structurale du diamètre a révélé une prédominance des individus de la classe 1 (les plus jeunes individus) et de la classe 5 (les plus vieux arbres) dans les champs de case. Pour les champs de brousse, ce sont les classes 2 et 5 qui dominent tandis que dans les champs de bas-fonds ce sont les classes 1, 3 et 5 qui sont les plus représentées (figure 3).

Figure 3 : Répartition des espèces agroforestières par classe de diamètre et en fonction des différents types de champ



La répartition en fonction des classes de diamètres pour les 15 principales espèces agroforestières (tableau 2) a montré qu'il y a des différences en fonction des espèces. Cinq espèces ont été dénombrées dans toutes les classes de diamètre dans les champs de brousse. Il s'agit de *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Bombax costatum*, *Tamarindus indica* et *Lannea microcarpa*. Dans les champs de case, quatre espèces dites spécifiques ont été rencontrées. Ce sont *Azadirachta indica*, *Mangifera indica*, *Diospyros mespiliformis* et *Acacia nilotica*. Quant aux espèces ayant une forte représentation dans la classe de diamètre 1 dans les champs de case et de bas-fond, on a noté que ce sont essentiellement des exotiques à l'exception de *Faidherbia albida* également très importante dans les champs de case. Toutefois, dans les champs de brousse, les espèces de cette classe sont surtout représentées par *Terminalia avicennioides*, *Strychnos spinosa*, *Detarium microcarpum* et *Diospyros mespiliformis*. A l'opposé, les résultats ont montré que, quel que soit le type de champ, *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Tamarindus indica*, *Afzelia africana* et *Mangifera indica* sont les plus représentées dans la classe 5 (tableau 2).

La hauteur

En ce qui concerne les classes de hauteur, la répartition de l'ensemble des arbres du parc montre de légères différences selon le type de champ. Ainsi, dans les champs de case et de brousse, on note une prédominance des classes de diamètre 1 et 3 alors que dans les champs de bas-fond, les classes 2 et 3 sont les plus représentées (figure 4).

Dans les champs de case (tableau 3), les 10 espèces suivantes *Azadirachta indica*, *Vitellaria paradoxa*, *Mangifera indica*, *Diospyros mespiliformis*, *Acacia nilotica*, *Adansonia digitata*, *Cassia siamea* et *Eucalyptus camaldulensis*, *Lannea microcarpa* et *Psidium guajava* se retrouvent dans toutes les classes de hauteur. Dans les champs de brousse, ce sont sept espèces qui sont représentées dans toutes les classes de hauteur *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Bombax costatum*, *Tamarindus indica*, *Lannea microcarpa*, *Azadirachta indica* et *Mangifera indica*. Par contre, dans les champs de bas-fond, aucune espèce n'est représentée à la fois dans toutes les classes de hauteur.

Figure 4 : Répartition des espèces agroforestières par classe de hauteur et par type de champ

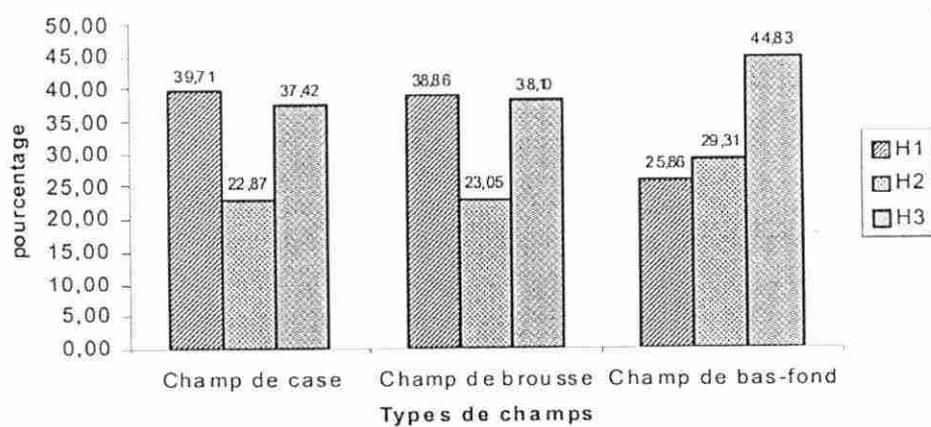


Tableau 2 : Abondance relative des 15 principales espèces agroforestières par classe de diamètre et en fonction des types de champ

Espèce	Champs de Case					Champs de Brousse					Champs de Bas fond					
	D1	D2	D3	D4	D5	Espèce	D1	D2	D3	D4	D5	Espèce	D1	D2	D3	D4
<i>Lannea microcarpa</i>	2,0	20,0	12,0	66,0	<i>Lannea microcarpa</i>	5,6	33,3	22,2	22,2	16,7	<i>Lannea microcarpa</i>	12,5	25,0	62,5		
<i>Parkia biglobosa</i>			20,0	80,0	<i>Parkia biglobosa</i>	30,5	14,7	9,5	11,6	33,7	<i>Parkia biglobosa</i>	12,5	87,5			
<i>Acacia nilotica</i>	25,0	25,0	18,8	18,8	<i>Acacia nilotica</i>				100,0		<i>Acacia nilotica</i>	100,0				
<i>Mangifera indica</i>	15,2	10,9	13,0	13,0	<i>Mangifera indica</i>	33,3		33,3		33,3	<i>Mangifera indica</i>	20,0			80,0	
<i>Vitellaria paradoxa</i>	60,0	20,0	20,0		<i>Vitellaria paradoxa</i>	17,5	37,4	15,6	12,6	16,9	<i>Psidium guajava</i>	66,7	33,3			
<i>Diospyros mespiliformis</i>					<i>Diospyros mespiliformis</i>	62,5	37,5				<i>Vitellaria paradoxa</i>	20,0	60,0	20,0		
<i>Azadirachta indica</i>	82,8	6,9	3,9	2,5	<i>Azadirachta indica</i>	62,5	12,5	12,5		12,5	<i>Azadirachta indica</i>	62,5	12,5	25,0		
<i>Tamarindus indica</i>					<i>Tamarindus indica</i>	10,5	31,6	21,1	10,5	26,3	<i>Cassia sieberiana</i>	100,0				
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	33,3				<i>Pterocarpus erinaceus</i>			50,0	50,0		<i>Acacia sieberiana</i>	100,0				
<i>Bombax costatum</i>	16,7	16,7			<i>Bombax costatum</i>	33,3	25,0	16,7	8,3	16,7	<i>erinaceus</i>	100,0				
<i>Cassia siamea</i>	14,3	42,9	28,6	14,3	<i>Cassia siamea</i>			50,0	50,0		<i>Cassia siamea</i>	100,0				
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	66,7	33,3			<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	100,0					<i>Afzelia africana</i>			100,0		
<i>Adansonia digitata</i>		37,5	25,0	25,0	<i>Adansonia digitata</i>	100,0					<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	100,0				
<i>Ficus platyphylla</i>					<i>Ficus platyphylla</i>	100,0	<i>Burkea africana</i>	33,3	66,7		<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	50,0	50,0			
<i>Faidherbia albida</i>	85,7				<i>Faidherbia albida</i>	14,3	<i>Detarium microcarpum</i>	50,0	50,0		<i>Crateva religiosa</i>	100,0				

Tableau 3 : Abondances relatives des 15 principales espèces agroforestières par classe de hauteur et en fonction des types de champ à Vipalogo

