

THESE DE DOCTORAT de l'UNIVERSITE PARIS 6

Spécialité : ECOLOGIE

présentée par

Ndiogou GUEYE

pour obtenir le titre de DOCTEUR DE L'UNIVERSITE PARIS 6

**ROLE DES TERMITES
DANS DES PLANTATIONS FORESTIERES
DU CAP-VERT (MBAO, SENEGAL)**

soutenue le : 22 décembre 1987

devant le jury composé de : M. R. BARBAULT
Mme D. GILLON
MM. M. LEPAGE
M. ROTH
R. SCHAEFER

AVANT-PROPOS

Le présent mémoire est l'aboutissement de ma spécialisation en écologie, venant compléter ma formation d'Ingénieur forestier du Service des Eaux et Forêts.

Monsieur le professeur R. BARBAULT a bien voulu m'accueillir au sein du laboratoire d'Ecologie de l'Ecole Normale Supérieure, après avoir contribué à ma formation d'écologiste; qu'il trouve ici l'expression de ma gratitude.

Monsieur le professeur M. LAMOTTE a également très largement contribué à ma formation et au choix du sujet de ce travail: je lui exprime mes très sincères remerciements.

Mon initiation à l'entomologie a été faite par Monsieur M. ROTH, de l'ORSTOM, qui m'a constamment soutenu et aidé au cours de cette recherche. Je l'en remercie bien vivement.

Monsieur M. LEPAGE n'a ménagé ni son temps ni sa peine pour apporter son concours à la réalisation de ce mémoire: je lui exprime ma profonde gratitude.

Je suis reconnaissant à Madame D. GILLON et à Monsieur R. SCHAEFER d'avoir accepté de juger ce travail et de faire partie du jury de thèse.

Cette recherche a pu être réalisée grâce à une bourse du Gouvernement Français, gérée par le C.I.E.S.

Je remercie les chercheurs du Centre ORSTOM de Dakar, et en particulier le directeur, Monsieur DALMEYRAC, et Madame F. BERNHARD-REVERSAT qui m'ont aidé lors de mes recherches sur le terrain.

J'adresse également mes remerciements au personnel de l'Inspection des Eaux et Forêts du Cap-Vert, notamment à l'équipe de Mbao, qui a suivi avec intérêt mon travail.

Je remercie Monsieur B. SOW, ouvrier du chantier de Mbao, qui m'a toujours aidé avec enthousiasme.

Je n'aurai garde d'oublier également les chercheurs du laboratoire d'Ecologie de l'E.N.S., madame Z. ZAIDI, Messieurs L. ABBADIE, G. LACROIX, J.C. MENAUT et J.P. PUYRAVAUD, qui m'ont apporté leur concours et leur expérience: je les assure de mes remerciements.

Enfin, ma dernière pensée va à mes parents, à mon épouse Marème, à tous mes frères et soeurs, Mariétou, AM, Oumar...et à mes amis qui m'ont toujours encouragé.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	P.1
Chapitre I. LE MILIEU.....	P.3
1.1. Région du Cap-vert.....	3
1.2. Géologie.....	3
1.3. Hydrologie.....	7
1.4. Sols.....	7
1.5. Climat.....	11
1.5.1. Pluviométrie.....	12
1.5.2. Températures sous abri.....	14
1.5.4. Température du sol.....	18
1.5.5. Hygrométrie.....	18
1.5.6. Evaporation.....	20
1.5.7. Rosée.....	20
1.5.8. Vents.....	24
1.6. Végétation.....	P.24
1.6.1. Sur sol dior.....	24
1.6.2. Sur sol des niayas.....	25
1.6.3. Végétation des sites étudiés.....	25
Chapitre II. LE REBOISEMENT.....	P.28
2.1. Considérations générales.....	28
2.2. Les plantations artificielles.....	30
2.3. Cas du reboisement de Mbao.....	31
2.4. L'Eucalyptus camaldulensis.....	34
2.5. Le cadre de l'étude.....	38
Chapitre III. LES METHODES D'ETUDE.....	P.40
3.1. Densités de termites.....	40
3.2. Récolte sur bois mort.....	41
3.3. Récolte sur arbres vivants.....	42
3.4. Plantations expérimentales.....	42
3.5. Mesure de potentiel de sève.....	44
3.6. Récoltes sur litière d' <u>Eucalyptus</u>	45
Chapitre IV. LE PEUPEMENT EN TERMITES.....	P.47
4.1. Les espèces.....	47
4.1.1. Inventaire.....	47
4.1.2. Biologie et écologie des principaux genres....	47
4.1.3. Place des termites dans l'écosystème.....	51

4.2. Les densités de termites.....	P.54
4.2.1. Densités en saison sèche.....	54
4.2.2. Densités en saison des pluies.....	60
4.2.3. Estimation des biomasses.....	63

Chapitre V. RECOLTES SUR BOIS MORT.....P.68

5.1. Introduction.....	68
5.2. Données globales sur les récoltes.....	70
5.2.1. En forêt naturelle.....	70
5.2.2. En plantation de 1983.....	71
5.2.3. En plantation de 1981.....	74
5.3. Comportement des espèces.....	75
5.3.1. Sur bois d' <u>Anacardium</u>	76
5.3.2. Sur bois d' <u>Eucalyptus</u>	77
5.3.3. Comparaison entre les divers comportements....	79
5.3.4. Le cas de la saison de transition.....	79
5.3.5. Récoltes par espèces de termites	80
5.4. Relations nombre de termites-poids de bois récolte...	82
5.5. Conclusions.....	84

Chapitre VI. RECOLTES SUR ARBRES VIVANTS.....P.87

6.1. Cas de présence des termites.....	87
6.1.1. Modalités de présence sur les arbres vivants..	87
6.1.2. Effet sur l'état végétatif de l'arbre.....	95
6.1.3. Les espèces présentes sur les arbres vivants..	95
6.1.4. Discussion.....	97
6.2. Les plantations expérimentales.....	99
6.2.1. La croissance des plants.....	99
6.2.1.1. Plants du lot 1.....	99
6.2.1.2. Plants du lot 2.....	101
6.2.1.3. Plants du lot 3.....	104
6.2.1.4. Comparaison entre lots.....	106
6.2.2. Etude des attaques de termites.....	107
6.2.2.1. Les attaques du lot 1.....	107
6.2.2.2. Les attaques du lot 2.....	110
6.2.2.3. Les attaques du lot 3.....	111
6.2.2.4. Comparaison entre lots.....	114
6.2.2.5. Les espèces de termites attaquantes...	114
6.2.2.6. Conclusions.....	114
6.3. Les causes de l'attaque des plants par les termites.	117
6.3.1. Mesures de potentiels de sève.....	117
6.3.2. Signification des valeurs mesurées.....	117
6.3.3. Interprétation des résultats.....	118
6.3.4. Conclusions.....	123

Chapitre VII. RECOLTES SUR LITIÈRE D'EUCALYPTUS

7.1. Evolution de la litière au sol.....	126
7.1.1. Les pertes de poids.....	126
7.1.2. Analyses chimiques et organiques des feuilles.....	128
7.1.3. les attaques de termites.....	129
7.2. Etude du fractionnement de la matière organique.....	131
7.3. Tests de consommation.....	132
7.3.1. Au laboratoire.....	132
7.3.2. Sur le terrain.....	134
7.4. Conclusions.....	138

Chapitre VIII. DISCUSSIONS ET CONCLUSION GENERALE

8.1. Le peuplement en termites.....	139
8.1.1. Inventaire des espèces.....	139
8.1.2. Les densités.....	140
8.2. Récolte sur arbres vivants.....	142
8.3. Récolte sur bois mort.....	144
8.4. Récolte sur la litière.....	146
8.5. Conclusion générale.....	148

BIBLIOGRAPHIE.....	151
---------------------------	------------

INTRODUCTION

Le domaine forestier naturel du Sénégal est actuellement très menacé par des facteurs climatiques et anthropiques défavorables qui rendent de plus en plus difficile le maintien des essences de valeur comme leur régénération naturelle.

Les actions de reboisement menées par le service des Eaux et Forêts aboutissent à recréer de nouveaux écosystèmes à travers le pays. Même si la plupart de ces boisements évoluent assez correctement, il reste nécessaire de déterminer leur influence sur le milieu (sols et équilibre de l'écosystème). En effet, les reboisements sont essentiellement constitués d'essences exotiques dont les effets à long terme sur l'environnement sont peu connus. Une recherche est alors nécessaire dans ce domaine, et la présente étude s'intéresse à l'évolution de la litière et des produits ligneux d'un peuplement d'Eucalyptus, en relation avec l'action des populations de termites, afin d'apporter des éléments de réponse à ce problème.

En Afrique tropicale sèche, les termites jouent un rôle important dans la dégradation et le recyclage des débris ligneux (ALONI et al., 1983; BUXTON, 1979; ABE, 1980). De même, leur construction de puissants édifices épigés et leur remaniement des horizons du sol sont très importants dans l'évolution des sols (apport de matériaux néogènes à la surface du sol) (NYE, 1955; GRASSE, 1950; HEINZELIN, 1955; MALDAGUE, 1963 et 1970). L'action des Macrotermes constructeurs de termitières géantes aboutit dans certaines régions à la constitution d'un nouveau sol (BOYER, 1958). La fertilisation des sols par les termites a été démontrée depuis fort longtemps (GRIFFITH, 1953; WILD, 1952; MALDAGUE, 1964). Ce rôle sur la fertilité des sols serait en rapport avec l'espèce de termite considérée. A ce propos GARNIER-SILLAM (1987) montre que l'action des Macrotermes champignonnistes consiste à concentrer des éléments organiques dans leurs nids, alors que les humivores participent plus à la décomposition de la matière organique et à l'enrichissement du sol.

Dans les pâturages semi-arides du Kenya, le prélèvement herbacé de Macrotermes michaelseni est voisin du prélèvement des grands herbivores, ou peut même le dépasser (LEPAGE, 1981 a & b). De même, le rôle prédominant des termites dans les savanes tropicales a été souligné par divers auteurs (BODOT, 1966; ROY-NOEL, 1971; JOSENS, 1972; LEPAGE, 1974 b).

Nous abordons l'étude et l'impact des populations de termites en milieu forestier, en prenant pour exemple le périmètre de reboisement de Mbao (Cap-vert, Sénégal).

Notre objectif était de préciser l'action des termites sur les plantations forestières, ce qui impliquait de déterminer avec précision leur influence sur les arbres vivants et de rechercher les facteurs qui déterminaient leur récolte.

Cette recherche impliquait tout d'abord de préciser les peuplements de termites dans les milieux étudiés (espèces présentes, densité des populations) ainsi que les activités saisonnières de récolte sur bois mort.

L'étude proprement dite de l'action des termites sur les arbres a été menée en suivant régulièrement les plants au cours de la saison et en établissant des plantations expérimentales. L'analyse de l'état physiologique de l'arbre (mesuré au moyen du potentiel de sève) a été jugée essentielle pour déterminer le type d'attaque par les termites.

Afin d'apprécier l'ensemble du rôle des termites dans ces plantations, nous avons mesuré également leur intervention dans la fragmentation et l'incorporation des litières.

Chapitre I

LE MILIEU

Les travaux ont été effectués dans le périmètre de reboisement de Mbao (région du Cap-Vert, SENEGAL). Deux études complémentaires furent menées hors de ce périmètre: l'étude de la litière d'Eucalyptus camaldulensis, entreprise dans un peuplement forestier non perturbé, le parc de Hann (à 17 km de Mbao), et les mesures de potentiel de sève, effectuées à la station de recherche de Bandia techniquement mieux équipée (région de Thiès), à 60 km de Mbao.

1.1. LA REGION DU CAP-VERT.

Située à la partie la plus occidentale de l'Afrique (longitude : 17°30'0), cette presque île excentrée inclut la capitale Dakar.

La **figure 1** donne la situation géographique de cette région de 55.000 ha renfermant plus d'un million d'habitants sur les 6 millions que compte le pays.

1.2. GEOLOGIE.

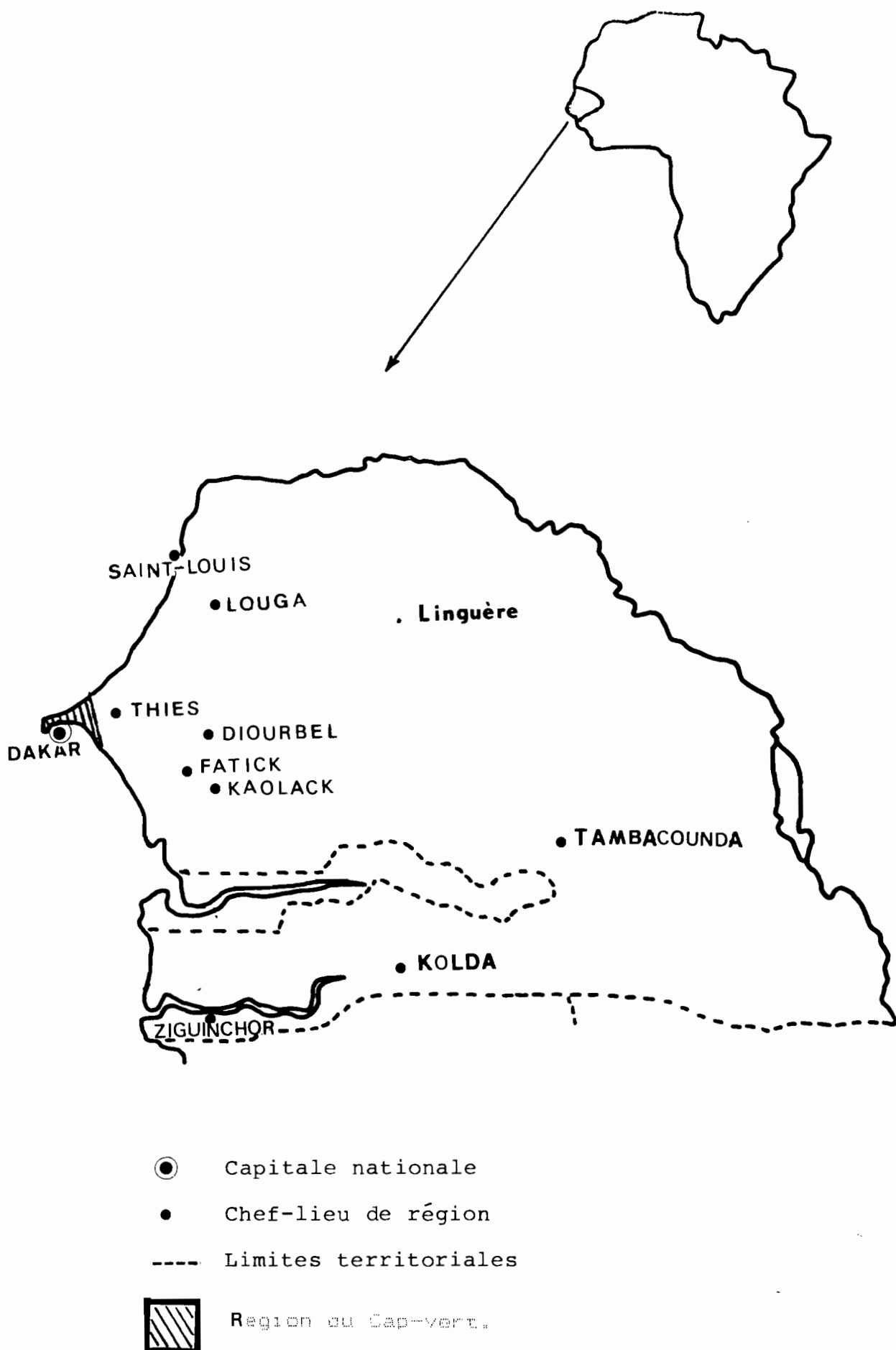
La presque totalité du Sénégal et une partie de l'Ouest mauritanien sont englobées dans le bassin sédimentaire sénégal-mauritanien.

1.2.1. Le Primaire

L'ouest africain est resté émergé durant le primaire, de la fin du carbonifère jusqu'au milieu du crétacé. Au Sénégal, la série gréseuse primaire occupe peu de place alors que dans les territoires voisins, son extension est considérable (BRIGAUD, 1960).

Figure 1

Situation géographique de la région du Cap-vert.



1.2.2. Le Secondaire

Dans la région du Cap-vert cette série est constituée par des marnes, des marno-calcaires et des limons du Maestrichien, désignés sous le nom de série de Dakar.

Pour MARVIER(1953), cette série de Dakar comprend:

- les marnes des Madeleines très gréseuses;
- les limons de l'hôpital;
- les marno-calcaires phosphatés de la prison;
- les marnes de la poudrière.

1.2.3. Le Tertiaire

La presqu'île du Cap-vert montre des affleurements du Paléocène entre Popenguine et Toubab-diallao et de l'Eocène supérieur au niveau de Dakar.

1.2.4. Le Quaternaire

TRICART et DUBOIS (1954), cités par BRIGAUD (1960), notent que le quaternaire sénégalais se caractérise par la carapace ferrugineuse qui recouvre le continental terminal et qui se continue par des dunes rouges, puis jaunes, celles-ci étant précédées et suivies de formations de plages marines. Cette stratigraphie du quaternaire se termine par des récurrences éoliennes récentes.