Espèces	Champs de case			Champs de brousse			Champs de bas-fond				
	H1	H2	H3	Espèces	H1	H2	H3	Espèces	H1	H2	H3
<i>Azadirachta indica</i>	61,3	24	14,7	<i>Vitellaria paradoxa</i>	38,1	23,8	38,1	<i>Mangifera indica</i>	33	67	
<i>Vitellaria paradoxa</i>	6,7	20	73,3	<i>Parkia biglobosa</i>	35,8	9,5	54,7	<i>microcarpa Parkia</i>	62,5	37,5	
<i>Lannea microcarpa</i>	6	20	74	<i>Bombax costatum</i>	58,3	20,8	20,9	<i>biglobosa Azadirachta</i>		100	
<i>Mangifera indica</i>	17,4	19,6	63	<i>Tamarindus indica</i>	26,3	42,1	31,6	<i>indica Vitellaria</i>	87,5	12,5	
<i>Diospyros mespiliformis</i>	66,7	25	8,3	<i>microcarpa Azadirachta</i>	27,8	44,4	27,8	<i>paradoxa Psidium</i>	40	60	
<i>Acacia nilotica</i>	56,3	37,4	6,3	<i>indica Diospyros</i>	12,5	62,5	25	<i>guajava Ficus</i>	33	67	
<i>Adansonia digitata</i>	62,5	12,5	25	<i>mespiliformis Pterocarpus</i>	87,5	12,5		<i>gnaphalocarpa Crateva</i>	50	50	
<i>Cassia siamea</i>	14,3	42,9	42,8	<i>erinaceus Afzelia</i>			100	<i>religiosa</i>	100		
<i>Acacia albida</i>	71,4		28,6	<i>africana Detarium</i>			25	<i>Acacia nilotica Cassia</i>	100		
<i>Bombax costatum</i>	33,3		66,7	<i>microcarpum Mangifera</i>	75	25		<i>sieberiana Acacia</i>	100		
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	16,7	16,7	66,6	<i>indica Strychnos</i>	33,3	33,3	33,4	<i>sieberiana Pterocarpus</i>	100		
<i>Parkia biglobosa</i>		20	80	<i>spinosa Burkea</i>	100			<i>erinaceus</i>	100		
<i>Psidium guajava</i>	60	20	20	<i>africana Acacia</i>			100	<i>Cassia siamea Afzelia</i>		100	
<i>Ficus platyphylla</i>			100	<i>nilotica Terminalia</i>			100	<i>africana Eucalyptus</i>		100	
<i>Tamarindus indica</i>	33,3		66,7	<i>avicennioides</i>	100			<i>camaldulensis</i>	100		

Etat sanitaire des espèces du parc

En ce qui concerne le traumatisme lié aux parasites, une analyse de toutes les espèces du parc montre que les attaques parasitaires sont plus élevées dans les champs de brousse que dans les autres types de champ (figure 5). Les espèces saines se rencontrent plus dans les champs de bas-fond.

L'espèce *Vitellaria paradoxa* est apparue comme la plus parasitée alors qu'une espèce comme *Bombax costatum* ne présente aucune attaque parasitaire (tableau 4)

Figure 5 : Etat sanitaire du parc lié aux attaques parasitaires

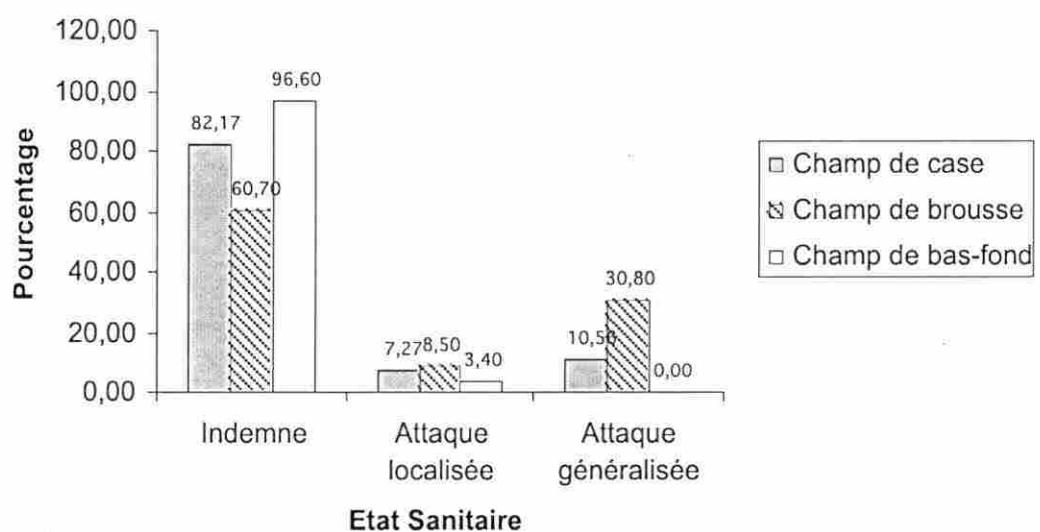
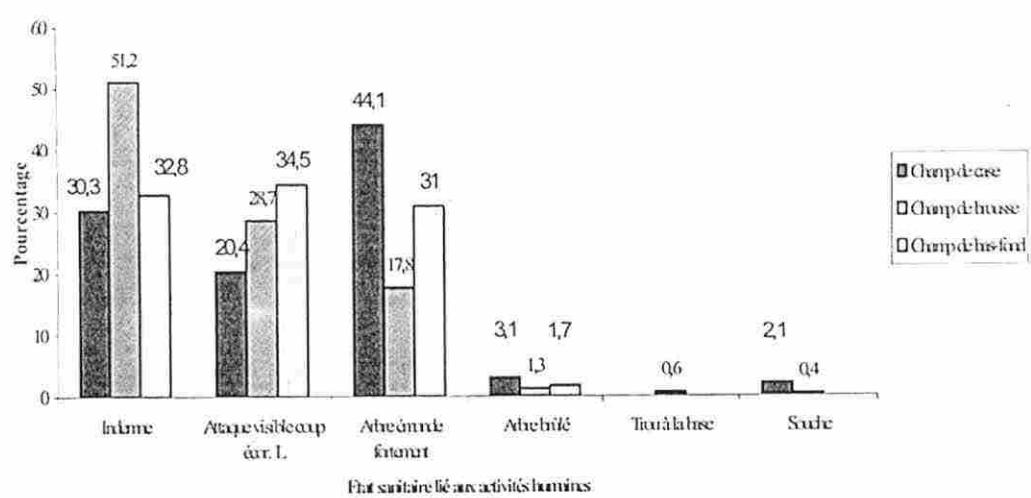


Tableau 4 : Etat sanitaire des principales espèces agroforestières lié aux attaques parasitaires

Espèces	Champs de case			Champs de brousse			Champs de bas-fond		
	Attaque		Attaque	Attaque		Attaque	Espèces	Indemne	Attaque
	Indemne	localisée		généralisée	Espèces				localisée
<i>Lannea microcarpa</i>	96	4		<i>Lannea microcarpa</i>	94,40	5,60	<i>Lannea microcarpa</i>	100	
<i>Parkia biglobosa</i>	100			<i>Parkia biglobosa</i>	93,70	3,20	<i>Parkia biglobosa</i>	100	
<i>Acacia nilotica</i>	73,30	6,70	20	<i>Acacia nilotica</i>	50	50	<i>Acacia nilotica</i>	100	
<i>Mangifera indica</i>	97,80	2,20		<i>Mangifera indica</i>	100		<i>Mangifera indica</i>	100	
<i>Psidium guajava</i>	80	20		<i>Vitellaria paradoxa</i>	36,80	12,90	<i>Psidium guajava</i>	100	
				<i>Diospyros mespiliformis</i>	100		<i>Vitellaria paradoxa</i>	60	40
<i>Vitellaria paradoxa</i>	13,30	26,70	60				<i>Azadirachta indica</i>		
<i>Diospyros mespiliformis</i>	96		4	<i>Azadirachta indica</i>	80	20		100	
<i>Azadirachta indica</i>	84		15,90	<i>Tamarindus indica</i>	89,50	5,30	<i>Cassia sieberiana</i>	100	
				<i>Pterocarpus erinaceus</i>	75	25	<i>Crateva religiosa</i>	100	
<i>Tamarindus indica</i>	100			<i>Bombax costatum</i>	100		<i>Acacia sieberiana</i>	100	
<i>Bombax costatum</i>	100						<i>Pterocarpus erinaceus</i>		
<i>Cassia siamea</i>	71,40	14,30	14,30	<i>Afzelia africana</i>	100			100	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	100			<i>Terminalia avicennioides</i>	100		<i>Cassia siamea</i>	100	
<i>Adansonia digitata</i>	100			<i>Strychnos spinosa</i>	100		<i>Afzelia africana</i>	100	
<i>Ficus platyphylla</i>	50	50		<i>Burkea africana</i>	100		<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	100	
<i>Faidherbia albida</i>	100			<i>Detarium microcarpum</i>	50	25	<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	100	