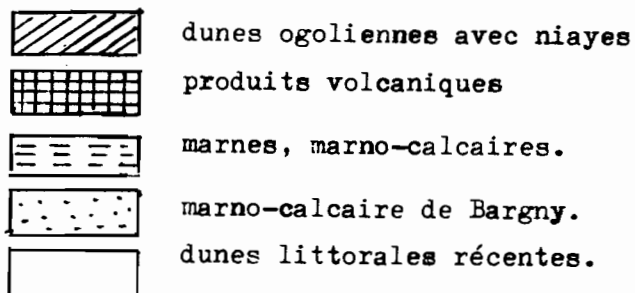
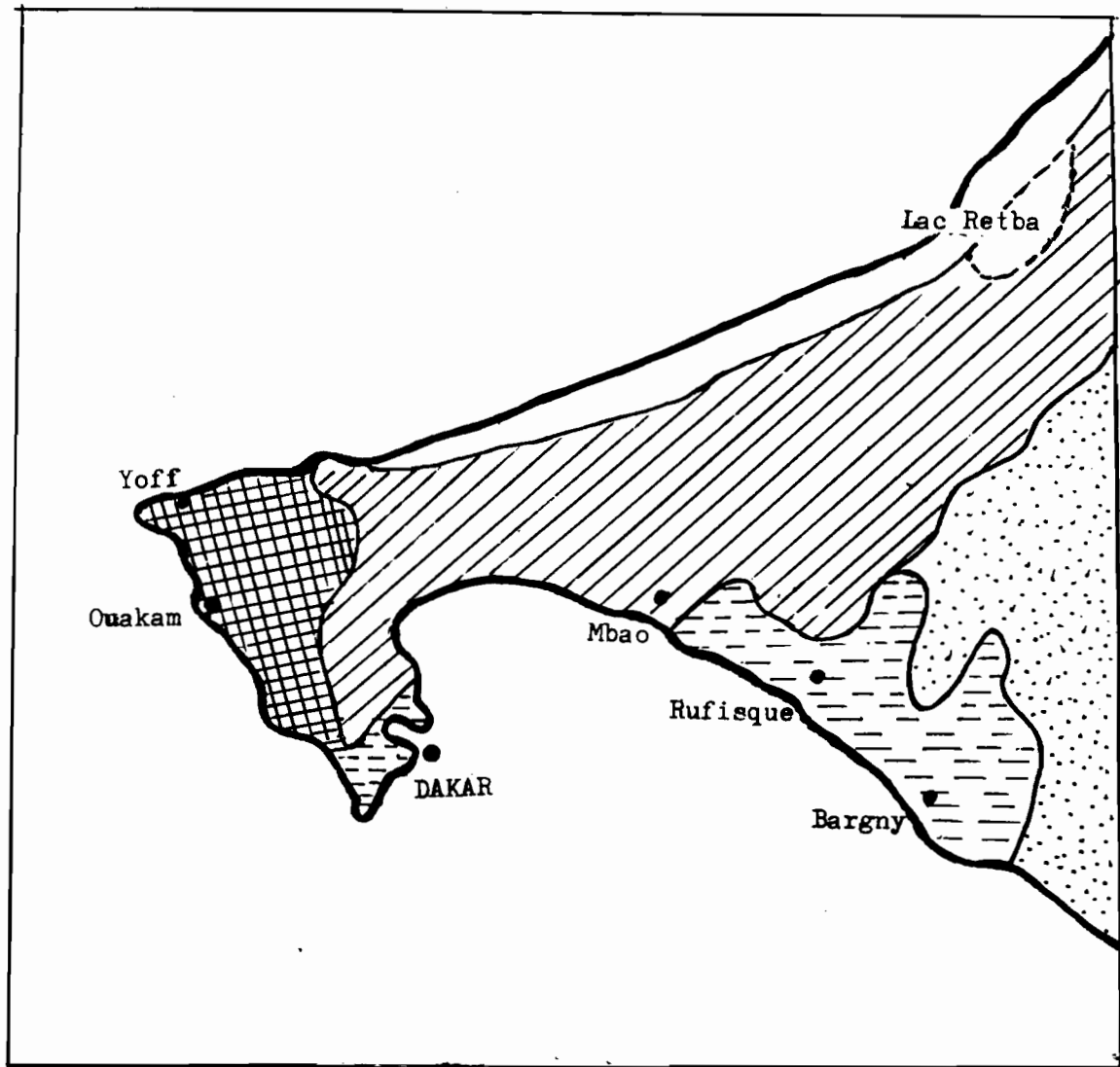
ROY-NOEL(1974) mentionne que la presqu'île du Cap-vert est recouverte de divers sédiments de cette époque:

- les alluvions graveleuses de Thiaroye;
- les sables infrabasaltiques de la tête de la presqu'île;
- les produits du système volcanique des mamelles.

Depuis le début du quaternaire, il s'est établi dans cette région un important mouvement dunaire à partir de dépôts de sables coquilliers progressivement déblayés vers les dépressions et formant peu à peu un système de dunes rouges atteignant d'importantes hauteurs (50 m par endroits : on note l'envahissement total de la végétation arborée dans le cas du Lac Retba. Cette recrudescence de la déflation éolienne est signalée dans toute la zone littorale (MICHEL et al., 1969). De même, GUILCHER (1954) signale l'avancée des dunes paraboliques vers l'intérieur.

Figure 2

Coupe géologique de la région du Cap-vert, d'après MARTIN (1970), simplifiée.



D'autre part, un cordon littoral de dunes blanches et jaunes s'est formé avec l'avancée de la mer. Ce vaste mouvement d'avancée des sables obligea les autorités à entreprendre dès 1948, des actions de reboisement pour fixer les dunes dans la zone nord du pays. L'espèce forestière utilisée fut le filao (Casuarina equisetifolia), de bonne venue sur le sable et assez flexible pour supporter les effets des vents.

La **figure 2** présente l'esquisse géologique de la région du Cap-vert, d'après MARTIN, 1970 (in ROY-NOEL, 1974).

1.3. HYDROLOGIE

Une importante nappe aquifère s'étend sur l'ensemble des systèmes dunaires de la presqu'île:

- les dunes rouges intérieures;
- les dunes jaunes post-nouakchottiennes semi-fixées;
- les dunes blanches plus récentes.

Cette nappe est de profondeur variable selon les différents milieux :

- affleurante dans les niayes;
- entre 2 et 7 m de profondeur en dunes ogoliennes;
- entre 3 à 30 m de profondeur dans la zone des dunes littorales.

Dans certains puits de la région, on note à la suite de prélèvements intensifs, des arrivées d'eau saumâtre, provenant de la nappe sous-jacente.

Les dispositions actuellement en vigueur du service de l'Hydraulique préconisent une protection et une meilleure utilisation de cette nappe souterraine.

1.4. LES SOLS.

Plusieurs types de sols existent dans la région, en rapport avec la grande variété des formations géologiques. Une description détaillée de ces sols a été faite par MAIGNIEN (1963). Nous n'examinerons que la classe des sols d'apport qui recouvrent la majorité de notre zone de recherche.

La **figure 3** représente une coupe des séries pédologiques au niveau du reboisement de Mbao et montre que la plupart de ces sols appartiennent à la série de Mbambilor avec, à certains endroits, la présence de niayes ou dépressions

interdunaires. Cette série de Mbambilor est caractérisée par des sols diors sableux et pauvres en matière organique (de 0,2 à 0,4 %) et en azote (0,1 %) (étude SONED, 1986).

MAIGNIEN (1963), cité par ROY-NOEL (1982) donne la granulométrie de ces sols à la profondeur de 0 à 100 cm :

- Sables grossiers : 41-35,8% ;
- Sables fins : 58,7-64% ;
- Limons : traces ;
- Argiles : traces ;
- Matières organiques : 0,4-0,1% ;
- PH : 6,0-5,4.

L'étude précitée de la SONED fournit quelques résultats d'analyses chimiques de sols appartenant à cette série pédologique (tableau 1).

Par ailleurs, le tableau 2 présente l'analyse granulométrique des prélèvements effectués dans nos 3 parcelles d'étude du périmètre de reboisement de Mbao.

Ces exemples confirment la nature très sableuse des sols, leur pauvreté en matière organique et donc leur vulnérabilité à l'érosion éolienne.

Dans ce tableau, on constate que le taux d'argile des parcelles 1983 et 1981 est plus faible en surface qu'en profondeur alors qu'il est plus élevé en surface qu'en profondeur dans la forêt naturelle.

Dans les niayes se rencontrent des sols à hydromorphie totale ou partielle. ADAM (1955) distingue:

- la zone de transition dune-niaye où, pendant la saison des pluies, le sol reste humide (en surface et en profondeur) tandis qu'en saison sèche, il devient sec en surface;

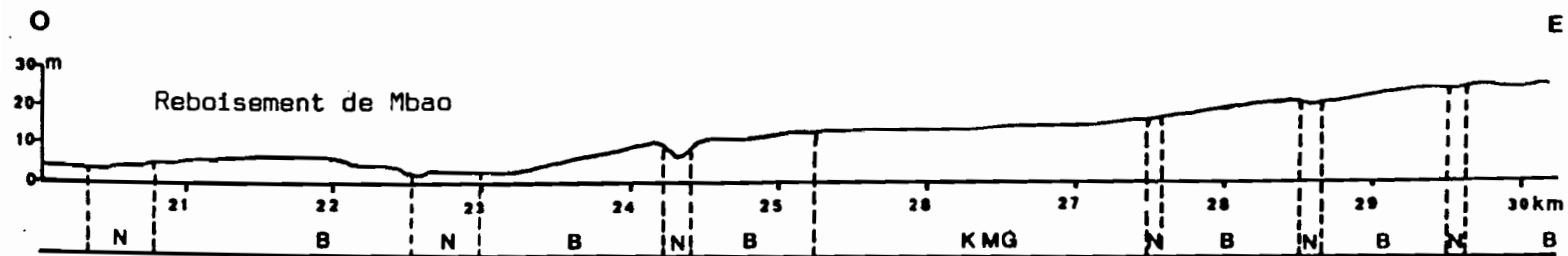
- la zone à Elaeis où le sol reste humide en saison sèche et peut être inondé en saison des pluies;

- la niaye hygrophile plus ou moins douce où le sol est pratiquement inondé en permanence;

- la niaye hygrophile plus ou moins saumâtre où le sol reste également inondé une bonne partie de l'année.

Le périmètre de reboisement de Mbao renferme par endroits des dépressions occupées surtout par la zone de transition dune-niaye et, moins fréquemment, par la zone à Elaeis.

FIGURE



Coupe Est-Ouest dans la Presqu'île suivant le parallèle 14°45: topographie et répartition des séries pédologiques. (d'après LEPRUN, communication personnelle 1971).

(in ROY-NOËL, 1971 . N= série des niayes (hydromorphe)

B= série de Bambilor (sableux)

K.M.G. = zone du village de Keur Matar Guéye.

Figure 3

Coupe des séries pédologiques au niveau du périmètre de reboisement de Mbao.

Tableau 1

Analyses chimiques d'un sol de la série de Mbao (SONED, 1986).
(S= somme des bases échangeables, T= capacité totale d'échange)

Prof. (cm)	C %	N ‰	C/N	P ₂ O ₅ ‰	Meq/ 100g						S/T %	pH eau
					Ca	Mg	Na	K	S	T		
0-25	0,08	0,06	13,3	0,02	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	13,9	0,7	5,3

Tableau 2

Analyse granulométrique de 3 sites du périmètre (analyses effectuées
par le laboratoire commun de l'ORSTOM de Dakar).

(A = argile; LF = limons fins; LG = limons grossiers; SF = sables
fins; SG = sables grossiers; H = humidité.)

MILIEUX	Profondeur (cm)	A %	LF %	LG %	SF %	SG %	H %
Parcelle naturelle	0	2,7	1,6	4,6	56	34,1	1,2
	40	1,9	0,5	3,7	62,2	29,9	1,3
	100	0,7	0,8	2,5	64,9	28,4	1,3
Parcelle 1983	0	2,1	0,6	1,4	59,8	34,7	1,0
	40	2,5	0,5	2,7	62,6	29,7	1,2
	100	2,3	0,4	3,4	60,7	31,5	1,3
Parcelle 1981	0	1,8	0,9	2,9	58,3	34,3	1,3
	40	2,3	0,3	2,9	60,6	32,0	1,5
	100	2,7	0,2	1,8	66,5	27,3	1,1

Cette dernière zone, qui jadis bénéficiait d'une nappe peu profonde et d'une importante humidité pendant toute l'année, a subi de grandes perturbations à la suite de la sécheresse persistante et des actions anthropiques (saignées excessives et exploitation abusive des feuilles de palmiers).

1.5. LE CLIMAT

La complexité du climat de la région du Cap-vert est reconnue par tous les auteurs qui l'ont étudié. Sa position côtière l'expose aux influences alternées de la mousson et des alizés qui entraînent une assez forte humidité en saison sèche, contrairement aux zones continentales soumises aux effets de l'harmattan (vent chaud et sec).

Cependant, la persistance de la sécheresse et des déboisements pourrait avoir un certain impact sur le cycle climatique très perturbé de ces dernières années. COUREL (1984) indique que depuis le début du siècle, il y a eu cinq périodes de sécheresse: 1910-1916, 1930-1931, 1940-1942, 1947-1949, 1968-1983, et une seule période largement excédentaire : 1950-1958.

Le même auteur considère que la sécheresse actuelle constitue une véritable crise climatique. Par ailleurs, les déficits et les excédents ne sont pas périodiques, mais récurrents (GUIRAUD et ROSSIGNOL, 1973; CHAMARD et COUREL, 1983).

On reconnaît, en général, 2 saisons principales et 2 saisons de transition:

-la saison des pluies (de juillet à septembre). Son rythme fut très irrégulier au cours des dernières années : réduction et mauvaise répartition des pluies, souvent entrecoupées de longues périodes sèches (surtout en début août ou mi-septembre);

-la saison sèche (décembre à juin). Dans la zone littorale, les écarts thermiques sont tamponnés par l'influence maritime. Au cours de cette période, on enregistre souvent des pluies (heugs) dues aux invasions d'air froid boréal, mais elles sont très faibles et représentent environ 5 % de la pluviométrie annuelle (COUREL, 1984).

-Les 2 saisons de transition, périodes chaudes et humides: d'octobre à fin novembre et de mai et juin. Leur importance dépend de la durée de la saison des pluies. Le climat actuel se caractérise par une forte tendance à l'aridité (MICHEL et al., 1969; DAVEAU et TOUPET, 1963).

1.5.1. Pluviométrie

Le périmètre de Mbao ne dispose pas de station météorologique et le poste pluviométrique de Thiaroye-Mbao a cessé de fonctionner depuis 1983. Au cours de notre recherche, nous avons installé un pluviomètre sur place afin de compléter les données fournies par la station de Dakar-Yoff (située à 17 km). En 1984, la similitude globale du climat des localités de Mbao et Dakar-Yoff avait été établie à partir de la comparaison de leurs données pluviométriques enregistrées entre 1974 et 1983 (**figure 4**). L'étude de ce graphique permet de faire les observations suivantes:

-pour chaque localité, il existe d'importantes variations inter-annuelles de la pluviométrie: 325 mm de différence entre les années 1975 et 1976 au poste de Mbao; un écart de 216.1 mm entre les années 1976 et 1977 au poste de Dakar-Yoff;

-les pluviométries extrêmes notées à Mbao-Thiaroye sont de 696.6 mm en 1975 contre 131.3 mm en 1977. Cependant, comme le montre l'allure générale de la courbe, les variations inter-annuelles des 2 stations vont dans le même sens: diminution de la pluviométrie de 1975 à 1977, puis légère remontée jusqu'en 1980-1982, et baisse en 1983. Les moyennes annuelles calculées sur 9 années sont de 329.7 mm pour Dakar-yoff et 359.8 pour Mbao-Thiaroye. On peut admettre, compte tenu de ce qui précède, que les 2 stations se situent dans une même zone climatique. En conséquence, la description des différents paramètres climatiques du reboisement de Mbao s'appuiera sur les données du poste météorologique de Dakar-Yoff. **Le tableau 3** donne les valeurs pluviométriques des années 1985 et 1986 pour la station de Mbao. Durant ces deux dernières années, on observe une nette amélioration des pluies dans l'ensemble de la région, ce qui n'a pas manqué d'avoir des effets positifs sur la flore et la faune.

Figure 4

Evolution comparative des pluviométries annuelles enregistrées
aux postes de Dakar-Yoff et Thiaroye-Mbao entre 1974 et 1984.
Pluviométrie (mm) Années

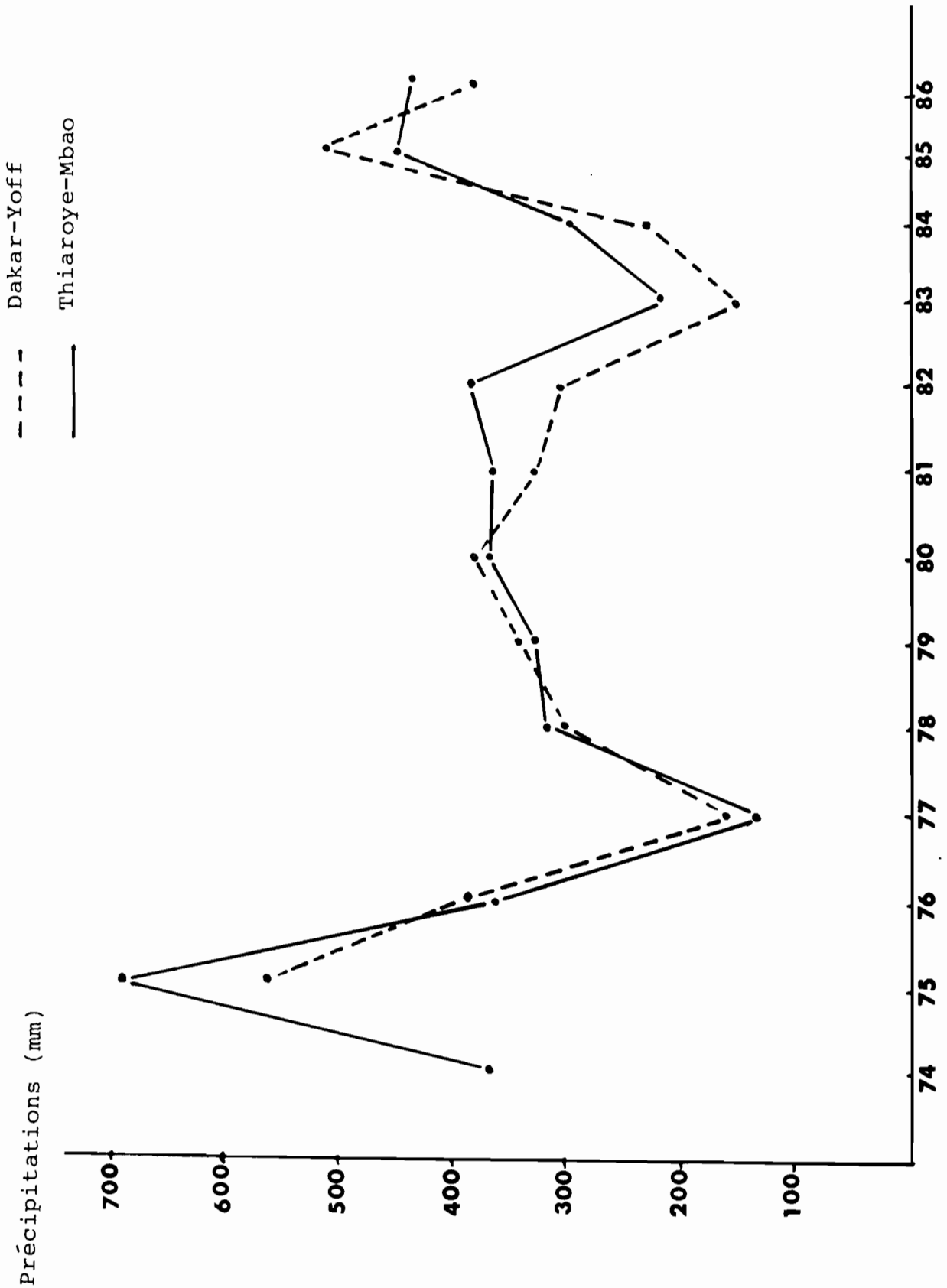


Tableau 3

Pluviométrie mensuelle au périmètre de Mbao, en 1985/1986.

Mois	Année 1985		Année 1986	
	hauteurs(mm)	nb. jours	hauteurs(mm)	nb.jours
Janvier	-	-		
Février	-	-	2,5	1
Mars	-	-	-	-
Avril	-	-	-	-
Mai	-	-	-	-
Juin	65,5	2	-	
Juillet	121	3	35	1
Août	128,5	5	139	8
Septembre	130,5	7	250,5	12
Octobre	4,5	1	11	1
Novembre	-	-	-	-
Décembre	-	-	-	-
Totaux	450	18	438	23

Les pluies sont très inégalement réparties. Les pluies nocturnes (entre 18h et 6h du matin), efficaces du point de vue biologique et pour le bilan de l'eau, sont plus fréquentes et plus abondantes que les pluies diurnes (COUREL, 1984).

1.5.2. Températures sous abri

Elles sont modérées par rapport aux valeurs relevées dans les autres régions du pays. En effet, la position côtière du Cap-Vert explique les faibles écarts thermiques et l'importance de l'humidité relative.

En 1985, la température maximale moyenne est de 39.9 °C en octobre, alors que la valeur minimale extrême, relevée en janvier, est de 16.6°C. Pour l'année 1986, ces données sont respectivement de 30.2°C en octobre et 15.6°C en janvier.

La fluctuation annuelle des températures peut être résumée comme suit:

-les températures minimales se situent généralement entre janvier et février;

-entre janvier et mai (saison sèche), ces valeurs n'augmentent que légèrement, ce qui correspond à la douceur évoquée plus haut;

-de juin à octobre (saison des pluies), les hausses de température sont assez importantes, et cette saison est la plus chaude de l'année;

-les mois de novembre-décembre montrent une baisse graduelle des températures (retour aux valeurs minimales de janvier).

La **figure 5** présente les diagrammes ombrothermiques de 3 années (1984 à 1986), établis d'après les données de la station de Dakar-yoff (BAGNOULS et GAUSSEN, 1957 : P = 2 T). On constate l'existence de 3 mois humides (juillet-septembre). ou de 2 mois seulement, selon les années.

Les pluviométries totales annuelles montrent d'importantes variations :

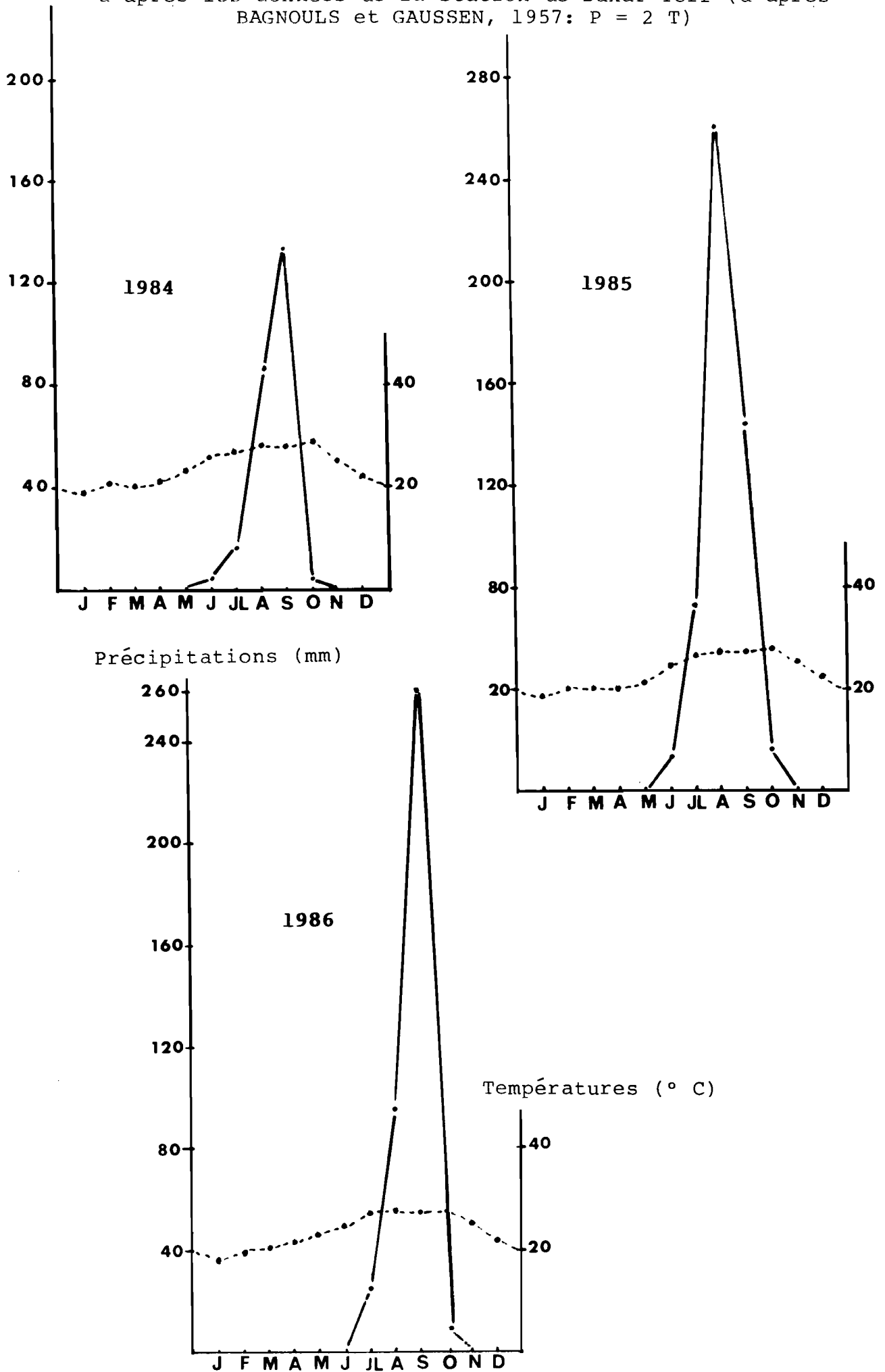
-1980	377,2 mm
-1981.....	338,2
-1982.....	309,5
-1983.....	154,9
-1984.....	230,5
-1985.....	507,7
-1986.....	389,9

On constate donc une baisse importante de la pluviométrie de 1980 à 1983 et une remontée jusqu'en 1985.

Entre 1985 et 1986, on observe une variation dans la répartition des pluies : les pluies de 1985 débutent en juin, avec un maximum en août (260,1 mm) ; en 1986, les pluies débutent en juillet avec un maximum en septembre (260 mm). Ce type de décalage, fréquent dans cette région, a certainement des conséquences sur la macrofaune.

Figure 5

Diagrammes ombrothermiques des années 1984-1986, établis d'après les données de la station de Dakar-Yoff (d'après BAGNOULS et GAUSSEN, 1957: P = 2 T)



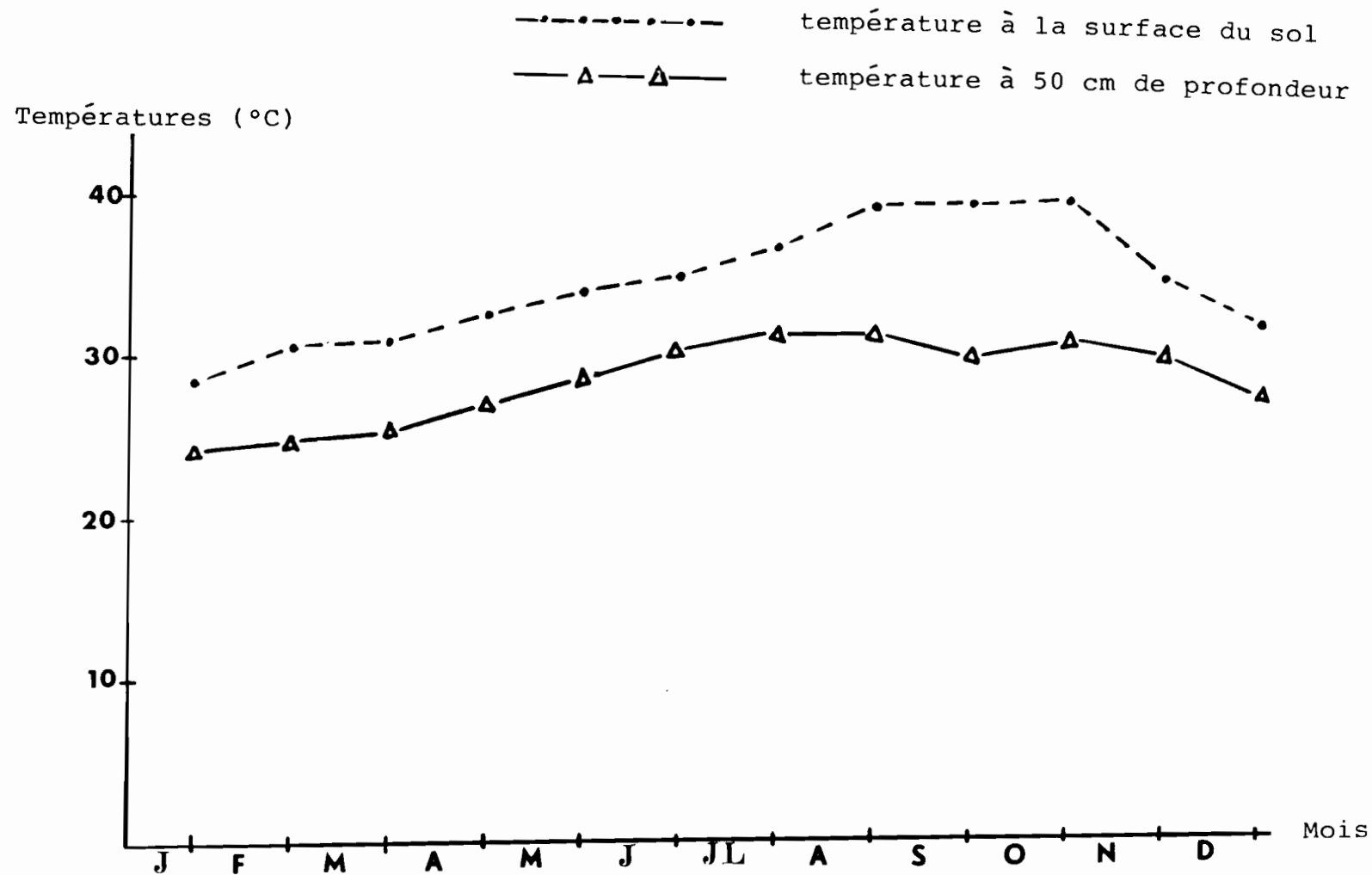


Figure 6

Evolution des températures dans le sol (moyennes mensuelles de l'année 1986), d'après les données de Dakar-Yoff.

1.5.4. Températures du sol

La variation des températures moyennes mensuelles dans le sol est indiquée par la **figure 6**, établie d'après les données de Dakar-Yoff pour l'année 1986. Les commentaires suivants peuvent être faits :

-La différence entre les températures relevées à la surface du sol et à 50 cm de profondeur est relativement faible. En saison sèche, l'écart oscille entre 5,3°C et 6,3°C et il s'élève à 8°C en saison des pluies.

-On note à 50 cm de profondeur une fluctuation importante des températures: en moyenne 26,7° C pour les mois secs (de janvier à juin) et 30,8° C pour les mois pluvieux (de juillet à septembre).

D'après les données recueillies à Dakar par SALVADOR (1959), COUREL (1984) indique que la vitesse de propagation de la chaleur est très lente dans les sols sableux: "dans les niveaux superficiels elle est de 3,5 cm par heure et de 4,5 cm par heure dans les niveaux les plus profonds; à 50 cm de profondeur, la température maximum est atteinte pendant la nuit et la température minimum dans l'après-midi du lendemain, entre 16h et 18h ; pour que la température arrivant à la surface du sol pénètre à une profondeur de 1 m, il faut environ 24 heures".

SALVADOR (op. cit.) signale que la variation diurne de la température n'est plus sensible à 2 m de profondeur.

1.5.5. Hygrométrie

Le **tableau 4** récapitule les valeurs maximales et minimales de l'humidité relative, de 1980 à 1986 à la station de Dakar-Yoff. On constate que malgré la longue saison sèche qui prévaut dans la région, le taux d'humidité y est assez important et ce, durant toute l'année. Ce facteur contribue beaucoup à la modération du climat, surtout par comparaison avec les climats des autres régions sahéliennes recevant une pluviométrie voisine (LEPAGE, 1974).

D'après MICHEL et al. (1969), la côte reçoit, à latitude égale, moins d'eau que l'intérieur en raison de l'influence de l'alizé maritime mais cette légère différence est largement compensée par les autres effets de ce vent atlantique :

Tableau 4

Moyennes mensuelles des valeurs minimales et maximales de l'humidité relative à Dakar-Yoff, de 1980 à 1986.

Mois	MAXIMA							MINIMA						
	80	81	82	83	84	85	86	80	81	82	83	84	85	86
Janvier	93	83	88	86	85	94	85,2	59	35	37	33	46,3	60	46
Février	91	91	93	90	88	92	92	50	59	63	51	36,5	54	59
Mars	92	91	92	92	93	90	93,3	62	57	59	58	66,6	59	56
Avril	91	92	92	94	95	94	91	63	66	66	70	71	67	64
Mai	94	90	91	92	91	95	91,6	67	66	66	70	67,5	69	70
Juin	89	88	90	89	89	93	92	69	68	68	69	68	69	72
Juillet	84	87	88	84	87	93	85	65	67	66	66	68	71	64
Août	88	92	91	87	90	94	92	68	70	71	66	68	75	71
Septembre	93	91	92	90	92	96	96,7	73	68	67	68	71	75	72
Octobre	93	88	90	91	95	96	91,4	68	62	61	65	63,5	65	64
Novembre	88	88	87	89	87	93	86,7	58	44	40	58	52,6	54	47
Décembre	82	84	85	82	92	83	-	43	41	44	41	48	39	-

- atténuation des températures et diminution de l'évaporation;
- persistance d'une atmosphère à taux d'humidité relativement élevé;
- des brouillards fréquents;
- plus grande fréquence de la rosée que dans l'intérieur.

Selon COUREL (op.cit), les écarts entre les valeurs moyennes mensuelles extrêmes sont plus importants au Sahel occidental qu'au Sahel central, et plus importants au sud qu'au nord de la zone sahélienne. Par ailleurs, elle indique que dans les régions littorales du Sénégal, l'humidité est toujours relativement élevée et varie peu d'un mois à l'autre (**figure 7**).

1.5.6. L'évaporation

Les valeurs les plus fortes de l'évaporation sont notées entre mars et mai, les plus faibles entre août et septembre (saison des pluies). Elles sont moins importantes dans les régions littorales que dans les régions continentales. Dans les premières, le rapport de la tranche d'eau évaporée à la hauteur moyenne des précipitations varie de 2 à 3, alors que dans les secondes, ce rapport va de 5 à 20 (COUREL, 1984), (**figure 8**). Le même auteur signale qu'au total, le bilan de l'eau est largement négatif, même si on y ajoute l'eau des rosées.

1.5.7. La rosée

Elle constitue un facteur très important pour le climat du Cap-Vert, comme le montre la **figure 9**, qui compare les données mensuelles de la pluviométrie de 1980 à 1983 et les nombres de jours de rosée : on constate que cette rosée est très importante durant la saison sèche.

De même, le **tableau 5** indique les totaux mensuels de jours de rosée pour les années 1985 et 1986. La plupart de ces condensations nocturnes se manifestent en saison sèche. Selon MASSON (1948), cité par COUREL (1984), la rosée équivaut à 3,4 % de l'apport pluviométrique total, soit 17,5 mm.

Figure 7

Moyennes mensuelles des valeurs maximum et minimum de l'humidité de l'air à Dakar (station littorale) et à Linguère (station continentale), d'après COUREL (1984).

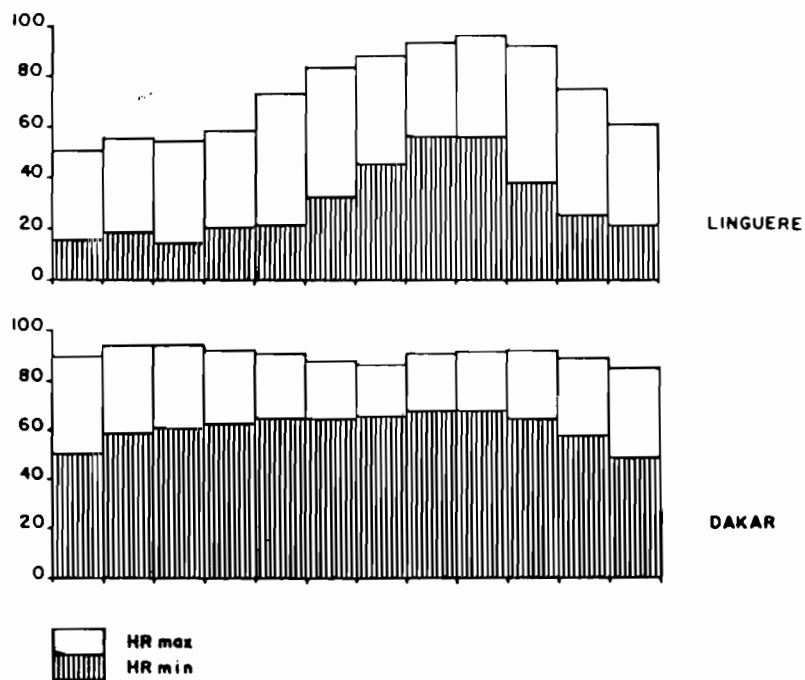
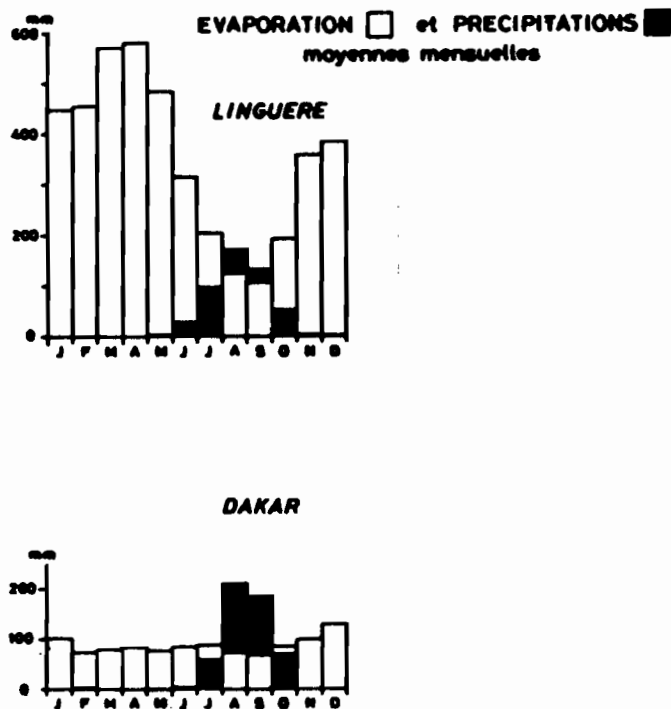


Figure 8

Moyennes mensuelles de l'évaporation et des précipitations à Dakar et Linguère (COUREL, 1984).