Pour ce qui concerne les dégâts liés aux activités humaines, les espèces saines se rencontrent plus dans les champs de brousse, alors que celles fortement émondées sont dans les champs de case. Les arbres présentant des brûlures à la base ainsi que ceux entièrement coupés sont également plus nombreux dans les champs de case (figure 6).

Figure 6 : Etat sanitaire du parc lié aux activités humaines



La population des 15 principales espèces ligneuses a présenté des signes d'attaques à l'exception de *Psidium guajava* dans les champs de case, et d'*Eucalyptus camaldulensis* dans les champs de bas-fond. Les espèces les plus fortement émondées dans les champs de case sont *Eucalyptus camaldulensis*, *Bombax costatum*, *Azadirachta indica* et *Cassia siamea*. Dans les champs de

brousse, les espèces les plus fortement émondées sont : *Pterocarpus erinaceus*, *Afzelia africana*, *Detarium microcarpum*, *Terminalia avicinnioides* et *Azadirachta indica*. Dans les champs de bas-fond, *Acacia nilotica*, *Cassia sieberiana*, *Acacia sieberiana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Cassia siamea*, *Afzelia africana*, *Crateva religiosa*, sont émondées à 100% (tableau 5).

Tableau 5 : Etat sanitaire des principales espèces agroforestières lié aux activités humaines

	Champ de case					Champ de brousse					Champ de bas-fond						
	Indemne	Arbre		Arbre brûlé	Souche	<i>Lannea microcarpa</i>	Indemne	Arbre		Arbre brûlé	Trou à la base	Souche	<i>Lannea microcarpa</i>	Indemne	Arbre		
		Attaqué visible	Emondé fortement					Attaqué visible	Emondé fortement						Attaqué visible	Emondé fortement	Arbre brûlé
<i>Lannea microcarpa</i>	18	26	50	6		<i>Lannea microcarpa</i>	33,30	55,60	5,60	5,60			<i>Lannea microcarpa</i>	62,50	37,50		
<i>Parkia biglobosa</i>		100				<i>Parkia biglobosa</i>	55,80	18,90	22,10	2,10	1,10		<i>Parkia biglobosa</i>	12,50	62,50	12,50	12,5
<i>Acacia nilotica</i>	12,50	37,50	50			<i>Acacia nilotica</i>		100					<i>Acacia nilotica</i>		100		
<i>Mangifera indica</i>	44,40	48,90	6,70			<i>Mangifera indica</i>	33,30	66,70					<i>Mangifera indica</i>	30	30	40	
<i>Psidium guajava</i>	100					<i>Vitellaria paradoxa</i>	57,30	28,50	12,60	1	0,70		<i>Psidium guajava</i>	66,70	33,30		
<i>Vitellaria paradoxa</i>	40	20	26,70	0		<i>Diospyros mespiliformis</i>	37,50	62,50					<i>Vitellaria paradoxa</i>	40	40	20	
<i>Diospyros mespiliformis</i>	44	32	16	4	4	<i>Azadirachta indica</i>	20	20	40			20	<i>Azadirachta indica</i>	100			
<i>Azadirachta indica</i>	28,20	7,10	60,50		4,20	<i>Tamarindus indica</i>	21,10	47,40	26,30	5,30			<i>Cassia sieberiana</i>		100		
<i>Tamarindus indica</i>	33,30	33,30			0	<i>Pterocarpus erinaceus</i>		100					<i>Acacia sieberiana</i>		100		
<i>Bombax costatum</i>	33,30		66,70			<i>Bombax costatum</i>	58,30	16,70	25				<i>Pterocarpus erinaceus</i>		100		
<i>Cassia siamea</i>		42,90	57,10			<i>Afzelia africana</i>		25	75				<i>Cassia siamea</i>		100		
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	33,30		66,70			<i>Terminalia avicinnioides</i>	50		50				<i>Afzelia africana</i>		100		
<i>Adansonia digitata</i>	37,50	50	12,50			<i>Strychnos spinosa</i>	66,70	33,30					<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	100			
<i>Ficus platyphylla</i>	25	50		25		<i>Burkea africana</i>	33,30	33,30	33,30				<i>Ficus gnaphalocarpa</i>		50	50	
<i>Faidherbia albida</i>	28,60	71,40				<i>Detarium microcarpum</i>	25,00		75				<i>Crateva religiosa</i>		100		

Discussion

Au regard de la diversité des espèces ligneuses, on peut dire que le parc agroforestier de Vipalogo est plurispécifique avec toutefois une forte dominance de quelques espèces. Le même constat a été fait par Boffa (2000) pour les parcs de l'Afrique subsaharienne. Le choix des espèces et de leur agencement sur le terrain sont le reflet de l'intuition du producteur (Buttod, 1995). De plus, comme l'avait souligné Ouédraogo (1995), les parcs sont constitués d'espèces qui fournissent des produits surtout alimentaires, répondant aux besoins des sociétés qui les élaborent. A Vipalogo, en dehors des champs de case où l'espèce dominante (*Azadirachta indica*) ne présente aucun intérêt alimentaire, ce sont les espèces à fruits ou feuilles comestibles qui sont fortement représentées. La structure des arbres montre l'existence de sujets appartenant à toutes les classes de diamètre ce qui permet de penser à la mise en œuvre par les producteurs d'un système de gestion qui intègre le renouvellement en épargnant et en protégeant les jeunes pieds à côté des anciens. La forte représentativité des sujets de classe de diamètre 1 dans les champs de case peut être liée au fait que les producteurs y pratiquent la plantation, principalement d'espèces exotiques telles que *Azadirachta indica*, *Mangifera indica* et *Eucalyptus camaldulensis*. En effet, ces espèces bien que présentes dans presque toutes les classes, ont les plus fortes proportions dans la classe de diamètre 1 à l'exception de *Mangifera indica*. En ce qui concerne les espèces locales, on note une très forte proportion de *Faidherbia albida* dans la classe de diamètre 1. Cela dénote une certaine volonté des producteurs de reconstituer le parc avec cette espèce, au regard de son importance tant du point de vue de l'amélioration de la fertilité des sols (Kessler et Boni 1991, Depommier 1996) que de la production de fourrage. Les champs de case ne bénéficiant généralement pas de la pratique de jachère, la régénération des espèces locales telles que *Vitellaria paradoxa* est presque inexisteante, d'où leur absence dans la classe de diamètre 1. En effet, les espèces locales ne sont généralement pas plantées et les jeunes pieds sont issus de la régénération naturelle assistée (RNA), pratique enseignée par les services forestiers.

Dans les champs de brousse, on note une prédominance de la classe de diamètre 2 par rapport à la classe de diamètre 1. Cet état de fait pourrait s'expliquer par le fait que ces champs bénéficient de la pratique de la jachère, période au cours de laquelle la végétation se reconstitue.