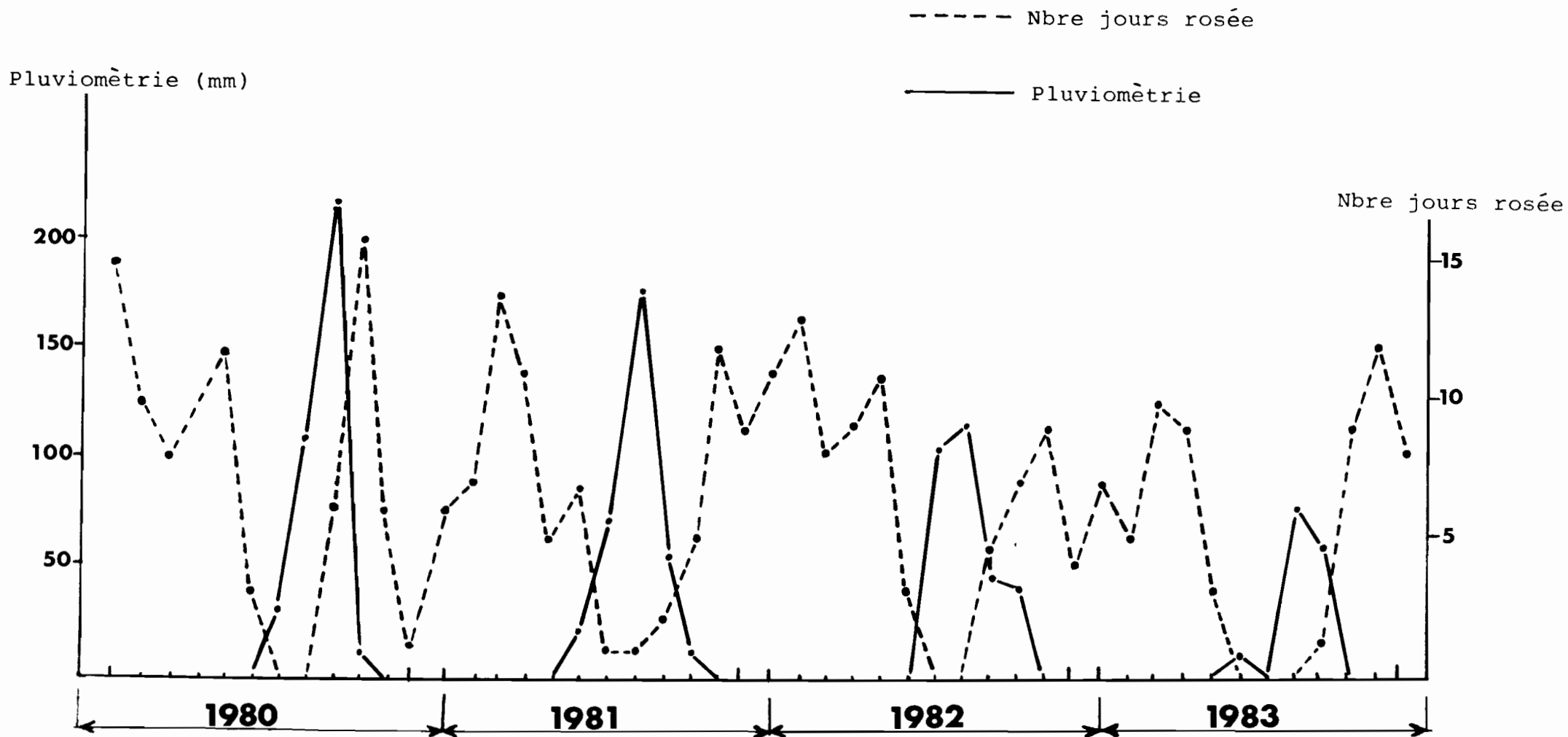


Figure 9

Précipitations et nombre de jours de rosée mensuels de 1980 à 1983 (données de Dakar-Yoff fournies par l'ASECNA).

Tableau 5

Nombre de jours de rosée relevés en 1985 et 1986 à Dakar-Yoff.

MOIS	Nb jours rosée en 1985	Nb jours rosée en 1986
Janvier	12	2
Février	10	11
Mars	9	11
Avril	19	6
Mai	12	1
Juin	0	5
Juillet	0	0
Août	9	6
Sept.	11	12
Octob.	22	11
Nov.	12	7
Décem.	2	-
Totaux	118	72

Sur sol sableux, cette eau s'infiltré seulement à une profondeur moyenne de 1 cm, ce qui peut néanmoins s'opposer à l'évaporation et déclancher la rosée interne (MASSON, op.cit.).

Dans la ville côtière de Saint-Louis, les observations montrent que la rosée est surtout fréquente d'octobre à juin, avec des maxima de mars à mai (MICHEL et al., 1969).

1.5.8. Les vents

La région du Cap-vert est régie par deux vents principaux:

- les Alizés marins, humides et frais, dépendant de l'anticyclone des Açores (direction nord-nord-ouest) qui se manifestent d'octobre à mai. Ils atteignent souvent 10 m/s;

- la Mousson, vent chaud et humide (direction ouest-sud-ouest) qui souffle de juin à octobre.

Les Alizés continentaux et l'Harmattan chauds et secs, sont moins fréquents dans le Sahel atlantique (COUREL, 1984).

ROY-NOEL (1982) signale que la lisière nord du reboisement de Mbao ressent l'influence des Alizés marins.

1.6. VEGETATION.

Les caractères de certains sols, la présence de nappe phréatique affleurante et d'eaux saumâtres découpent la végétation de la région en une véritable mosaïque de groupements (ROY-NOEL, 1974).

En relation avec la nature des sols du périmètre de reboisement de Mbao, on distingue les groupements végétaux suivants :

1.6.1. Sur sols Diors (série de Mbambilor).

Les groupements existant sur ces sols sont constitués par des steppes buissonnantes et des steppes arbustives.

Au niveau de la strate arbustive, les espèces caractéristiques sont :

- Parinari macrophylla (Rosaceae)
- Euphorbia balsamifera (Euphorbiaceae)

En strate herbacée, les principales espèces rencontrées sont :

- Aristida longiflora (Gramineae)
- Perotis indica (Gramineae)
- Crotalaria podocarpa (Papilionaceae)
- Hyparrhenia dissoluta (Gramineae)

1.6.2. Sur sols hydromorphes (série des niayes).

Au niveau de la série des niayes, on distingue dans le périmètre de Mbao, sur sols interdunaires gris et dans les dépressions plus ou moins sèches, une végétation de type soudanien.

Sur les sols interdunaires gris, on note en strate arbustive les espèces principales suivantes :

- Acacia albida (Mimosaceae)
- Balanites aegyptiaca (Simarubaceae)
- Ziziphus mauritiana (Rhamnaceae)
- Parinari macrophylla (Rosaceae)
- Annona senegalensis (Annonaceae)

En strate herbacée, on distingue :

- Andropogon gayanus (Gramineae)
- Hyparrhenia dissoluta (Gramineae)

La végétation ligneuse des dépressions se compose des principales espèces suivantes :

- Elaeis guineensis (Palmaceae)
- Ficus capensis (Moraceae)
- Ficus ovata " "
- Ficus platyphylla "
- Allophylus africana (Sapindaceae)
- Alchornea cordifolia (Euphorbiaceae)
- Kaya senegalensis (Meliaceae)
- Piliostigma reticulata (Caesalpiniaceae)
- Andira inermis (Papilionaceae)

Au niveau de la strate herbacée, on note :

- Leersia hexandra (Gramineae)
- Oryza barthii (Gramineae)
- Jussiaea repens (Oenotheraceae)

1.6.3. Végétation des sites étudiés

a) La forêt naturelle

La flore de ce site situé en interdune est composée d'essences locales avec, par endroits, quelques espèces exotiques issues d'anciennes plantations de restauration

entreprises par le service des Eaux et Forêts, et décimées à la suite des années de sécheresse successives.

L'Acacia albida est l'espèce dominante et d'après l'estimation que nous avons faite (comptage directe des arbres de 2 quadrats ayant un ha chacun), la densité des arbres atteint 400 pieds/ha. L'existence de plusieurs clairières y favorise la présence d'une strate herbacée assez importante (**tableau 6**), mais qui est très vite consommée par les nombreux troupeaux qui fréquentent les lieux.

b) Les plantations forestières

Les zones les plus dégradées du périmètre font l'objet d'une mise en valeur, par l'installation de plantations artificielles. Les deux parcelles étudiées ont été reboisées en Eucalyptus camaldulensis et sont âgées respectivement de 3 et 5 ans. Ces reboisements sont précédés par des travaux de préparation des sols (défrichage, labour, piquetage et trouaison) et les plants employés ont été élevés en pépinière pendant 4 à 6 mois dans des gaines en polyéthylène.

L'écartement adopté est en général de 3 x 3,5 m pour faciliter les entretiens mécaniques, ce qui correspond à des densités de 900 plants/ha.

Un traitement anti-termite est appliqué uniquement au moment de la plantation et le produit le plus employé (plus grande disponibilité) est le H.C.H. (hexachloro-hexane). Les plantations 1981 et 1983 ont été désherbées au cours des 2 premières années qui ont suivi leur mise en place pour réduire les pertes en eau des parcelles.

Aucune opération d'éclaircie ou d'élagage n'a été entreprise dans ces sites où les taux de réussite se situent entre 70 et 80 % .

Les biomasses herbacées ont été mesurées au maximum de croissance des herbes annuelles (fin septembre), 10 placeaux de 1 m² chacun sont choisis au hasard dans chaque site ; l'herbe coupée est séchée à l'étuve (103°C pendant 48 h) puis pesée pour déterminer les poids secs. Le **tableau 6** récapitule les valeurs trouvées.

Tableau 6

Echantillonnage des biomasses herbacées dans les 3 sites étudiés (les chiffres entre parenthèses représentent l'erreur standard à la moyenne).

(n = nombre d'échantillons prélevés dans chaque site.)

MILIEU	n	BIOMASSES SECHES (en g/m ²)
Forêt naturelle	10	96,9 (5,5)
Plantation 1983	10	338,7 (8,5)
Plantation 1981	10	187,4 (7,9)

CHAPITRE II

LE REBOISEMENT AU SENEGAL

2.1. CONSIDERATIONS GENERALES

Malgré la priorité accordée par les autorités à la surveillance du domaine boisé, celui-ci n'a cessé de se restreindre sous l'effet de diverses agressions dont l'action de l'homme :

- défrichements multiples et répétés;
- forte exploitation forestière aggravée par une mauvaise utilisation des combustibles ligneux;
- implantations de nouveaux villages sur des terres vierges;
- feux de brousse.

Les conséquences de ces activités ont été amplifiées par le phénomène de la désertification et de la sécheresse qui se poursuit depuis les années 1968 à un niveau tel que les conditions écologiques actuelles du Sahel ont sans doute atteint un point de non retour. Les déficits pluviométriques y sont d'environ 50 % et la mauvaise répartition des pluies ne semble pas favoriser une régénération équilibrée de la flore.

La notion de sécheresse n'est pas absolue mais relative (RAMADE, 1987) et sa définition se base sur le déficit de précipitation exprimé en pourcentage par rapport à la moyenne annuelle du lieu considéré. Cet auteur indique qu'une baisse de 25 à 30 % des précipitations se traduit, dans les zones tropicales à saison sèche prolongée, par une production catastrophique. Les experts utilisent les valeurs de la production pour désigner le degré de sécheresse, compte-tenu des relations étroites existant entre ces deux paramètres. Ainsi, une sécheresse est dite sérieuse quand les rendements chutent de 10 % de leurs valeurs moyennes, tandis qu'elle est qualifiée de catastrophique quand cette baisse de production dépasse les 30 % .

L'autre phénomène inquiétant est la désertification dont l'importance et l'extension à travers le monde ont été soulignées lors de la réunion de la conférence des Nations Unies sur la désertification en 1977, à NAIROBI.

Cette désertification résulte d'un déséquilibre du système dynamique constitué par l'homme, le climat, le sol et la végétation (rapport Ministère de la Protection de la Nature, 1984).

La dégradation des écosystèmes consécutive aux processus de désertification a fait l'objet de plusieurs études (HUBERT, 1920; AUBREVILLE, 1949; RAMADE, 1981, 1987).

Plusieurs mesures furent adoptées au Sénégal pour lutter contre la désertification:

- organisation sur le terrain d'une mission de planification et de programmation de l'UNSO (Organisation des Nations Unies pour le Sahel) afin d'évaluer la gravité et les causes de ce phénomène;

- institution d'un groupe de travail interministériel afin d'élaborer des plans sectoriels ou globaux de lutte;

- élaboration d'un plan directeur de développement forestier dans lequel la lutte contre la désertification prend une part très importante (rapport C.T.F.T/SCET INTERNATIONAL, 1982);

- organisation d'un Conseil National sur ce problème en vue d'une large campagne de sensibilisation en milieu paysan.

A la suite de ces mesures, des méthodes précises de protection et de restauration du domaine forestier national ont été mises en place :

- mise en défense des zones dégradées les plus sensibles du Ferlo (au niveau des forages) par l'installation de clôtures permettant une régénération normale;

- lutte contre les feux de brousse qui constituent une des plus importantes causes de désertification;

- économie des ressources ligneuses existantes afin de satisfaire les demandes, estimées à 1 m³ de bois par personne et par an, soit 6 millions de tonnes pour l'ensemble du pays, ce qui correspond à 1.400.000 tonnes de fuel (rapport op. cit.). Dans ce même document on précise que la consommation énergétique du pays se répartit entre 64 % pour le bois et 36 % pour le pétrole.

L'économie des ressources ligneuses comporte différentes actions:

- amélioration des méthodes de carbonisation;

-amélioration des méthodes de cuisson en vulgarisant un fourneau permettant d'utiliser au moins 30 ou 40 % de l'énergie produite, au lieu des 5 % avec la méthode traditionnelle;

-utilisation de la tourbe pour la production d'énergie domestique, permettant de diminuer la pression supportée par la forêt;

-vulgarisation de l'emploi du biogaz, du charbon de coques d'arachides;

-études des possibilités d'importation de bois et de charbon de bois;

-enfin, stimulation des actions de reboisement à travers tout le pays, avec la participation des habitants.

2.2.LES PLANTATIONS ARTIFICIELLES.

Au Sénégal, la politique de reboisement répond à certains grands objectifs :

-la satisfaction des demandes en matériaux de construction, en combustible ligneux et en produits forestiers utilisés dans l'alimentation;

-l'équilibre écologique des écosystèmes, en régénérant les terres de culture dégradées puis abandonnées à l'érosion, en protégeant et en restaurant les pâturages, en fixant les dunes et les zones soumises à l'érosion, en entreprenant des plantations d'alignement, d'ombrage et d'agrément.

Les premiers travaux de reboisement ont débuté en 1936, avec les plantations de Teck en Casamance mais déjà en 1863, on avait commencé à introduire dans le pays des essences étrangères comme l'Eucalyptus (ADAM, 1956).

En 1947, des plantations de fixation des dunes le long de la côte nord furent faites au Cap-Vert pour sauvegarder les cuvettes maraîchères menacées par l'envahissement des sables.

De même, d'importantes dispositions furent prises à partir de 1972, parmi lesquelles on note :

-création en 1973-1974, d'un centre expérimental pour le reboisement de la zone sylvo-pastorale la plus exposée aux risques;

-démarrage en 1975, du projet de reboisement de fixation des dunes littorales et secondaires dans la région de Louga;

-création en 1976, du projet de reboisement et d'aménagement sylvo-pastoral de la zone nord, chargé d'implanter des boisements de protection autour des forages qui constituent des zones de désertification.

A l'issue des 4 premiers plans de développement économique et social (1961-1976), 28500 ha furent reboisés à travers le pays, soit une moyenne annuelle de 1780 ha avec un taux de réussite de 65 % (Rapport de la Direction des Eaux et forêt, 1983).

L'effort de reboisement a constitué une priorité dans les autres plans de développement qui ont suivi (tableau 7).

Le nombre moyen annuel d'hectares emblavés est passé successivement de 1700 vers 1961, à 5000 en 1982 et 10.000 en 1985. Il doit atteindre selon les prévisions, les 50.000 ha qui constitueront un niveau satisfaisant permettant de maîtriser les problèmes de la désertification, des besoins énergétiques et de la conservation des ressources .

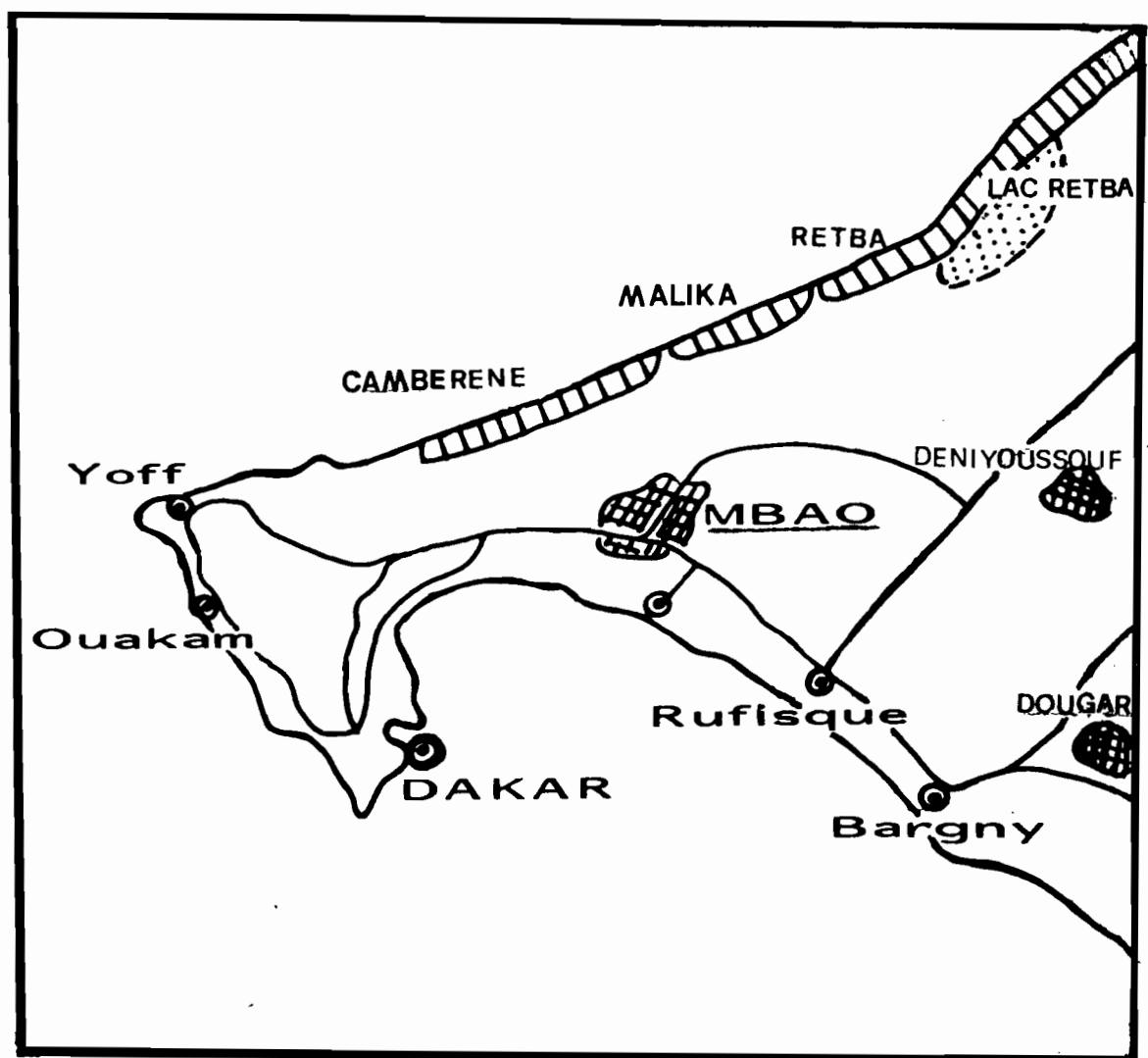
2.3.LE PERIMETRE DE REBOISEMENT DE MBAO

Il se situe à environ 17 km de Dakar, dans une zone anciennement occupée par les dunes rouges ogoliennes (figure 10). convoité par les populations limitrophes, ce vaste domaine fut en grande partie soumis aux cultures saisonnières qui le dégradèrent de plus en plus et l'exposèrent aux dangers de l'érosion éolienne.

En 1940 il fut classé pour une superficie de 760 ha . Depuis lors, les agents du service des Eaux et Forêts assurent sa protection et son aménagement en tant que forêt péri-urbaine. Les reboisements de fixation en darcassou (Anacardium occidentale) y furent entrepris entre 1950 et 1959. Ensuite on y opéra différents essais limités d'introduction d'essences étrangères (Eucalyptus spp., Casuarina equisetifolia, Cassia spp., Prosopis juliflora, Albizzia lebeck).

Figure 10

La Presqu'île du Cap-vert et les périmètres de reboisement.



-  reboisement: fixation des dunes
 reboisement: forêts peri-urbaines

Tableau 7

Programme de reboisement au Sénégal de 1977 à 1982.

Années	Plantations			Axes routiers (km)	Distributions aux paysans (plants)
	Par l'Etat	Par les villages	totaux		
1977	1199	210	1409	218	420000
1978	1535	200	1735	174	440000
1979	1613	347	1960	166	280000
1980	2605	1772	4377	60	304000
1981	4691	4465	9156	195	327000
1982	3900	4811	8711	221	571000
Totaux	15543	11805	27348	1034	2342000
	équivalent ha =				31260

En 1970, la partie située au Sud de la route nationale 1 a été déclassée et rattachée au domaine de la zone franche industrielle .

Le périmètre abrite actuellement l'une des plus importantes pépinières de la région, fournissant annuellement plus de la moitié des plants utilisés pour les opérations de reboisement. En plus de cette activité, les agents forestiers assurent la surveillance et procèdent régulièrement à des reboisements de mise en valeur de vieilles parcelles déboisées à la suite des années successives de sécheresse.

Outre son rôle de stabilisation et de protection des sols, ce reboisement constitue une source financière importante pour les populations limitrophes par les produits de cueillette fournis par les vastes plantations d'Anacardium dont les fruits et amandes sont vendus sur les marchés.

Les programmes actuels cherchent à développer de véritables espaces verts en relation avec un rôle de forêt péri-urbaine.

L'Eucalyptus camaldulensis a été introduit sous forme de petites parcelles de plus ou moins belle venue, selon les différents substrats testés, mais globalement son implantation s'effectue correctement dans beaucoup de zones du pays où il représente l'essence principale du renouveau forestier.

2.4.L'EUCALYPTUS CAMALDULENSIS.

L'Eucalyptus (famille des Myrtacées) est originaire d'Australie où il est bien répandu, notamment dans les fonds plus ou moins inondés des vallées. L'espèce camaldulensis (également appelée E. rostrata Schlecht), ressemble à E. tereticornis (morphologie et biologie), avec lequel il s'hybride bien (Anonyme, 1963).

Après sa germination, les premières feuilles sont opposées, mais au stade adulte, elles deviennent alternes, avec des nervations obliques. Les inflorescences sont en ombelles, les fruits hémisphériques ont des valves deltoides, exsertes et souvent incurvées (Anonyme, op.cit.). Son bois serait considéré, en Australie, comme résistant à l'attaque des termites (ibid.).

Sur le plan écologique, cette espèce se situe dans son optimum en relation avec les zones humides alors qu'elle est absente des régions plus sèches. Elle atteint son meilleur développement dans les sols alluvionnaires de texture assez lourde mais donne également des rendements élevés sur sols sableux profonds comportant un peu d'argile dans les différents horizons. Eucalyptus camaldulensis est cependant très plastique et peut s'adapter à des climats et sols variés, avec des rendements satisfaisants, ce qui justifie probablement son utilisation très large dans différentes régions du globe.

En Afrique tropicale, l'espèce est sans doute à la limite de son aire de répartition d'où sa mauvaise adaptation et sa disparition assez rapide, sans intervention humaine, de ses lieux d'implantation (DELWAULLE, 1977). Cultivée avec tout le soin nécessaire, elle peut atteindre des rendements très satisfaisants, avec une bonne régénération par rejets de souches (96 % au Burkina-Faso par exemple).

Au Sénégal, ADAM (1956) indique que la croissance de l'Eucalyptus est rapide, notamment sur sols sablonneux lagunaires à nappe phréatique affleurante et l'illustre avec des mesures d'accroissement en hauteur de certains arbres plantés à MBao (tableau 8).

L'influence des Eucalyptus sur les sols a été analysée différemment selon les auteurs qui l'ont étudiée:

-BIROT et GALAGERT (1972), en suivant le bilan de l'eau dans une plantation d'Eucalyptus crebra (lot de graines en provenance de Madagascar) sur sol ferrugineux tropical profond (Gonsé, Haute-Volta), sous une pluviométrie de 850 mm, ont montré qu'une importante partie des eaux pluviales est perdue par évaporation du sol et qu'après l'hivernage, le stock d'eau utile du sol est très vite dissipé par les arbres. Aussi, en saison sèche, le potentiel capillaire de l'ensemble du profil peut être supérieur ou égal à 5. En calculant l'ETR et le bilan hydrique, ces auteurs ont montré qu'en définitive, le peuplement étudié était en déséquilibre.

Tableau 8.

Tableau de croissance d'Eucalyptus camaldulensis et d'hybrides de E.camaldulensis et E. tereticornis (plan d'aménagement de Mbao par BELLOUARD, in ADAM, 1956)..

Age	Hauteur(m)	Circonférence(cm)	Volume (en m3)
1	1.00	-	-
2	2.50	10	-
3	4.50	20	0.010
4	6.50	28	0.028
5	8.00	36	0.058
6	9.50	44	0.103
7	10.50	52	0.153
8	11.50	60	0.230
9	12.30	67	0.310
10	13	75	0.405
11	13.5	83	0.520
12	14	90	0.650

-DELWAULLE (1977) constate que certaines variétés d'Eucalyptus camaldulensis parviennent à utiliser le faible stock d'eau mis à leur disposition, sans réussir à limiter leur évapotranspiration. Chez d'autres espèces, ce n'est pas le cas: E. crebra ferme ses stomates aux heures chaudes et E. alba perd une partie de son feuillage en saison sèche. DELWAULLE signale également que la forte consommation d'eau connue chez E. camaldulensis est liée à sa grande vitesse de croissance, comme toute essence forestière à développement rapide.

-ADAM (op. cit.) cite MENAGER (1952) qui pense que l'Eucalyptus ne dégrade, ni ne stérilise le milieu et que s'il survenait un épuisement du sol en éléments nutritifs il y avait lieu de procéder à des amendements appropriés, comme pour toute autre culture.

-METRO et BEUCORPS (1953, 1955), étudiant les cycles biogéochimiques de plantations d'Eucalyptus de plusieurs espèces sur sol sablonneux au Maroc, arrivent à la conclusion que ces arbres n'améliorent le sol qu'en surface, en y concentrant les matières minérales puisées dans les horizons profonds. Ils estiment également que cet enrichissement est précaire parce que lié à la permanence du boisement, d'où la vocation nettement forestière de ces sols sablonneux.

-BERNHARD-REVERSAT (1984), étudiant l'évolution du sol sous Eucalyptus camaldulensis et sous quelques autres essences au Sénégal, montre que l'Eucalyptus appauvrit le sol en matière organique et que sur sols sableux, Azadiracta indica et Prosopis juliflora étaient plus appropriés.

-Dans le cadre d'une étude de l'influence du reboisement en Eucalyptus camaldulensis sur des sols de Gonsé (Haute-Volta), THIOMBIANO (1984) montre que ces plantations ont des conséquences globales négatives : en accentuant le lessivage du fer, des cations et des argiles des sols ferrugineux lessivés, en diminuant les teneurs en fer des horizons profonds et en accumulant dans les sols des lipides dont l'utilisation par les microorganismes n'est pas évidente.

2.5. LE CADRE DE L'ETUDE.

La dégradation des formations forestières naturelles résulte de la sécheresse persistante, aggravée par l'action de l'homme. Cette évolution est rapide et les chances de parvenir à une régénération naturelle sont de plus en plus aléatoires.

La plantation d'essences à croissance rapide devient alors le principal recours et s'effectue généralement sans tenir compte des aspects négatifs qui pourraient en résulter pour le milieu: déséquilibre des réserves hydriques et minérales du sol, perturbation des populations animales.

Concernant ce dernier point, notre travail s'attache à mettre en évidence :

- les changements qui interviennent dans l'équilibre des populations de termites, entre milieux naturels et milieux défrichés puis labourés en vue de l'installation de plantations artificielles;

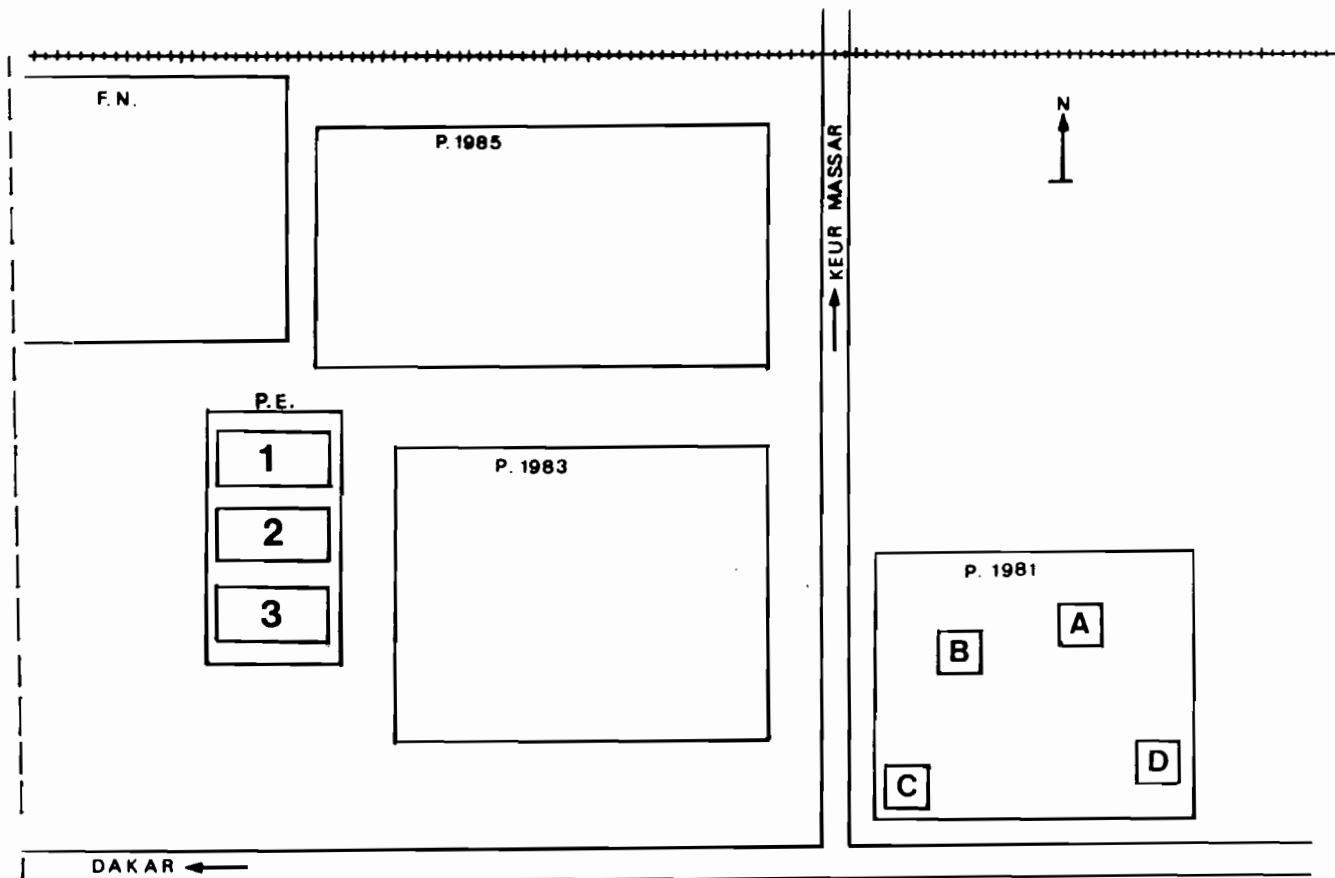
- l'apparition possible d'espèces de termites plus nuisibles pour la végétation nouvelle;

- la disparition ou la raréfaction d'espèces utiles au fonctionnement des sols, par l'influence de leurs nids souterrains riches en matière organique et favorables à la bonne aération du sol.

La présente étude analyse ces différents points, dans 3 sites caractérisant l'évolution de l'écosystème: une forêt naturelle non défrichée, une jeune parcelle d'Eucalyptus camaldulensis défrichée et plantée depuis 3 ans et une parcelle de la même essence âgée de 5 ans.

Les termites humivores qui constituent un agent important de dégradation de la litière et de son incorporation à la matière organique au sol, ont été étudiés dans le sous bois d'un peuplement d'Eucalyptus camaldulensis âgé de 17 ans.

L'emplacement des différents sites étudiés et le détail de l'échantillonnage sont donnés sur la **figure 11**.



PE : Plantation expérimentale

A : Quadrat "A"
(suivi de la présence
des termites)

----- : Voie ferrée

FN : Forêt naturelle

P1983 : Plantation 1983

Figure 11

Situation des sites étudiés au périmètre de Mbao.

Chapitre III

LES METHODES D'ETUDE

3.1. DENSITES DE TERMITES

Les études déjà effectuées dans la presqu'île du Cap-vert ont concerné l'éthologie des espèces de termites et certains aspects de leur écologie. L'attaque sur les arbres vivants a aussi été abordée (ROY-NOEL, 1971, 1972 a et b, 1977; ROY-NOEL et WANE, C., 1978; AGBOGBA et ROY-NOEL, 1982; ROY-NOEL, 1982).

Cependant, aucune recherche n'a directement abordé l'étude quantitative des populations de termites dans les divers biotopes.

Notre étude concerne 3 sites différents du périmètre de reboisement de Mbao: une forêt claire d'Acacia albida et 2 parcelles d'Eucalyptus camaldulensis âgées de 3 et 5 ans. Pour estimer l'effet immédiat des défrichements sur les populations de termites, un échantillonnage a été fait sur une parcelle âgée de 6 mois (plantation 1985, récemment labourée et plantée). L'échantillonnage a été effectué au cours des 2 saisons principales de l'année.

-en saison sèche, on a échantillonné selon un cadre métallique de 50 cm de côté, et 20 cm de profondeur, et 10 prélèvements ont été effectués dans chaque site.

-en saison des pluies, on a utilisé une tarière de 50 cm de long et 10 cm de diamètre ; 30 prélèvements ont été recueillis dans chaque site, mais uniquement dans la zone située entre les arbres.

Chaque prélèvement est divisé en 3 parties : surface du sol, 0 - 50 cm et 50 - 120 cm. Pour éviter les fuites latérales des individus, une tranchée est creusée rapidement afin d'isoler l'échantillon.

Des échantillons ont été prélevés entre les lignes de plants et aux pieds des arbres. Dans ce dernier cas, le découpage est le suivant : surface du sol, 0 à 20 cm (niveau du collet), 20 à 50 cm (niveau racinaire).

Cet échantillonnage est effectué aux mêmes heures: tôt le matin, avant l'augmentation des températures. En saison des pluies, l'échantillonnage n'est effectué que 24 heures après la dernière pluie.

En saison sèche, les termites sont extraits par tamisage du sol, et en saison des pluies, ils sont triés manuellement à partir du sol étalé sur des plateaux.

3.2.RECOLTE SUR BOIS MORT.

L'impact des termites dans les écosystèmes forestiers se caractérise par leur activité de récolte de nourriture et leur action sur les sols.

La récolte de bois mort correspond à un aspect important des prélèvements effectués par les termites en forêt et son étude apporte des informations sur la dynamique des peuplements.

La consommation de bois mort a été étudiée dans les 3 sites du périmètre de Mbao déjà cités:

Dans chacun de ces sites, l'étude a été réalisée à 3 niveaux: en surface, à 40 et à 100 cm de profondeur.

Pour chaque niveau, 10 rondins d'Eucalyptus camaldulensis et 10 d'Anacardium ont été disposés à des emplacements choisis au hasard le long de lignes. Les rondins, découpés sur des branches vivantes du périmètre, ont été séchés à l'étuve (105° C pendant 48 h) et pesés avant leur mise en place. Une seconde pesée, effectuée lors du prélèvement après un temps t, permet ainsi de mesurer les quantités consommées par les termites *(après nouveau déchargé, bien entendu)*

L'opération a été menée à 3 reprises : lors de la saison sèche, de la saison des pluies et de la saison de transition (de ~~N~~ novembre à ~~D~~ décembre).

Pour chaque période, les rondins sont laissés pendant 2 mois dans le sol, soit: du 20 mars au 20 mai en saison sèche, du 20 juillet au 20 septembre en saison des pluies et du 1er novembre au 30 décembre en saison de transition.

Enfin, au cours de ces prélèvements, les populations de termites récoltantes sont recueillies et comptées au laboratoire.

3.3. LES TERMITES ET LES ARBRES VIVANTS

Plusieurs travaux réalisés au Sénégal concernent l'attaque des termites sur les arbres: (ROY-NOEL et WANE, 1977; ROY- NOEL, 1982; AGBOGBA et ROY-NOEL, 1982).