Les espèces se développent et acquièrent un certain diamètre. Lors de la remise en culture, les producteurs privilégient dans leur choix les arbres ayant un certain diamètre et pouvant résister aux différentes intempéries ainsi qu'aux animaux. L'importance de la classe de diamètre 1 montre également que les paysans appliquent la RNA (régénération naturelle assistée) dans ce type de champ. Cela est d'autant plus vraisemblable que la plantation n'est pas très développée dans les champs de brousse. Il faut ajouter que dans les champs de brousse, les espèces ayant un intérêt alimentaire ou économique sont représentées dans toutes les classes de diamètre. Il s'agit de *Vitellaria paradoxa*, *Lannea microcarpa*, *Parkia biglobosa*, *Tamanindus indica* et *Bombax costatum*.

Initialement, dans le terroir de Vipalogo, les bas-fonds étaient des endroits réservés à la plantation des espèces fruitières telles que *Mangifera indica* et *Psidium guajava*, ce qui est confirmé par la forte représentativité de *Mangifera indica* dans la classe de diamètre 5. Des entretiens avec les producteurs, il est ressorti que l'ancienneté de la plantation de ces deux espèces explique en partie leur forte mortalité en l'absence de renouvellement. Cet état de fait est lié à la nouvelle vocation des terres des bas-fonds. En effet, autrefois utilisés pour la plantation et la riziculture, les bas-fonds sont devenus de nos jours des zones de production de cultures céréalières et de cultures maraîchères. Suite aux différentes périodes de sécheresses et à la baisse de la pluviosité, les paysans ont entrepris, pour réduire les risques, de mettre en culture toutes les zones contrastées de leur terroir dont les bas-fonds. Cette évolution dans l'occupation des terres a également été constatée par ENDA GRAF SAHEL (1993) au Sénégal. D'une manière générale, la classe de diamètre 5 est la plus représentée dans les champs de bas-fond où les conditions d'humidité plus favorables permettent un bon développement des espèces.

Globalement, dans tous les types de champ, il y a une faible représentativité des classes de diamètre 3 et 4. Cette faible représentativité pourrait correspondre à la période entre le moment où le renouvellement du parc n'était pas dans les habitudes des producteurs et la période où la sensibilisation pour la pratique de la RNA a commencé à prendre de l'ampleur.

Les résultats de cette étude indiquent par ailleurs qu'il y a des difficultés de régénération pour *Parkia Biglobosa*. En effet, on note que cette espèce, malgré son importance économique et alimentaire, n'apparaît pas parmi les individus de faible diamètre et de faible hauteur aussi bien dans les champs de case que dans ceux de brousse. Cela peut se justifier par le mode de gestion de l'espèce. D'une part, les fruits sont systématiquement récoltés et transportés hors du champ, réduisant les possibilités de régénération de l'espèce par voie de germination et d'autre part, ce sont uniquement les propriétaires des champs qui ont le droit d'exploiter les fruits de cet arbre. De ce fait, ceux qui ont emprunté les terres de culture n'accordent pas beaucoup d'attention aux jeunes pieds dans la mesure où ils ne bénéficient pas pleinement de leurs fruits.

Des attaques causées par des phanérogames hémi-parasites ont été observées sur le parc agroforestier de Vipalogo. Ces attaques ont des conséquences économiques, écologiques, morphogénétiques et technologiques (Sallé *et al.*, 1998). On peut citer le cas du colatier (Clerk, 1978) et du cacaoyer (Overfield *et al.*, 1998) au Ghana et du karité (Sallé *et al.*, 1998) au Burkina Faso. Pour ce qui est du karité, le niveau d'attaque des arbres peut atteindre 95% (Sallé *et al.*, 1991, Boussim *et al.*, 1995) ; même les jeunes pieds sont attaqués. Dans le cas du terroir de Vipalogo, on s'aperçoit effectivement que cette espèce connaît un fort taux de parasitisme lié au genre *Tapinanthus* dont quatre espèces ont été observées au Burkina Faso et au Mali (Sallé *et al.*, 1991) et trois Burkina Faso (Boussim *et al.*, 1995). Arbre d'un intérêt économique et social pour les populations, les noix de karité contribuent à la création de revenus pour les populations et constituent également une source importante de devises pour le pays. Le beurre de karité entre dans l'alimentation, la fabrication de produits cosmétiques et utilisé dans la pharmacopée. Aussi, les attaques parasitaires peuvent-elles provoquer non seulement un déprérissement du parc du fait de la mortalité que cela peut engendrer parmi les arbres, mais aussi des pertes quantitatives et qualitatives en ce qui concerne la production des noix (Boussim *et al.*, 1995 ; Sallé *et al.*, 1998). Cette baisse de pro-

duction a été signalée par les producteurs de Vipalgo qui, tout en reconnaissant l'effet néfaste des plantes parasites, n'ont pas manqué de souligner leurs vertus thérapeutiques. L'utilisation des plantes parasites comme plantes médicinales a été aussi rapportée par Hariri *et al.* (1992).

Même s'il n'a pas été observé des attaques de plantes parasitaires sur certaines espèces, cela ne veut pas dire qu'il n'en existe pas ou que ces plantes sont épargnées car les observations faites par Boussim *et al.* (2004) montrent que la plupart des espèces ligneuses inventorierées dans le parc peuvent servir d'hôtes aux plantes parasites. L'observation de non infestation des espèces du parc du terroir de Vipalogo a concerné, pour la plupart, des essences souvent émondées pour la récolte des fleurs (*Bombax costatum*), des fruits (*Tamarindus indica*), des feuilles et des fruits (*Adansonia digitata*, *Faidherbia albida*).

Outre les attaques parasitaires, les arbres du parc subissent également des traumatismes ou des attaques liées aux activités humaines avec *Azadirachta indica* comme espèce typique.

Les coupes sur *Azadirachta indica* s'expliquent par le fait que son bois est beaucoup utilisé comme bois de service et ses feuilles comme "mulch" dans les champs de culture. C'est une pratique très connue dans la région comme l'ont rapporté Yélémou (1993), Tilander (1996) et Bationo *et al.* (2004). Certaines espèces fortement émondées le sont dans le cadre de la récolte des fruits (*Tamarindus indica*, *Lannea microcarpa*...), de fleurs (*Bombax costatum*), de feuilles (*Adansonia digitata*) qui entrent dans l'alimentation humaine. D'autres espèces fortement émondées contribuent à l'alimentation du bétail. C'est le cas de *Pterocarpus erinaceus* et *Afzelia africana*. Les constats d'émondage sur *Vitellaria paradoxa* sont à mettre, la plupart du temps, sur le compte de la pratique des coupes sanitaires (destruction du *Tapinanthus*) ainsi que sur celui de la volonté des producteurs de rajeunir les branches en vue d'améliorer la production fruitière (Bayala, 2002). Le bois issu de ces coupes est utilisé comme bois de chauffe.