Mais ces travaux, essentiellement descriptifs, n'étudient que très peu la dynamique des relations qui existent entre les termites et les arbres.

Il a été procédé à plusieurs examens périodiques de jeunes Eucalyptus entre juillet et septembre 1984, en notant les termites présents, ce qui a permis d'enregistrer une variation des attaques.

Cette étude a été complétée en examinant régulièrement un lot de plants attaqués par les termites durant un cycle végétatif complet, afin de préciser l'évolution de ces attaques au cours du temps.

Les observations ont été menées dans une parcelle d'Eucalyptus camaldulensis de 5 ans du périmètre de reboisement de Mbao (superficie de 4 ha).

Quatre quadrats d'une surface unitaire de 1400 m² (40 x 35 m) ont été délimités et clôturés, 2 en zone périphérique (quadrats C et D) et les 2 autres au centre du reboisement.

Chaque quadrat comprenait 60 arbres numérotés, prospectés tous les 2 mois, en notant les paramètres suivants:

- hauteurs des arbres;
- évolution de l'état végétatif;
- présence de termites et localisation de leur activité;
- espèces de termites récoltantes et nature de leur impact sur les arbres.

Parallèlement, on recueillait les données climatiques et pédologiques de chaque période.

3.4. PLANTATIONS EXPERIMENTALES

Cet aspect concerne l'action des termites sur les jeunes plantations d'Eucalyptus camaldulensis.

Le bois ouvré d'Eucalyptus camaldulensis est résistant à l'action des termites, en revanche, chez les sujets vivants, les cas d'attaque sont fréquemment signalés (ROY-NOEL, 1977 et 1978; NAIR et VARMA, 1981).

Cette étude se proposait de suivre en détail les relations entre les termites et les jeunes plants, dans une plantation expérimentale d'Eucalyptus camaldulensis que nous avons réalisée en faisant varier les méthodes de plantation et en suivant ultérieurement le comportement des termites. Les paramètres suivants ont été observés:

- évolution des hauteurs moyennes des plants dans chaque lot;
- relevé des taux de mortalité;
- relevé des taux de plants en retard de croissance;
- évolution des pourcentages de présence et d'attaque de termites.

Ces plantations ont été installées le 8 août 1985 et les jeunes plants utilisés ont été élevés en pépinière, sur place. Agés de 4 mois au départ de l'expérience, les plants d'une même hauteur de 30 cm ont été choisis parmi un lot de 700 plants produits dans les mêmes conditions en pépinière. Lors de leur mise en place, 3 lots ont été déterminés:

LOT 1: 120 Eucalyptus furent plantés dans de grands potets (60 x 60 x 60cm), avec adjonction de terreau de feuilles de Darcassou, très utilisé en pépinière pour l'enrichissement des pots de repiquage. Aucun traitement anti-termite n'a été appliqué.

LOT 2: Les 120 plants ont été mis en terre de la même façon que ceux du lot précédent, mais avec un traitement contre les termites. A cet effet, 10 g d'hexapoudre 25 (HCH), insecticide le plus employé, ont été épandus dans le trou et 10 g furent mélangés à la terre de remblayage, afin de compenser les pertes éventuelles dues au lessivage par les eaux de pluies.

LOT 3: La plantation des 120 plants d'Eucalyptus a été faite par une équipe de manoeuvres du périmètre qui ont opéré selon leur habitude: petits potets (20 x 20 x 20 cm) et peu de soins apportés aux opérations. Le même traitement anti-termite du lot 2 a été employé.

Trois prospections ont, par la suite, été réalisées pour nos relevés: le 8 Février 1986 (plants âgés 6 mois), le 8 Juin 1986 (plants de 10 mois venant de subir la saison sèche) et le

8 Novembre 1986 (plants de 15 mois, après la saison des pluies).

3.5. LES MESURES DE POTENTIEL DE SEVE.

Ce volet complète les données des plantations expérimentales et utilise la mesure des potentiels de sève pour déterminer l'état végétatif correspondant à l'attaque des plants d'Eucalyptus par les termites.

L'expérience s'est déroulée dans une parcelle de la station de recherche de Bandia, à 60 km de Mbao.

Le climat soudano-sahélienne de ce site est très peu différent de celui du Cap-Vert:

- la pluviométrie est très variable, avec une moyenne annuelle de 400 mm;

- en saison sèche les rigueurs climatiques sont assez accentuées et l'évapotranspiration y atteint d'importantes valeurs: de l'ordre de 1500 mm;

- la parcelle est installée sur sol ferrugineux tropical, avec la texture suivante: A= 20-40 % ; L= 15-25 % ; S= 30-70 % .

- les températures moyennes mensuelles ont un maxima de 29,7 en en juillet et un minima de 26,4 en janvier.

Deux lots de 45 jeunes Eucalyptus chacun ont été plantés en mai et juillet 1986 et maintenus sans arrosage durant toute la durée de l'expérience.

Des mesures de potentiels de sève, effectuées avec la bombe de SCHOLLANDER (SCHOLLANDER et al, 1965) ont été périodiquement réalisées sur un lot d'arbres dont certains étaient vigoureux et d'autres en mauvais état. Ces arbres étaient immédiatement extraits du sol pour l'observation des attaques éventuelles de termites.

Deux mesures de potentiels sont recueillies : le potentiel de base (Pb) mesuré à 6 h du matin et le potentiel minimum (Pm) mesuré entre 12 et 13 h.

L'unité de potentiel s'exprime soit en J/m³ (unité de volume), soit en J/kg-l (unité de masse).

3.6. RECOLTE SUR LA LITIÈRE D'EUCALYPTUS CAMALDULENSIS

Cet aspect concerne la consommation de litière d'Eucalyptus par les termites et l'incidence de la macrofaune sur la disparition de cette litière.

L'expérience s'est déroulée dans un peuplement d'Eucalyptus âgé de 17 ans, implanté sur sol sableux dans le parc forestier de Hann.

100 sacs de feuilles d'Eucalyptus, de 40 g chacun, ont été placés sur le sol début avril 1985.

Dix sacs ont été prélevés périodiquement selon le rythme saisonnier. Vingt sacs de brindilles (250 g par sac) et 20 sacs d'écorces (150 g par sac) étaient également déposés au sol pour estimer leur vitesse de décomposition.

Parallèlement, une étude complémentaire du fractionnement granulométrique de la litière ancienne du sous bois a été entreprise. A cet effet, 3 prélèvements de 3 échantillons de 400 cm² chacun sont réalisés en avril, août et octobre 1985. La séparation des fractions a été effectuée selon la méthode de FELLER (1979).

Des analyses organiques et chimiques ont été faites sur les différentes fractions de matière organique et sur des feuilles d'Eucalyptus à divers degrés de leur dégradation:

- feuilles adultes sur l'arbre;
- feuilles vertes fraîchement tombées;
- feuilles sèches fraîchement tombées;
- feuilles ayant passé 24 mois sur le sol;
- écorces ayant passé 24 mois au sol.

Enfin, des tests de consommation par les termites ont été réalisés au laboratoire et in situ. Les dispositifs suivants ont été adoptés:

-pour les tests de laboratoire, les fractions de matière organique et les feuilles d'Eucalyptus prélevées à différents stades de leur décomposition ont été soumises à des groupes d'ouvriers des principales espèces de termites récoltés sur le terrain et mis en élevage au laboratoire (Coptotermes intermedius, Odontotermes nilensis, Angulitermes nilensis, Microtermes toumodiensis et Microcerotermes spp.). Chaque groupe comptait 200 individus dans 2 petites boîtes en plexiglass reliées entre elles. Les boîtes contenaient du sable

comme substrat et les matériaux à tester (feuilles d'Eucalyptus et fractions de matière organique).

-Pour les tests sur le terrain, quelques éléments du même matériel foliaire ont été placés dans les zones de la litière fréquentées par les termites : il s'agit d'une part, de 120 feuilles d'Eucalyptus dont 40 feuilles sèches et fraîchement tombées au sol, 40 feuilles ayant passé 10 mois sur le sol et 40 feuilles ayant passé 15 mois au sol, et d'autre part de 60 flacons (piluliers) contenant chacun 20 g de matière organique des fractions (à raison de 15 flacons pour chacune des fractions F1, F2, F3 et F4). Les 60 flacons, mis en place entre avril et août 1986, sont répartis sur 3 niveaux différents de la litière au sol (sur la couche superficielle, dans les couches intermédiaires et dans les couches inférieures), dans le but de connaître les modalités de récolte des termites : les fractions les plus consommées, les niveaux et les périodes où les récoltes des termites sont plus importantes.

CHAPITRE IV

LE PEUPELEMENT EN TERMITES DU PERIMETRE DE MBAO.

4.1. LES ESPECES

4.1.1. Inventaire:

En étudiant l'attaque des arbres par les termites dans les différents milieux du périmètre de Mbao, ROY-NOEL (1982) a déterminé 20 espèces.

Nous avons également entrepris un inventaire dans les 3 sites étudiés et les boisements implantés sur le même type de sol. Une collection de ces espèces a été constituée avec des échantillons préalablement déterminés au laboratoire d'Ecologie de l'E.N.S., complétés par une aide apportée sur place par Mme ROY-NOEL (tableau 9).

4.1.2. Biologie et Ecologie des principaux genres

Microcerotermes spp.

Le régime lignivore explique que ce genre soit inféodé aux zones boisées du périmètre, et les nids trouvés étaient généralement situés à côté des collets des arbres. Selon l'espèce, le nid peut être épigé ou hypogé (GRASSE, 1949). Quand il est hypogé, le nid est enfoui dans le sol ou englobé dans les termitières d'autres espèces, comme celle de Trinervitermes trinervius au Sénégal (ROY-NOEL, 1972).

Le genre Microcerotermes comporte plusieurs espèces dans les boisements du périmètre de Mbao. L'identification de l'espèce à nid arboricole (M. fuscotibialis) s'effectue sans trop de difficultés mais la distinction entre les autres espèces est toujours délicate et, selon ROY-NOEL (1982), Microcerotermes aff. parvus et Microcerotermes solidus cohabiteraient dans ce milieu.

Tableau 9.

Régime alimentaire (lignivore, champignoniste ou humivore) et situation du nid (épigé, hypogé ou arboricole) des principales espèces de termites des biotopes étudiés.

ESPECES DE TERMITES	REGIME ALIMENTAIRE			NIDS		
	lign.	champ.	hum.	épig.	hyp.	arb.
<u>Famille des Rhinotermitidae</u>						
-s/famille Psammotermitinae						
Psammotermes hybostoma (DESNEUX, 1902)	x				x	
-s/famille Coptotermitinae						
Coptotermes intermedius (SILVESTRI, 1912)	x				x	
<u>Famille des termitidae</u>						
-s/famille Termitinae						
Amitermes evuncifer (SILVESTRI, 1912)	x				x	
Microcerotermes fuscotib. (SJOESTEDT, 1896)	x					x
Microcerotermes spp.	x				x	
Angulitermes nilensis (HARRIS, 1962)			x		x	
Termes hospes (SJOESTEDT, 1900)			x		x	
-s/famille Macrotermitinae						
Odontotermes nilensis (EMERSON, 1949)		x			x	
Microtermes toumodiensis (GRASSE, 1937)		x			x	
Microtermes hollandei (GRASSE, 1937)		x			x	

Ce genre est très répandu dans les peuplements d'Anacardium mais il s'installe également très bien en boisement d'Eucalyptus où il attaque efficacement le bois mort. Malgré la nature très sablonneuse du substrat, les espèces sont parfaitement adaptées et l'on trouve des colonies jusqu'à une profondeur supérieure à 120 cm. Lorsque la plantation est jeune (1 à 3 ans), Microcerotermes est présent en grand nombre dans la strate herbacée, où il récolte les grandes herbes.

Amitermes evuncifer.

Cette espèce lignivore s'attaque au bois en décomposition, notamment les souches d'arbres. On la localise au niveau des collets des arbres vivants. Selon des observations antérieures (ROY-NOEL, 1972), cette espèce s'attaque aux arbres vivants et les récoltes se font essentiellement sous l'écorce, dans les zones irriguées par la sève.

Le nid de cette espèce est normalement hypogé et les nids rencontrés étaient placés contre de vieilles souches qui étaient attaquées. L'espèce paraît assez vulnérable aux défrichements et labours des parcelles forestières car, à la suite de ces opérations, nous notons une diminution brutale des populations dans les nouveaux chantiers amblavés.

Microtermes spp.

Ce genre est certainement le plus répandu dans le périmètre où il s'attaque aux débris végétaux divers. Sa présence sur les grands arbres vivants est peu fréquente. Par contre dans les jeunes parcelles de reboisement, il constitue le principal déprédateur. Le nid est hypogé ou placé dans des termitières d'autres espèces comme Odontotermes (ROY-NOEL, 1977).

Dans les sites étudiés, on note la présence de 2 espèces (M. toumodiensis et M. hollandei), qui diffèrent peu du point de vue éthologique et écologique. Concernant l'attaque sur les matériaux ligneux, il semble que M. hollandei récolte plus volontiers le bois d'Eucalyptus camaldulensis que M. toumodiensis.

Dès les premières pluies, il est fréquent de trouver au niveau des systèmes racinaires des arbres quelques individus de Microtermes toumodiensis. Cette présence quasi constante pourrait être liée à une activité de récolte notable sur les racines mortes (cf. WOOD et al., 1977).

Psammotermes hybostoma.

A Mbao, cette espèce lignivore se trouve dans son milieu de prédilection dans ce substrat sableux. Nous ne l'avons rencontrée que très rarement sur les végétaux vivants; par contre, elle s'attaque avec vigueur aux souches d'arbres, aux bois morts et piquets de clôtures qui servent à protéger les parcelles reboisées.

Son nid est souterrain et ce termite effectue de profondes migrations dans le profil de sol en saison sèche, à la recherche de l'humidité. Nous avons récolté fréquemment des calies remplies d'individus vivants à une profondeur supérieure à 120 cm.

Si Psammotermes est abondant en parcelle naturelle (forêt claire à Acacia albida), il est par contre rare dans les jeunes boisements d'Eucalyptus, sans doute à la suite des opérations de défrichement .

Angulitermes nilensis.

Ce termite a un régime alimentaire humivore, avec peut-être une consommation de champignons de la pourriture (?). Il est abondant sous les peuplements de darcassou et dans les parcelles âgées d'Eucalyptus qui comportent un important tapis de litière. Il est très rare dans les jeunes reboisements, où il se localise dans les zones riches en humus ou sous le tapis herbacé en décomposition. Des nids sub-affleurants ont été trouvés au pied de grands Eucalyptus.

Dans les souches d'arbres attaquées, Angulitermes est souvent trouvé avec d'autres espèces et semble avoir seulement une action mineure, démontrée par le nombre faible de ses individus et leur localisation périphérique sur le matériau déjà dégradé.

Odontotermes nilensis.

Odontotermes est un champignonniste très abondant dans le périmètre, il récolte dans la strate herbacée des jeunes parcelles d'Eucalyptus camaldulensis où il est l'un des consommateurs les plus actifs.

On le trouve également dans d'autres sites, en récolte sur des éléments variés (bouses de vache, écorces humides des troncs d'arbres, touffes d'herbes....), et il montre une attraction particulière pour la litière de Prosopis juliflora.

4.1.3. Place des termites dans l'écosystème.

Comme le montre le **tableau 9**, la plupart des espèces de termites construisent un nid hypogé. Seule l'espèce Microcerotermes fuscotibialis construit un nid épigé arboricole, généralement placé sur des branches de darcassou. Cette dominance d'espèces à nids souterrains constituerait une adaptation des populations aux conditions écologiques dominantes.) de !

a) En forêt naturelle.

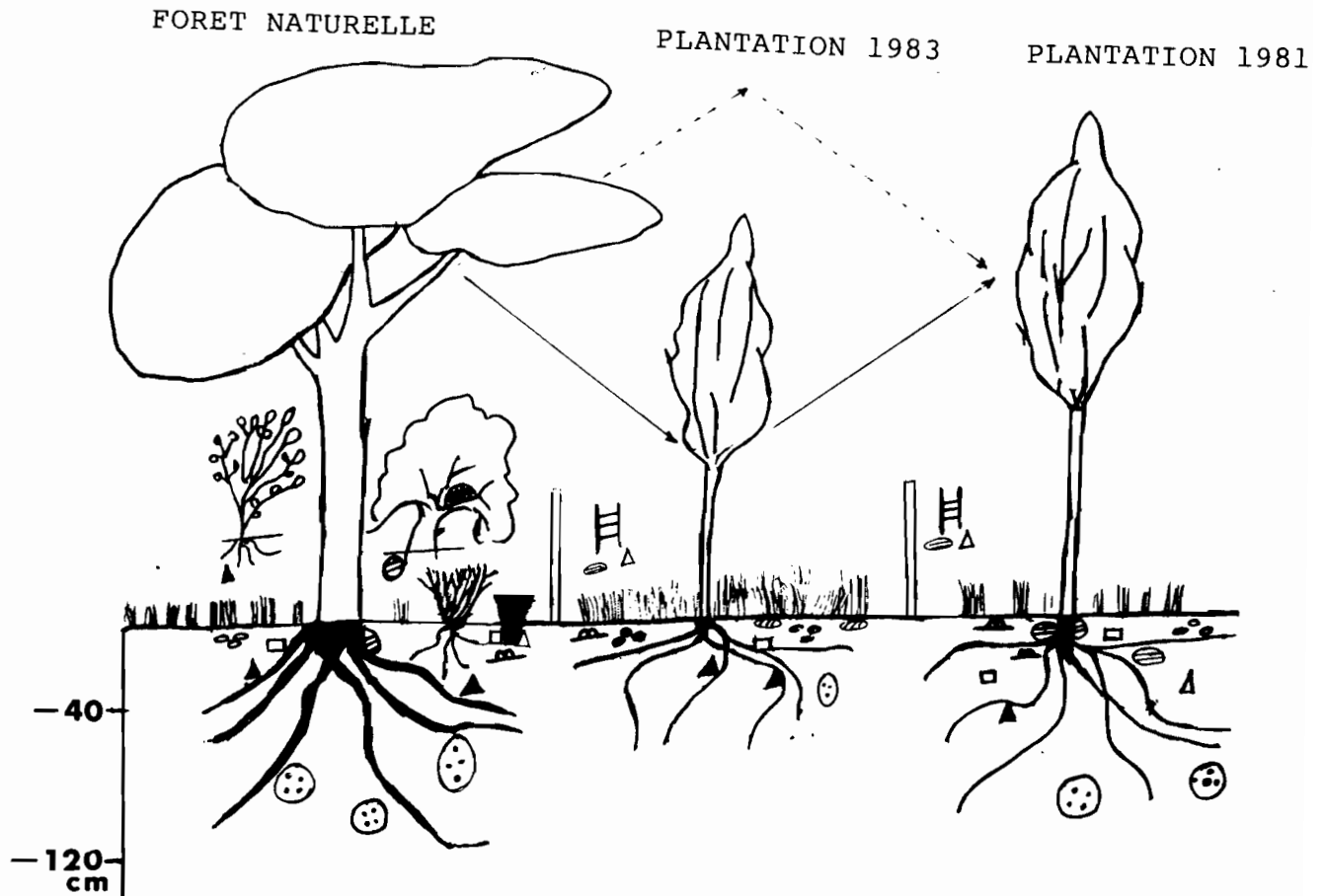
Dans ce site, certains pieds isolés de darcassou portent des nids épigés de Microcerotermes fuscotibialis. Les autres nids rencontrés se localisent au niveau des collets des arbres et dans le sol, au voisinage des racines d'arbustes ou en profondeur (**figure 12**).) /

L'état d'équilibre relatif de cette forêt se caractérise par une bonne fréquentation des horizons profonds du sol (jusqu'à 120 cm et plus) par les termites. Parmi les espèces rencontrées, on note: Psammotermes hybostoma, Microcerotermes spp., Amitermes evuncifer, Microtermes toumodiensis, Microtermes hollandei.

Dans les dépressions en lisière de forêt, on constate la présence de termitières épigées mortes qui étaient sans doute anciennement occupées par Macrotermes bellicosus.

Figure 12

Place des termites dans l'écosystème.



- △ Nid de *Coptotermes intermedius*
- ▲ Nid de *Microtermes* spp.
- " de *Amitermes evuncifer*
- ⊖ " de *Microcerotermes* spp.
- ⊙ " de *Psammotermes hybostoma*
- ⊘ " de *Odontotermes nilensis*
- ⊚ " de *Microcerotermes fuscotibialis*
- ⊛ " de *Angulitermes* sp.
- ⊜ Piquets de clôture des parcelles
- Sens d'évolution des populations de lignivores
- - - - - " " " " " " " de champignonnistes

b) Plantation de 1983

Les défrichements qui ont précédé l'installation de cette parcelle d'Eucalyptus camaldulensis ont sans doute provoqué une perturbation importante des populations des termites du sol. En effet, les espèces présentes dans ce jeune reboisement sont essentiellement localisées en surface du sol et semblent dépendre de la strate herbacée. Ainsi, les espèces champignonnistes (Odontotermes nilensis, Microtermes toumodiensis, Microtermes hollandei) sont largement dominantes. Les arbres ont un collet trop petit pour que des nids s'installent à ce niveau.

c) Plantation de 1981.

Dans ce site, les nids de termites sont mieux distribués dans le profil de sol et certains sont édifiés au collet des arbres. Les populations de lignivores (Microcerotermes spp., Psammotermes hybostoma, Amitermes evuncifer, Coptotermes intermedius) dominent dans cette parcelle où la réduction sensible de la strate herbacée du sous-bois expliquerait la raréfaction des champignonnistes par rapport à la plantation 1983. De même, les humivores y sont très rares et la présence d'Angulitermes a été notée seulement au niveau d'anciens emplacements de darcassou riches en terreau.

Microcerotermes fuscotibialis est également absent dans cette plantation malgré la hauteur assez importante des arbres (5-6 m en moyenne).

4.2 LES DENSITES DES POPULATIONS DE TERMITES.

4.2.1. Densités en saison sèche

a) Parcelle naturelle.

Les résultats obtenus sont rapportés dans le **tableau 10** en comparant les densités entre les arbres et celles au pied des arbres. Le **tableau 10** montre que les valeurs, assez faibles en surface, augmentent avec la profondeur. On note que les prélèvements effectués en surface renferment très peu de termites, le sol étant nu et soumis à l'érosion. Le peuplement végétal est assez diversifié mais les effets persistants de la sécheresse ont provoqué la mort de plusieurs pieds et la formation de clairières plus ou moins vastes. Le niveau 0-50 cm montre de nombreuses galeries (sèches et abandonnées, ne contenant aucun termite). Ce n'est qu'à partir de 80 cm que l'on rencontre de nouveau des galeries humidifiées avec quelques termites. Le sol de cet horizon possède une humidité de 11.2 % et les termites se sont concentrés à ce niveau.

En ce qui concerne la répartition dans le sol des différentes espèces, La **figure 13** permet de constater que Psammotermes domine sur l'ensemble du profil (50 % des individus). Microcerotermes n'est abondant qu'en surface, tandis que Microtermes se rencontre plus en profondeur.

Odontotermes et Angulitermes, rares dans ce milieu, sont absents des relevés, sans doute à cause de l'absence de la strate herbacée à cette période de l'année.

La prospection a permis de recueillir des calies de Psammotermes à l'intérieur du sol, avec un système intercalaire de plaques de terre humidifiées, qui joueraient le rôle de support et de système de régulation de l'humidité. Ces calies contenaient beaucoup d'individus, en majorité des larves et des nymphes de Psammotermes. Les récoltes effectuées au mois de mai ont montré la présence de sexués ailés.

Les densités de termites au pied des arbres sont mentionnées sur le **tableau 10**. Deux nids de Microcerotermes ont été retrouvés au collet de 2 Acacia.

Tableau 10

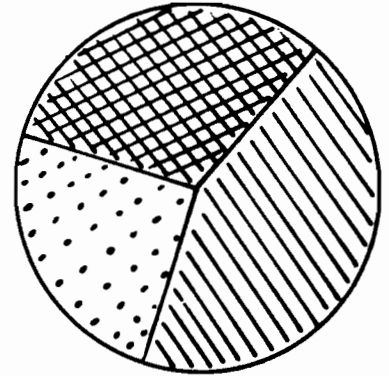
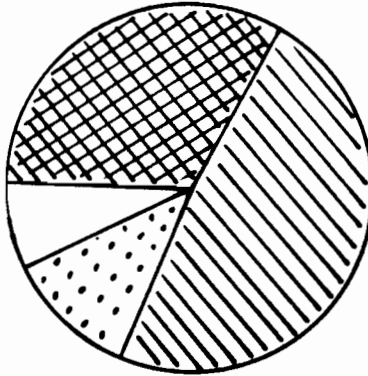
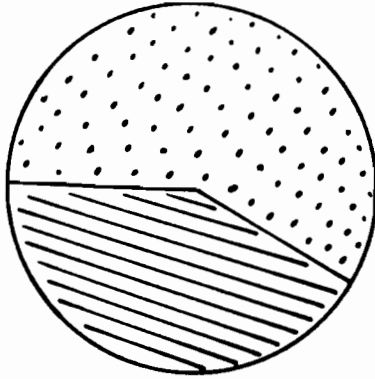
Densités de termites en saison sèche (en nombres par m²
 +/- l'intervalle de confiance à 95 % sur la moyenne)

SITES	BIOTOPES	surface sol	0-50 cm	50-120 cm	Totaux
Forêt naturelle.	entre arbres	16,8+/-7,2	72,0+/-10,8	139,6+/-14,4	228,4+/-32,2
	pied des arbres	0	766,0+/-37,6	0	766,0+/-50,0
Plants 1985	entre arbres	0	10,8+/-5,7	30,4+/-9,0	41,2+/-4,7
Plants 1983	entre arbres	142,0+/-16,2	18,0+/-6,0	12,4+/-6,9	172,4+/-9,1
	pied des arbres	17,6+/-4,1	26,2+/-6,8	0	43,8+/-10,9
Plants 1981	entre arbres	65,6+/-10,5	48,4+/-10,2	51,2+/-9,9	165,0+/-30,0
	pied des arbres	9,0+/-2,9	46,6+/-5,9	7,4+/-2,3	63+/-11,1

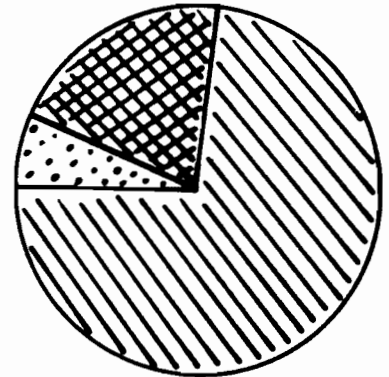
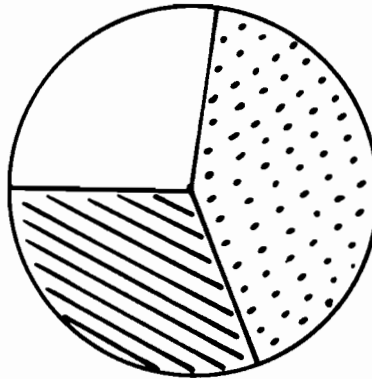
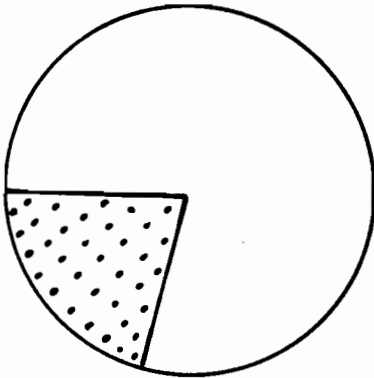
Figure 13

Répartition des termites selon le site et la profondeur du sol en saison sèche.

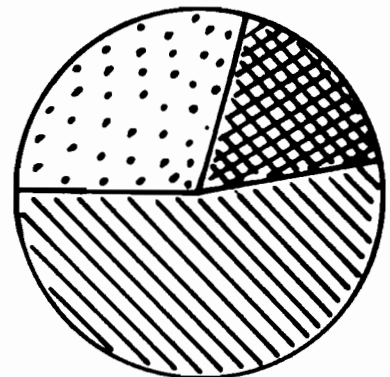
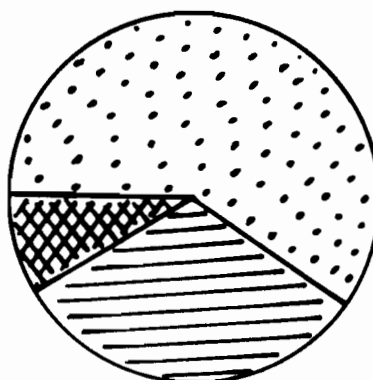
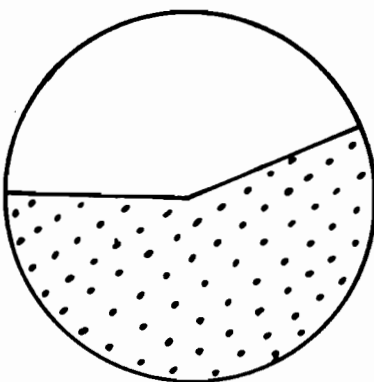
FORET NATURELLE



PLANTATION 1983



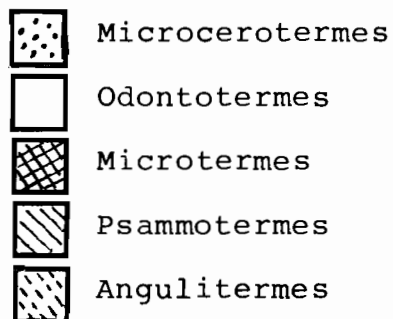
PLANTATION 1981



SURFACE DU SOL

0 à 50 cm

50 à 120 cm



b) Parcelle 1983.

Les densités entre les arbres sont assez élevées en surface et faibles en profondeur (**tableau 10**). La présence d'un important tapis herbacé (estimé à 3.09 T/ha, cf. **tableau 6**) semble être le facteur favorisant l'existence en surface de nombreuses colonies de termites. Dans les horizons 50 et 120 cm, on rencontre peu de termites en saison sèche, l'essentiel des populations étant limité à la strate herbacée. Le défrichement qui a précédé la mise en place de cette parcelle a probablement détruit nombre de colonies hypogées. Les effets du défrichement ont été estimés en étudiant parallèlement la densité sur une parcelle défrichée et reboisée en 1985. Six mois après son installation, cette parcelle possède des densités extrêmement faibles (**tableau 10**).

A 120 cm de profondeur, le sol de cette parcelle 1983 est faiblement humide (6 %) à cause du substrat sableux et de l'assèchement provoqué par la densité élevée des arbres dans ces reboisements artificiels (environ 900 pieds/ha).

Entre 0 et 50 cm, on relève l'ancien réseau racinaire du peuplement ligneux défriché qui est entièrement consommé et rempli de terre. Ces réserves ont certainement assuré pendant un certain temps la survie de colonies de termites tel Microtermes qui se nourrit en partie de racines (WOOD et al., 1977).

Le **tableau 10** montre les faibles densités constatées aux pieds des arbres encore trop jeunes pour pouvoir abriter des termites (leur diamètre moyen est de 6.3 cm). Pour la même raison, aucun nid n'a été découvert à la base de ces Eucalyptus. Ces parcelles artificielles sont toujours clôturées au niveau du périmètre de Mbao, où les divagations des animaux sont très importantes et ces nombreux piquets de clôture (surtout en Anacardium), sont très abondamment récoltés par les colonies de toutes les espèces de termites présentes à Mbao.

La répartition selon les espèces est donnée dans la **figure 13** qui montre une nette dominance d'Odontotermes sp. en surface et à 50 cm de profondeur, alors que Psammotermes est le plus abondant vers 120 cm. La meilleure adaptation de cette

espèce au sol sableux lui a sans doute permis de mieux coloniser les horizons profonds de cette jeune plantation.

Microcerotermes se limite à la surface où il effectue ses récoltes sur les hautes herbes telles que Cassia tora, alors que Microtermes est assez rare à cette époque de l'année (sol sec). Dans la strate herbacée, Odontotermes apparaît comme le principal consommateur sans montrer de préférence nette. Il se signale par ses placages de récolte permanents sur le terrain. Nous ne l'avons pas rencontré au niveau des collets, ni sur les racines des arbres de ce site. Il lui arrive cependant de consommer les écorces sur les grands Eucalyptus dont il enrobe les troncs d'une véritable gaine en terre.

c) Parcelle 1981.

Ce site a des densités globales plus faibles que dans la forêt naturelle et sensiblement égales à celles de la parcelle 1983 (**tableau 10**). Le tapis herbacé représente une moyenne de 1.8 t/ha mais cette biomasse est mal répartie: abondante dans les zones périphériques et faible à l'intérieur du boisement, sans doute à cause de l'effet des cimes des arbres. Cette forte réduction de la couverture herbacée pourrait être à l'origine de la quasi disparition d'Odontotermes sous ces Eucalyptus âgés de 5 ans.

On note également vers l'horizon 50 cm, un important réseau de galeries sèches et vraisemblablement abandonnées par les termites. Les individus capturés à cette profondeur étaient des ouvriers regroupés dans quelques galeries encore humidifiées.

A 120 cm de profondeur, le sol ne contenait que des galeries humidifiées mais renfermant moins de termites. Le nombre croissant de galeries, au fur et à mesure de la profondeur, permet de supposer la présence de termites au delà de cette profondeur de 120 cm. Des individus ont donc pu échapper à l'échantillonnage.

La **figure 13** indique une abondance plus forte de Microcerotermes en surface et en profondeur intermédiaire, tandis que Psammotermes se révèle abondant en profondeur. Dans ce site, les lignivores semblent avoir pris le relai des

champignonnistes, contrairement à la situation rencontrée sur la parcelle 1983. Tout au long de la clôture de cette parcelle, on note la présence de nombreux groupes de Microcerotermes, de Psammotermes et de Coptotermes à l'intérieur des piquets plantés. Dans ces parcelles artificielles d'autres zones d'abondance des termites sont constituées par le maintien sur place de quelques arbres, conservés comme sujets porte-graines (Casuarina, Acacia albida, Anacardium).

Les densités au pied des arbres, qui sont indiquées au **tableau 10** sont plus élevées que celles trouvées dans la parcelle 1983, sans doute à cause de l'augmentation sensible des diamètres des arbres (12 cm en moyenne). Le taux d'humidité du sol est le même que celui du site artificiel déjà étudié (6 %) probablement en raison de la densité élevée des Eucalyptus et de la forte demande en eau du sol par cette essence.

d) Discussion.

En saison sèche, les densités de termites montrent des variations nettes en fonction du site. Les valeurs totales sur l'ensemble du profil sont plus élevées dans la parcelle naturelle (interligne et pied des arbres) que dans les 2 parcelles artificielles où les densités sont presque identiques. Les densités en termites sont relativement faibles sur les sols sableux du périmètre de Mbao; malgré les effets favorables constitués par la présence des végétaux, les déficits hydriques quasi permanents semblent contrarier le bon équilibre des colonies. A côté de ces caractéristiques générales, il existe des contraintes liées à la nature des sites :

-La parcelle naturelle est perturbée par la sécheresse de ces dernières années et par les coupes frauduleuses à l'origine des nombreuses clairières. A l'occasion du ramassage de bois mort auquel se livrent les populations environnantes, les souches d'arbres qui constituent des sites privilégiés pour les colonies de termites, sont systématiquement déterrées et emportées.

-Les parcelles 1983 et 1981, à cause des défrichements et labours consécutifs à leur mise en place, ont vu chuter les densités de termites, notamment pour les espèces à nid superficiel et les lignivores.

La meilleure recolonisation de ces milieux par les champignonnistes (Microtermes spp. et Odontotermes spp.) et les humivores (Angulitermes sp.) serait sans doute due à une meilleure protection des nids et à la présence dans le sol d'un important stock racinaire. L'installation dès l'année suivante, d'un important tapis herbacé semble être aussi un facteur déterminant.

4.2.2. Densités en saison des pluies.

Les études ont été menées de juillet à début août, soit au début des pluies: il s'agit généralement de la période choisie pour démarrer les plantations forestières. Les récoltes de termites sont importantes durant cette période mais elles montrent une fluctuation nette liée à la perturbation due aux pluies.

a) Parcelle naturelle

Les valeurs indiquées dans le **tableau 11** montrent que dans ce site, les densités sont importantes dans l'ensemble du profil, bien que plus abondantes en profondeur intermédiaire.

Dans cette parcelle, la densité des termites est beaucoup plus élevée qu'en saison sèche (facteur 8).

La **figure 14** présente la répartition des différentes espèces et indique que le peuplement est mieux équilibré. Cependant à 120 cm, Microtermes est nettement dominant.

b) Parcelle de 1983.

Dans ce reboisement, les densités sont plus faibles que dans les 2 autres sites. Le **tableau 11** montre que les densités obtenues en début de période des pluies sont néanmoins 5 fois plus élevées qu'en saison sèche. La répartition des espèces présentes (**figure 14**) permet de constater leur assez bonne répartition à la surface du sol et la dominance de Microtermes en profondeur.