Conclusion

Au regard des résultats de l'inventaire effectué dans les champs de Vipalogo, on note que le parc agroforestier est plurispécifique avec une prédominance de certaines espèces entrant généralement dans la satisfaction des besoins alimentaires des hommes (*Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Mangifera indica*). La densité, généralement faible, reste variable suivant les types de champs et la répartition par classe de diamètre et de hauteur montre un fort potentiel de régénération dans les champs de case et de brousse. On peut donc dire qu'il y a une volonté de la part des exploitations agricoles de régénérer le parc, volonté qui se traduit par l'importance des plantations surtout dans les champs de case. L'état sanitaire est satisfaisant dans la mesure où la proportion des arbres indemnes est plus élevée. Les marques liées aux activités humaines prouvent bien que le parc joue son rôle dans la satisfaction des be-

soins des populations : arbre coupé pour la récolte des fruits, fleurs, feuilles... ou pour assurer un meilleur état sanitaire afin de perpétuer le service. Dans le terroir de Vipalogo, au regard de la densité des arbres dans les champs de culture, on peut dire qu'il y a une forte dégradation du couvert végétal liée aux conditions climatiques ainsi qu'aux pressions humaines et animales. Cette situation nécessite que soit mises en œuvre des actions d'enrichissement ou d'amélioration qui tiennent compte du fait que le champ doit non seulement être le lieu de production des cultures céréalières, mais également contribuer à l'approvisionnement des populations en produits forestiers ligneux et non ligneux. Toutefois, les techniques d'enrichissement devront être accompagnées par des techniques de gestion appropriées qui assureront la survie et le développement des espèces retenues à travers l'enseignement de techniques de coupe, d'élagage ainsi que de la lutte contre les parasites.

Références bibliographiques

- Bationo B.A., Yélémou B., et Ouédraogo S. J., 2004.** Le neem (*Azadirachta indica* A. Juss.), une espèce exotique adoptée par les paysans du centre ouest du Burkina Faso. Bois et Forêts des Tropiques 284 (4) :5-10.
- Bayala J., 2002.** The cromn burning as a management tool to enhance the productivity of parkland in West Africa. PhD Thesis, School of Agriculture and Forest Sciences, University of Wales, Bangor, UK. 209p.
- Bergeret A., Ribot J. C., 1990.** L'arbre nourricier en pays Sahélien. Ministère de la coopération et du développement, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme (MSH), Paris, 231p.
- Boffa J.M., 2000.** Les parcs agroforestiers en Afrique subsaharienne. FAO, ICRAF, 258p.
- Boussim J. I., Guinko S., Sallé G., Rayal-Rouques A., 1995.** Le parasitisme de *Thapinanthus* sur le karié au Burkina Faso. Nuisibles-Pests-Pragas vol. 3 (1) : 164-172.
- Boussim I. J., Guinko S., Tuquet C., Sallé G., 2004.** Mistletoes of the agroforestry parklands of Burkina Faso. Agroforestry Systems 60: 39-49.
- Buttod G., 1995.** La forêt et l'Etat en Afrique sèche et à Madagascar. Changer les politiques forestières. Karthala Paris, France : 248p.
- Cissé M., 1995.** Les « parcs » agroforestiers du Mali. Etat des connaissances et perspectives pour leur amélioration. ICRAF- SALWA. Rapport No. 93 : 53p.
- Clerk G. C., 1978.** *Tapinanthus bangwensis* in a Cola Plantation in Ghana. PANS 24(1): 57-62.
- Depommier D., 1996.** Structure dynamique et fonctionnement des parcs à *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. Caractérisation et influence des facteurs biophysiques et anthropiques sur l'aménagement et le devenir des parcs de Dossi et de Watinoma, Burkina Faso. Thèse de Doctorat, Université Pierre et Marie Curie. Paris VI, France, 559p.
- Enda Graf Sahel, 1993.** La ressources humaines, avenir des terroirs. Recherches paysannes au Sénégal. Karthala. Paris, France. 320p.
- Geny P., Waechter P., Yatchinovsky A., 1992.** Environnement et développement rural : Guide de gestion des ressources naturelles. Editions Frison-Roche, Paris, France, 420 p.
- Guinko S., 1984 :** Végétation de la Haute Volta. Thèse de Doctorat ès. Sciences Naturelles, tomes 1 et 2, 318 p.
- Hariri E. B., Jeune B., Baudino S., Urech K., Sallé G., 1992.** Elaboration d'un coefficient de résistance au gui chez le chêne. Can.J. Bot. 70: 1239-1246.
- INERA, 1994.** Les systèmes de production agricole dans la zone centre du Burkina : potentialités, contraintes, bilan et perspectives de recherche. INERA, Ouagadougou, Burkina Faso, 60 p.
- INSD., 2000.** Recensement général de la population et de l'habitation (10-20 décembre). Fichier des villages du Burkina Faso. Vol 3, Ouagadougou. 315p.
- Kessler J.J., Boni J., 1991.** L'agroforesterie au Burkina Faso : Bilan et analyse de la situation actuelle. Ministère de l'Environnement et du Tourisme, Ouagadougou / Université Agronomique de Wageningen, 145 p.
- Ouédraogo S.J., 1995.** Les parcs agroforestiers au Burkina Faso. Rapport de consultation AFRENA n°79. ICRAF, Nairobi, Kenya, 76p.
- Overfield D., Riches C., Asamoah M., Sarkodie O., Baah F. 1998.** A farming systems analysis of the mistletoe problem in ghanaian cocoa. Cocoa Growers' Bulletin n°51. p42-50.
- Rouxel C., Barbier J., Niang A., Kaya B., Sibelet N. 2005.** Biodiversité spécifique et terroir: quelle relation? Le cas de trois villages de la région de Ségou (Mali). BFT 283(1) : 33-49.
- Sall P.N., 1996.** Les parcs agroforestiers au Sénégal. Etat des connaissances et perspectives. ICRAF-SALWA. Rapport No. 100: 145p.

Sallé G., Boussim J., Raynal-Roques A., Bunck F. 1991. Le karité, une richesse potentielle. Perspectives de recherche pour améliorer sa production. BFT 228(2): 11-23.

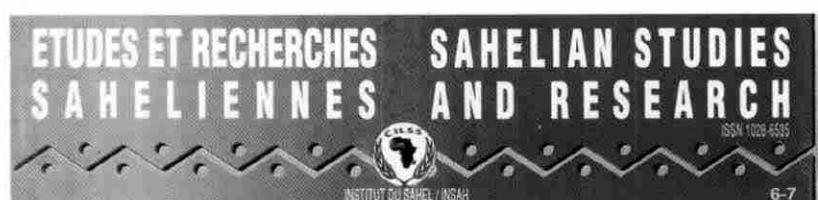
Sallé G., Tuquet C., Raynal-Roques A., 1998. Biologie des phanérogames parasites. Soc. Biol. 192 : 9-36.

Somé L., 1989. Diagnostic agropédologique du risque climatique de sécheresse au Burkina Faso. Etude de quelques techniques améliorant la résistance pour les cultures de sorgho, de mil et de maïs. Thèse de Doctorat, USTL Montpellier, France 268 p.

Tilander Y., 1996. Competition and conservation of water and nutrients in agroforestry in semi-arid West Africa. Thesis of Doctor of philosophy, Faculty of Agriculture, University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. 378p.

Yélemou B. 1993. Etude de l'arbre dans le système agraire au Boulkiemdé : Inventaire des principales espèces agroforestières et étude de l'interface *neem* sol sorgho. Mémoire IDR – 103 p.

Déjà paru



Socio-économie et agro-sylvo-pastoralisme au sahel



Relative Water Content as Response of Drought Tolerance in two white Maize Inbreds and Their Hybrid

Le Taux d'humidité relative comme facteur de tolérance à la sécheresse de deux cultivars consanguins de maïs blancs et leur hybride

A.S.P. NGUETTA¹, O. MYERS JUNIOR²

Abstract

Relative water content is hypothesized to be a good indicator of drought resistance during water stress in crops. To determine the drought tolerance of three maize (*Zea mays L.*) cultivars, greenhouse and laboratory experiments were conducted to assess the relative water content after nine days of water deficits.

Each cultivar obtained from the Illinois Seed Foundation Inc was grown in replicated experiments at Horticulture Research Center et Carbondale, III, USA in 1999. The relative water content was measured 3, 5, 7 and 9 days after water stress.

Compared to the inbred B73-3-16A and the F1 hybrid B13-3-16A x CI66, the inbred CI66 produced 13.6 and 13.8% more relative water content between days 5 and 7 respectively. Compared to the irrigation treatment, the non-irrigation treatment produced 31.2, 43.6 and 53.4% respectively more relative water content between days 5 and 9 in both experiments.

The inbred CI66 produced higher relative water content and was still turgid after nine days of water deficits suggesting that CI66 may be more drought-tolerant. The highest level of relative content was found in the turgid leaf tissue showing that the relative water content may be a good indicator of water stress.

Key Words : Cultivar, tolerance, inbred, hybride.

Résumé

Le taux d'humidité relative peut être considéré comme bon indicateur de la résistance de la plante à la sécheresse. Pour déterminer la tolérance à la sécheresse de trois cultivars de maïs (*Zea mays L.*), des études ont été conduites en serre et au laboratoire pour estimer le taux d'humidité relative après 9 jours de déficit hydrique. Chaque cultivar obtenu de la Fondation des Graines de l'Etat d'Illinois a été semé dans des expériences répétées au Centre de Recherche Horticole de Carbondale, III, USA en 1999. Le taux d'humidité relative a été mesuré 3, 5, 7, et 9 jours après le déficit hydrique.

Comparés aux cultivars B73-3-16A et B73-316A x CI66, le cultivar CI66 a en moyenne 13,6 et 13,8% de plus de taux d'humidité relative entre le 5ème et 7ème jour respectivement. Comparées aux plantes irriguées, les plantes non irriguées ont eu en moyenne respectivement 31,2, 43,6 et 53,4% plus de taux d'humidité relative entre le 5ème et 9ème jour dans les deux expériences.

Le cultivar CI66 produit le plus fort taux d'humidité relative et porte encore des feuilles vertes après 9 jours de déficit hydrique indiquant que CI66 peut être plus tolérant à la sécheresse. Le plus haut niveau de l'humidité relative était trouvé dans les feuilles vertes montrant que l'humidité relative peut être un bon indicateur du déficit hydrique.

Mots clés : Cultivar, tolérance, consanguin, *hybride*.

Remerciements

ce travail a bénéficié de l'appui de *Aire Développement* (AMIBAF-UCAD) et de l'AUF (JER 6016).

1. Université de Cocody - Abidjan, Côte d'Ivoire, UFR de Biosciences Laboratoire de Génétique, 22 BP: 582 Abidjan 22
2. Southern Illinois University, College of Agriculture, Department of Plant and Soil Sciences, Carbondale, Illinois, 62901, USA

Introduction

Maize is one of the most successful crops of the world. However, yields of maize rarely reach record yields due to many factors. Drought is one of the most important problems of maize growth especially in developing areas like African countries and India.

A sustained period of time without a significant rainfall can be defined by meteorological criteria as a drought (Myers et al., 1986). However, such a shortage of rainfall does not become a drought in crop production systems until the water shortage begins to limit plant growth and development.

Ritchie (1980) reported that the major cause of year-to-year variation in crop yield was seasonal and yearly weather fluctuation, and that precipitation was the most variable and unpredictable component of weather. Water deficits which occurs frequently in many areas of the world supporting agricultural crops is among the most important environmental factors that limit crop production.

Turner (1979) indicated that there is a strong consistent negative correlation between grain yield and days to first ear emergence in wheat under simulated drought conditions. He concluded that between 40 and 90% of the variation in the wheat under drought was accounted for by time of ear emergence.

During the silking and ear growth, maize is the most sensitive to moisture stress as far as yield is concerned (Myers and Mwale, 1985). They observed that moisture stress for only one to two days at silking reduced grain yield by 21%.

Water deficits for one to two days during the tasseling and the pollination periods may cause as much as 22% reduction in yield. Therefore, there is an urgent need for improving genetically maize cultivars capable of better production under water stress.

Maize responds to water stress in a variety of ways. Walter (1955) observed gradients and changes in osmotic potentials for a number of species and osmotic differences among desert plants. Osmotic adjustment was referred as accumulation of solutes by Tuner (1979). The increase in osmotic potential allows the plant to maintain cell turgidity while water potential is reduced. The ability of a plant to maintain a positive, or even constant turgor as water potentials

decrease is, therefore, an important adaptation to water deficits.

A number of field studies have reported a lowering of osmotic potentials in response to increasing water deficits (Turner, 1949). However, a measurement of a decrease in osmotic potential alone is insufficient evidence for osmotic adjustment. A lowering of osmotic potential can arise from an increase in elasticity or concentration of solutes associated with water loss from cells.

Meyer and Boyer (1972) demonstrated osmotic adjustment in soybean (*Glycine max L. Merr*) hypocotyls. The removal of the cotyledons indicated that the main cause of osmotic change was the translocation of solutes from the cotyledons to the hypocotyls.

Osmotic adjustment is more easily observed when plants dry slowly under high radiation conditions. Turner (1978) has suggested that osmotic adjustment has several major advantages which include : maintenance of cell turgor, continued cell elongation, greater soil exploration by roots, survival of dehydration, and maintenance of stomatal opening and photosynthesis.

The objective of the experiment was to compare two white maize inbreds and their hybrid for drought tolerance under greenhouse and laboratory conditions using relative water content.

Materials and Methods

a. Greenhouse conditions

The experiments were conducted during the spring and the summer of 1999 in the Department of Plant and Soil Science Research Greenhouses at the Horticulture Research Center at Southern Illinois University-Carbondale (SIUC) with two white maize inbreds B13-3-16A x CI66, and their hybrid B13-3-16A x CI66 under greenhouse conditions. The spring experiment was called experiment 1 and the summer experiment was identified experiment 2. The materials selected for this study were obtained from the Illinois Seeds Foundation Inc. and are among the most commonly used commercial inbreds and hybrid. Previous research using field measurements to determine drought resistance had identified B13-3-16A as more drought resistant and CI66 as less drought resistant (Mwanbula, 1990).

The two inbred parents and their F1 hybrid were grown in 25.4 cm diameter plastic pots containing a pure sandy soil with a completely randomised design in a split plot arrangement with four replications. In the replicated trials, drought stress treatments (irrigation and non-irrigation) were the main plots with cultivars as subplots. In each pot, eight (8) seeds were planted, and after two weeks, thinned to five plants of comparable development.

Plants were fertilised once at the beginning of the whole experiment using a 14-14-14 (N,P,K) at 14.2 g per pot (284 kg.ha). The average temperature in the greenhouse during the day for both experiments ranged from around 24 + 1°C at the end of spring days to 34 - 1°C during the summer days.

The pots were watered daily from 8 : 00 m to 8 : 10 am by artificial irrigation with an automatic line sprinkler and then hand watered in the afternoon at 4 : 00pm. Due to the high temperature during the summer days, there was extensive evaporation from the pots.

All leaf samples were taken from the most fully expanded leaves between 9 : 00 am and 10 : 00 am from the same three plants during the first experiment and from all five plants in the second experiment 3, 5, 7 and 9 days after water deficits. These leaf samples were brought to the laboratory for relative water content analysis.

b. Laboratory conditions

Relative water content determination

The relative water content (RWC) technique, formerly known as relative turgidity, was originally described by Weatherly (1950) and has been widely

accepted as a reproducible and meaningful index of plant water status. Ten (10) maize leaf discs from the most fully expanded leaves were obtained using a 6 mm diameter cork borer. The fresh weight (g) of the discs was determined. The leaf discs were then floated on distilled water. After floating the discs for four hours, they were removed and towel-dried lightly.

The turgid weight was then recorded, and the leaf tissue was subsequently oven-dried to a constant weight at 85 °C. Percentage of relative water content (%RWC) was calculated as follows :

$$\%RWC = \frac{(\text{fresh weight} - \text{dry weight})}{(\text{turgid weight} - \text{dry weight})} \times 100$$

All the data obtained from the laboratory analyses were subjected to an Analysis of variance and the Duncans Multiple Range Test when appropriate.

Results and Discussion

Cultivar effects

The ANOVA (not reported) showed significant ($p<0.05$) differences between the inbred parents B13-3-16A, and CI66 and the F1 hybrid B13-3-16A x CI66 under non-irrigated conditions in only experiment 2 at days 5 and 7 (table 1). Compared to one of the inbred parent B13-3-16A, and the F1 hybrid, the other inbred parent CI66, produced 15.6 and 17.7% respectively more relative water content at days 5. At day 7, compared to B13-3-16A, and the F1 hybrid, CI66 produced 11.5 and 9.8% respectively more relative water content.

Table 1: Relative water content in the expanded leaf of irrigated and non-irrigated greenhouse grown maize plants according to the number of days after stress.

Exp.	Trt	Cultivar	Relative Water Content (%)			
			3 mean	5 mean	7 mean	9 mean
2	Nir	B73-3-16A	73.5a*	49.4b	33.0b	26.0a
		CI66	84.5a	65.0a	44.5a	34.3a
		B73	81.0a	47.3b	34.7b	31.1a
		Mean	79.7	53.9	37.4	30.5
	Irr	B73-3-16A	87.2a	88.6a	90.3a	91.0a
		CI66	85.0a	91.4a	85.6a	89.5a
		B73	87.1a	92.0b	88.0a	90.4a
		Mean	1.4	1.8	1.5	1.8

* Means within a column, under the same experiment and with letters in common not significantly different at the 5% level by Duncans Multiple Range Test ;

Exp., Irr, Nir, Trt stand for experiment, irrigation, non irrigation, and treatment, respectively

Under non-irrigated conditions, the inbred parent than B73-3-16A and the F1 hybrid from day three to day nine even of there were no statistically significant differences among the three cultivars. After nine days of water deficits, the inbred CI66 was still turgid while the other inbed parent B73-3-16A and the F1 hybrid had dried out.

The results indicate that the lowest relative water content was found in drought killed leaf tissue. Cultivars that presented higher relative water content during water deficits should be more drought tolerant because higher relative water content was found in urgid leaf tissue. Therefore, the inbred parent CI66 appears to be more drought tolerant during water stress than the inbred B73-3-16A and the F1 hybrid.

The results are consistent with the findigns of Nguetta and Myers (1992) using proline accumulation as response of drought resistance. They concluded that CI66 with the lowest proline accumulation was more drought tolerant than B73-3-16A and F1 hybrid. In contrast, Mwambula (1990) had identified the inbred B73-3-16A more drought resistant and the inbred CI66 more drought susceptible in field measurements. Unknown factors or the greenhouse conditions may have favoured the inbred CI66 more than the inbred B73-3-16A, leading to the differences between the observed results.

During the nine days of water stress, the relative water content of the three cultivars under non-irrigated conditions, decrease of relative water content depending on the severity of the drought imposed on the plants may indicated a genetic association between the drgree of stress and the level of relative water content in the leaves. Downey and Miller (1971) noted similar results. They recommended relative water content formely known as relative turgidity for physiological field measurement of plant water status.

The results also indicated cultivar differences in the capacity to present relative water content during water deficits. The more drought-tolerant cultivar always showed a higher relative water content. A higher relative water content of the drought-tolerant cultivar was apparently due to a lower leaf water potential. Sinclair and Ludlow (1985) suggested that relative water content might provide a good estimate of water status among different cultivars.

Days of treatment effects

Days of water deficits treatment differed significantly in both experiments (Table 2). Compared to days 3,5, and 7, day 9 produced on the average, the lowest relative water content.

The relative water content in the leaf tissue correlated negatively ($p<0.05$) with the number of days after water stress in both experiments ($n=3$; $n=4$, $r = -0.99$, $r = -0.97$, respectively). These correlation coefficients showed that the differences between day after stress could explain $> 80\%$ of the variation in relative water content in the leaf tisue during water deficits. This significant negative lincar association between days of water stress and relative water content showed that as the days of water deficits increase, the relative water content decreases.

Treatments effects

The ANOVA (not reported) showed significant ($p<0.05$) differences among the treatments in both experiments (Tables 3). Compared to the non-irrigation treatment, the irrigation treatment produced 25.6, 39.6 and 47% respectively more relative water content at days 5,7, and 9 after water stress in experiment 1. In experiment 2, copared to the non-irrigation treatment, the irrigation treatment produced 36.8, 50.6 and 59.8% respectively more relative water content between days five and nine after water deficits.

The lowest relative water content in the plant leaves under non-irrigated conditions suggested that the relative water content may be a good indicator of drought. Barrs (1968) noted similar results. He stated that water content at full turgor should be used as the basis of relative turgidity.

The results also indicated that experiment 2 showed slightly lower relative water content than experiment 1 across days under non- irrigated conditions. The lower relative water content of experiment 2 may be due to more extensive evaporation from the pots because of the high temperature during the summer days.

Table 2: Relative water content (mean of three cultivars, irrigated and non- irrigated according to the number of days after stress.

Exp.	DAS	Relative Water Content (%)			Relative water content (%)
		NIR Mean	IRR Mean	Total Mean	
1	3	-	-	-	74.0a 68.0b 61.2c
	5	61.1a	86.7a	86.7a	
	7	48.2b	87.8a	87.8a	
	9	34.9c	87.9a	87.9a	
2	3	79.7a	86.4a	86.4a	83.0a 73.0b 62.7c 60.4c
	5	53.9b	90.7a	90.7a	
	7	37.4c	88.0a	88.0a	
	9	30.5c	90.3a	90.3a	

* Means within a column, under the same experiment and with letters in common not significantly different at the 5% level by Duncans Multiple Range Test ;
 Exp. ,DAS, Irr, Nir stand for experiment, days after stress, irrigation, and non irrigation, respectively

Table 3 : Relative water content in irrigated and non-irrigated greenhouse grown maize plants

Exp.	Treatments	Number of days after stress			
		3 Mean	5 Mean	7 Mean	9 Mean
1	Irr	-	86.7a	87.8a	82.0a
	Nir	-	61.1b	48.2b	35.0b
2	Irr	86.4a*	90.6a	88.0a	90.3a
	Nir	79.7b	53.8b	53.8b	30.5b

* Means within a column, under the same experiment and with letters in common not significantly different at the 5% level by Duncans Multiple Range Test ;
 Exp. ,DAS, Irr, Nir stand for experiment, days after stress, irrigation, and non irrigation, respectively

Conclusion

Relative water content was used to evaluate two maize inbreds B13-3-16A, and CI66 and the F1 hybrid B13-3-16A x CI66 for drought tolerance under greenhouse conditions. Although, in général, there were no significant differences among the three cultivars, CI66 tended to produce higher relative water content than B73-3-16A the F1 hybrid during the nine days of water stress.

During both experiments, the parent CI66 had a higher percentage of relative water content and accumulated less proline than the inbred parent B13-3-16A and the F1 hybrid. The inbred parent B13-3-16A and the F1 hybrid also had severely dried out at day nine while the other inbred parent CI66 was still turgid. Therefore, CI66 appears to be more tolerant to water deficits than B13-3-16A and the F1 hybrid.

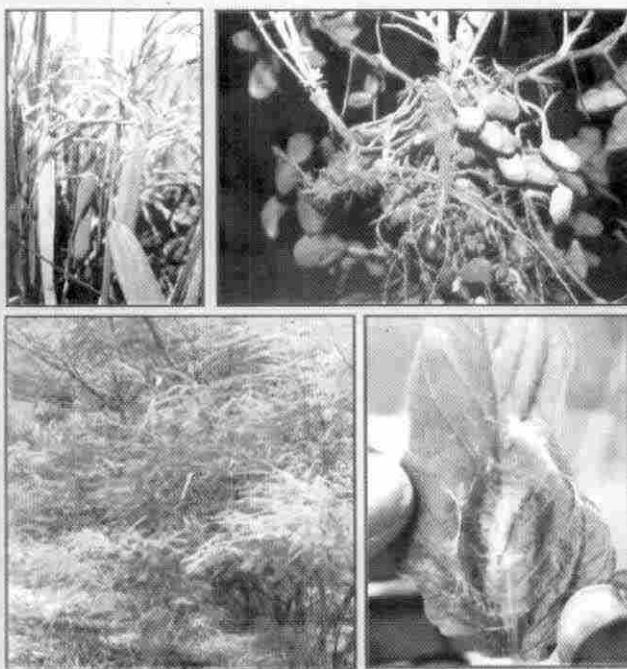
The level of relative water content in the plant leaves decreased with the severity of the drought imposed on the plants indicating an association between the degree of stress and the level of relative water content. The cultivars differ in the capacity to produce relative water content during water deficits showing an heritable variation in the level of relative water content among the three cultivars.

Relative water content is the simplest and probably the most useful response of crops during water stress. It might provide a good estimate of water status among different varieties. Additional testing of the three maize cultivars under greenhouse and field conditions would be more valuable. This testing would provide more information about the drought-tolerance of the three cultivars.

Déjà paru



Agronomie et agroforesterie au Sahel



Références bibliographiques

- Barrs, H.D.** 1968. Determination of water deficits in plant tissues. In : Water Deficits and Plant Growth, vol. 1 (Ed. By T.T. Kozlowski). Pp. 235. Academic Press, London, and New York.
- Downey, L. A., and J.W. Miller.** Rapid measurement of relative turgidity in maize (*Zea mays L.*). *New Phytol.* 70 : 555-560.
- Meyer, R.F., and J.S. Boyer.** Sensitivity of cell division and cell elongation to low water potentials in soybean hypocotyl. *Planta* 108 : 77-87.
- Mwambula, C.** 1990. Evaluation of white maize inbreds and their hybrids for drought resistance using morphological indicators. Unpublished Thesis, Southern Illinois Univ., Carbondale, Illinois USA.
- Myers, O. Jr., W. Mwale** 1985. Drought tolerance in maize. Pp. 177-185. IN : To Feed Ourselves. Proceeding of the First Eastem, Central and Southerm African Regional Maize Workshop held at Lusaka Zambia. March, 1985.
- Myers, O. Jr., J.H. Yopp, and M.R.S. Krishnamani.** 1986. Breeding soybeans for drought resistance. In : Jules Janick ed. *Plant Breeding Reviews*. Vol. 4. Pp. 203-243.
- Ngetta, A.S.P., and O. Jr.** 1992. Ptoline accumulation as response of drought tolerance in two white maize inbreds and their hybrid. Unpublished Thesis, Southern Illinois Univ., Carbondale, Illinois, USA.
- Ritchie, J. T.** 1980. Plant stress research and crop production : The challenge ahead In : N.C. Tuner and P.J. Kramer (eds.). *Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress*. Pp. 21-30. Wiley, New York..
- Sinclair, T. R., and M.M. Ludlow.** 1985. Who taught plants thermodynamics ? The unfulfilled potential of water potential. *Aust. J. Plant Physiol.* 12 : 213-218.
- Tumer, N.C.** 1978. Mechanisms of adaptation to water stress in crop plants. *Aron. Abst.* 1987.
- Tumer, N.C.** 1978. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants. In : *Stress Physiology In Crop Plants*, H. Mussel and R. Staples, eds. Wiley and Sons, New York, USA. Pp. 343-372.
- Walter, H.** 1955. The water economy and the hydrature of plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 6 : 239-252.
- Weatherly, P.E.** 1950. Studies in the water relations of the cotton plant. The field measurement of water deficits in leaves. *New Phytol.* 49 : 81-97.

Liste des membres du Comité Scientifique de l'INSAH

- MBACKE, Cheikh.** Director for Africa Regional Program. New York, USA
- TOULMIN, Camilla.** Directrice Programme Zones Arides IIED. 4 Hanover Street Edinburg EH2 2EN, UK.
- LOCOH, Thérèse.** Directrice de recherche INED 133 Bd Davout 75020 Paris. France
- CLAUDE, Hillaire-Marcel.** Professeur et Titulaire Chaire UNESCO en Environnement. Canada.
- YENIKOYE, Allassane.** Professeur CRESA, Niamey.
- MAZOUZ, Mohammed.** Coordonnateur International/Programme Global, Chef du Bureau de Liaison du FNUAP à Bruxelles, Rue Montoyer 14, 1000 Bruxelles.
- Dr DICKO, Maïmouna.** Consultant BP 9032 Bamako, Mali.
- TOLLENS, Eric.** Université Catholique de Louvain. Belgique.
- BREMAN, Henk.** IFDC, Togo.

Liste des évaluateurs du présent numéro de la revue «Etudes et Recherches Sahéliennes»

- Bassirou Bonfoh** Département Recherche (Lait sain au Sahel), Institut du Sahel,
BP 1530, Bamako (Mali); Email : bassirou@agrosoc.insah.org
- Lassine Diarra** Coordinateur scientifique SPGRN/ECOFIL, Editeur Scientifique IER,
Rue Mohamed V, BP 258 BAMAKO Mali. Tel (223) 222 26 06,
Fax (223) 222 37 75 ; Tel cel : 679 61 78 ;
Email : lassine.diarra@ier.ml
- Diarra Amadou** Secrétaire Permanent, Comité Sahélien des Pesticides, Institut du Sahel,
BP 1530, Bamako
- Oumar Niangado** Chercheur, Fondation Syngenta, Bamako (Mali).
- Masters, William A.** Associate Professor of Agricultural Economics.1145 Krannert Building
West Lafayette IN 47907, USA.
- Ali Mahadou.** Faculté d'agronomie, Niamey (Niger); Email : cresa@internet.ne
- Bocary Kaya** ICRAF, Samanko (Mali). Email : b.kaya@icrisatml.org
- Modibo Sidibé** Institut d'Economie Rurale (IER), Bamako (Mali).
Email : modibo.sidibe@ier.ml

DEJA PARU

Rapport D'ACTIVITÉS

INSTITUT DU SAHEL
Programme sahel populaire : Développement (CERPOD).

Profil démographique et socio-économique du Burkina Faso
www.insah.org

CONNAISSANCE ET UTILISATION DU CONDOM MASCHILIN EN AFRIQUE SUB-SAHARIENNE

EDUCATION A L'ESTRACE DANS LE SÉCHEZESSE

SAHELIAN STUDIES AND RESEARCH

Lait sain pour le Sahel

Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel

Permanent Interstates Committee for Drought control in the Sahel

Institut du Sahel

CATALOGUE DES PUBLICATIONS DE 2001 à 2004

- Les résultats de la recherche agro-socio-économique au Sahel et en Afrique
- Les résultats de la recherche démographique au Sahel et en Afrique
- Les actes de colloques, séminaires et rencontres en agro-socio-économie et en population et développement

www.insah.org

RESINDEX
Bibliographie sur le Sahel

INSAH
INSTITUTE OF SAHEL

INDICATEURS DEMOGRAPHIQUES ET SOCIO-ECONOMIQUES DU SENEGAL 2001

INITIATIVE TRANSFERT DE TECHNOLOGIES
Institut du Sahélien BP 022 Dakar 1000
(888) 2 912693-261

SYNTHESE REGIONALE DE LA CAMPAGNE AGRICOLE 2002-2003
Ministère de l'Agriculture et du Développement durable
Septembre 2003

Recherche & Développement