Tableau 11

Tableau 11

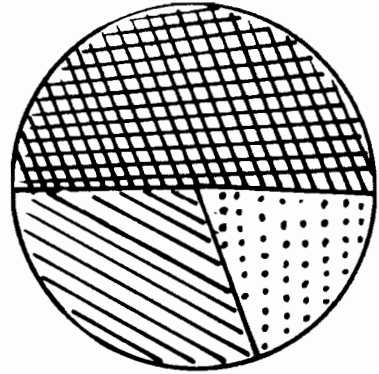
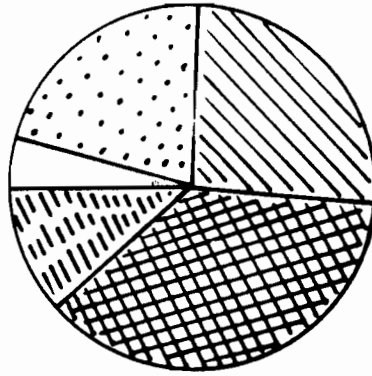
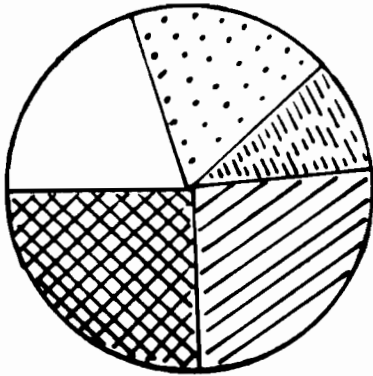
Densités des termites (nombres par m² +/- l'erreur standard à la moyenne), en saison des pluies dans les sites étudiés.

SITES	BIOTOPES	n	Surface sol	0-50 cm	50-120 cm	Totaux
Forêt naturelle	entre arbres	30	504,0+/-115,2	946,0+/-124,0	500,0+/-100,0	1950
Plants 1983	entre arbres	30	335,0+/-81,6	420,0+/-100,0	203,0+/-67,0	958,8
Plants 1981	entre arbres	30	267,0+/-67,2	640,0+/-115,0	335,0+/-86,0	1243

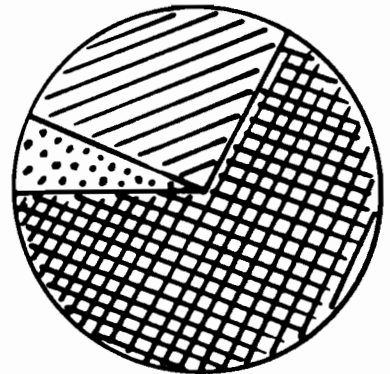
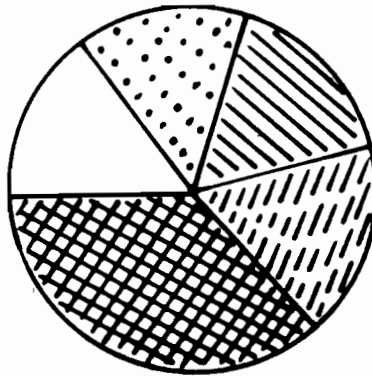
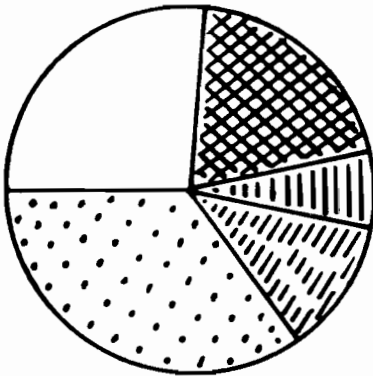
Figure 14

Répartition des populations de termites selon le site et la profondeur du sol en saison des pluies.

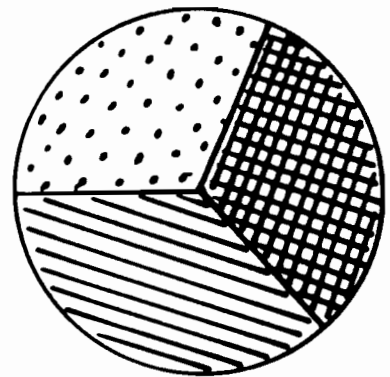
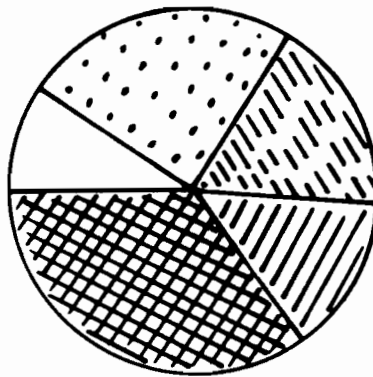
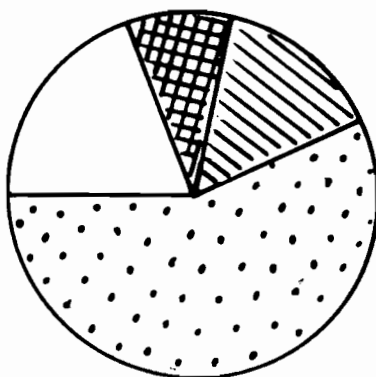
FORET NATURELLE



PLANTATION 1983



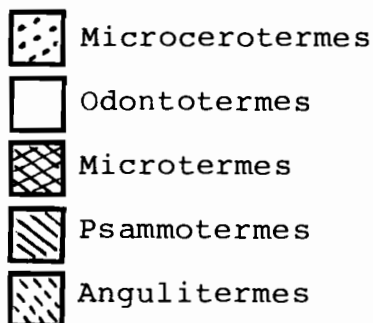
PLANTATION 1981



SURFACE DU SOL

0 à 50 cm

50 à 120 cm



c) Parcelle 1981.

Contrairement à la situation observée en saison sèche, les densités de termites de ce site sont, en saison des pluies plus élevées que celles de la parcelle 1983. Il semble que dans ce milieu plus âgé, les lignivores sont mieux installés que les autres espèces, l'amélioration des disponibilités en eau, la taille des arbres et les quantités de débris végétaux présents pouvant être à l'origine de leur présence. En effet, l'examen de la **figure 14** montre une nette prédominance de Microcerotermes sp. en surface et une assez bonne représentation des autres lignivores.

d) Discussion

L'étude des densités observées en début de saison des pluies permet de constater une fluctuation des effectifs qui semble être davantage liée à l'augmentation des disponibilités en eau. Cependant, l'installation des fortes pluies (août-septembre), entraîne un autre type de réaction: les individus se font de plus en plus rares, sans doute du fait de l'engorgement du sol.

4.2.3. Estimation des biomasses.

Pour l'estimation de la biomasse des termites, il a été calculé une densité moyenne annuelle à partir des densités de la saison sèche et de celles de la saison des pluies. Les poids frais sont déterminés par espèce de termite (LEPAGE, 1974). Les résultats obtenus sont mentionnés au **tableau 12**.

Dans le cas des biomasses de termites au pied des arbres, les données disponibles sont celles de la saison sèche.

Les biomasses relevées au pied des arbres sont très faibles par rapport à celles observées dans le sol (de l'ordre de 0,01 g/m²). Les biomasses de la forêt naturelle sont 2 fois plus élevées que celles des plantations dont les valeurs sont presque identiques.

Tableau 12:

Estimation des biomasses de termites dans les sites étudiés.

SITES	Nbre termites/m ²	Biomasse (g frais/m ²)
Forêt naturelle	1 102	2,1
Plantation 1983	562	1,1
Plantation 1981	684	1,4

4.2.4. Conclusions.

Les densités des boisements étudiés sont assez faibles et varient selon le site, les profondeurs échantillonnées et la saison (**tableau 13**).

L'examen de ce tableau permet de faire les observations suivantes:

-En saison sèche, le nombre de termites de la forêt naturelle à Acacia est faible en surface et augmente au fur et à mesure de la profondeur, alors qu'en plantation artificielle, on note l'inverse: les densités sont plus importantes en surface qu'en profondeur. Ce fait est probablement lié à l'importance de la strate herbacée, ce qui expliquerait en même temps la différence de densités des plantations 1983 et 1981;

-En saison des pluies, les variations des densités sont identiques dans les 3 sites : le niveau 0-50 cm renferme toujours le plus grand nombre de termites. En effet, dans ces sols sableux, les horizons superficiels se dessèchent très vite après une pluie, alors que les couches profondes s'engorgent progressivement avec l'accumulation des eaux de drainage. Seuls les horizons intermédiaires conservent un taux d'humidité moyen. D'autre part, ces zones correspondent au niveau racinaire des arbres.

Les résultats montrent que les densités de termites augmentent avec l'âge des peuplements forestiers, le degré de protection et d'équilibre du sol.

Tableau 13

Récapitulation des densités de termites des sites, en saison sèche et en saison des pluies.

SITE	PERIODE	NOMBRE DE TERMITES AU m2			
		sur le sol	0 à 50 cm	50 à 120 cm	Totaux
Forêt Acacia	S.sèche	16,8	72,0	139,6	228,4
	S.pluies	504,0	946,0	500,0	1950,0
Plants 1983	S.sèche	142,0	18,0	12,4	172,4
	S.pluies	335,8	420,0	203,6	959,4
Plants 1981	S.sèche	65,6	48,4	51,2	165,2
	S.pluies	267,3	640,7	335,2	1243,2

Les plantations artificielles peuvent renfermer d'importantes densités mais un nombre d'espèces plus réduit par rapport aux forêts naturelles.

Le processus de recolonisation des sites perturbés par les termites dépend de facteurs favorables et défavorables.

a) Les facteurs favorables.

-biotopes propices à la réinstallation des termites, comme les nombreux piquets de clôtures (plusieurs milliers) et les quelques dizaines d'arbres porte-graines maintenus sur place;

-existence d'une strate herbacée très dense durant les premières années qui suivent les défrichements;

b) Les facteurs défavorables.

-imprévisibilité de la saison des pluies, tantôt précoce (démarrage en juin), tantôt tardive (démarrage en août), avec des pluies variables en fréquence et en volume;

-présence d'un substrat sableux généralement défavorable pour les termites, sauf pour une seule espèce (Psammotermes sp.) et dont la perméabilité accélère les pertes en eau.

CHAPITRE V

RECOLTE DES TERMITES SUR BOIS MORT.

5.1. INTRODUCTION

Les activités de récolte des termites varient selon le profil de sol dans les différents sites, selon la saison et selon les espèces de termites.

-Certaines espèces récoltent d'abord l'écorce et progressent vers l'intérieur du rondin: c'est le cas d'Amitermes evuncifer (**figure 15 a**). Cette espèce est inféodée au collet des arbres, notamment Eucalyptus et Anacardium;

-D'autres espèces récoltent au coeur du bois et étendent ensuite leur action dans le volume du rondin (**figure 15 b**). Microtermes toumodiensis et Microtermes hollandei attaquent le bois de cette manière dans la plupart des cas, d'où leur action nuisible pour les piquets de clôtures, les habitations, les poteaux télégraphiques et les produits forestiers stockés. Les parties consommées sont remplies avec de la terre (cf. ABE, 1980);

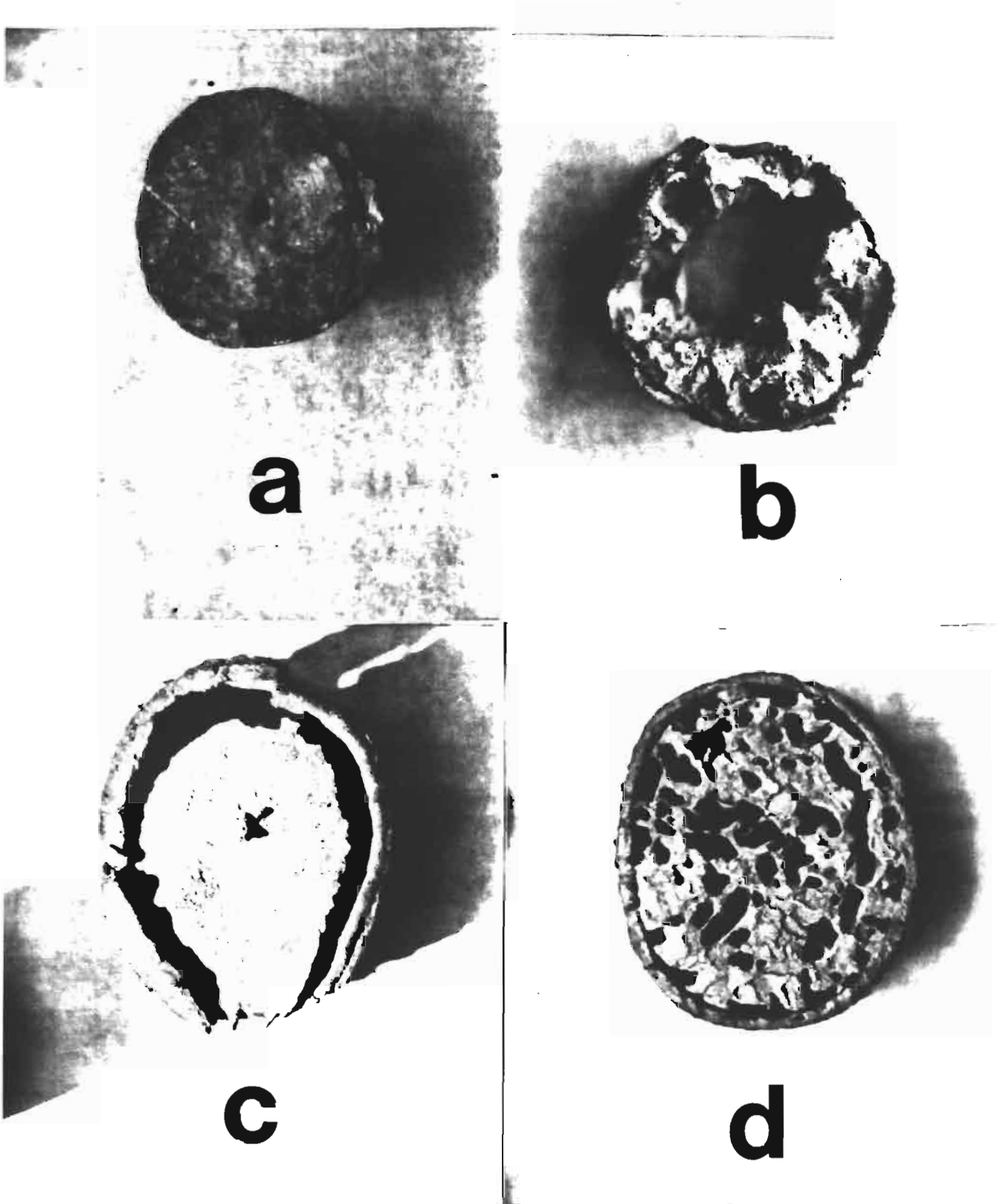
-Des espèces récoltent entre l'écorce et le bois, dans les anfractuosités créées par la rétraction du rondin (**figure 15 c**). Dans ce cas, seul le bois est récolté à partir de galeries périphériques qui s'élargissent vers le centre. Psammotermes hybostoma, Coptotermes intermedius et souvent Microtermes spp. effectuent de telles récoltes ;

-Enfin, certaines récoltes s'effectuent à l'intérieur du bois plein et progressent par de nombreuses galeries sur les 2 faces du rondin (**figure 15 d**). Ce mode est principalement employé par Microcerotermes spp. qui apparaît ainsi l'espèce lignivore la plus efficace.

Cette localisation à des emplacements distincts du bois rend possible la coexistence de plusieurs espèces sur le même substrat. Des traitements anti-termite insuffisants ou peu efficaces n'auront qu'une action partielle, entraînant un déséquilibre des populations et une prolifération éventuelle des espèces les plus résistantes.

Figure 15

Modes d'attaque des rondins de bois par les termites, **a** :
 attaque de l'écorce (Amitermes) ; **b** : attaque du bois central
 (Microtermes) ; **c** : attaque située entre l'écorce et le bois
 (Psammotermes) ; **d** : attaque à différents endroits du rondin
 (Microcerotermes).



5.2. DONNEES GLOBALES SUR LES RECOLTES.

Les figures 16 et 17 montrent les résultats des récoltes sur rondins enregistrées dans les différents sites, selon la profondeur et selon la saison.

5.2.1. Récolte en parcelle naturelle

a) Bois d'Anacardium

En saison sèche, la récolte (exprimée en % de perte de poids des rondins), identique à 0 et 40 cm, augmente à 1 m de profondeur.

Les consommations sont, dans l'ensemble, assez fortes en saison sèche aussi bien en surface qu'en profondeur du sol. Ceci résulte de la présence de colonies de lignivores (Microcerotermes sp. et Psammotermes sp.) qui sont actives dans tout le profil de sol.

En saison des pluies, le schéma est le même avec toutefois une récolte légèrement plus importante.

La différence des pourcentages globaux entre la saison sèche (36,9%) et la saison des pluies (43,9%) n'est pas significative. Pendant la saison des pluies, les conditions (humidité) sont a priori plus favorables pour l'activité des termites. Cependant, l'action perturbatrice des violentes averses limite également cette activité.

En saison des pluies et en saison sèche les termites sont plus actifs à - 100 cm, zone renfermant moins de racines mais située à l'abri des diverses perturbations.

b) Bois d'Eucalyptus

En saison sèche, les taux de prélèvement de bois d'Eucalyptus camaldulensis varient suivant la profondeur. L'activité la plus importante se situe à - 100 cm. Les consommations observées en surface sont essentiellement localisées aux rondins disposés dans des buissons et fourrés.

En saison des pluies, les taux de prélèvement sont relativement faibles et homogènes sur tout le profil. La variation du taux de récolte entre la surface du sol et le niveau - 100 cm serait due aux effets perturbateurs des

pluies. De même, les prélèvements en saison sèche et en saison des pluies ont des valeurs sensiblement égales.

c) Comparaison entre Anacardium et Eucalyptus

Les résultats obtenus en parcelle naturelle montrent que le bois d'Anacardium est plus consommé que celui d'Eucalyptus: respectivement 37,03 % consommé contre 17,30 % en saison sèche et 44,4 % contre 18 % en saison des pluies.

Les plus faibles récoltes sur rondins d'Eucalyptus Camaldulensis peuvent être mises en rapport avec la résistance de ce bois à l'attaque des termites. Cependant, même si la récolte reste globalement faible en poids consommé, l'attaque est préjudiciable à la qualité des bois, empêchant leur utilisation ultérieure (existence de multiples perforations).

5.2.2. Récolte en parcelle 1983.

a) Bois d'Anacardium

La figure 16 montre qu'en saison sèche, la consommation de bois mort est assez élevée en surface et faible en profondeur. L'important tapis herbacé de cette parcelle favorise l'installation de nombreuses colonies de termites: des champignonnistes (Odontotermes sp. et Microtermes sp.) et d'autre part, des lignivores (Microcerotermes sp. et Psammotermes sp.).

La colonisation des horizons profonds par les lignivores n'est pas encore suffisamment avancée pour que l'on constate une récolte abondante, notamment en saison sèche.

En saison des pluies, le schéma est différent, c'est à dire une activité plus faible en surface qu'en profondeur, où l'on note une récolte importante de Microtermes. Les prélèvements en surface sont certainement perturbés par les pluies.

b) Bois d'Eucalyptus camaldulensis

Dans cette parcelle, la récolte sur bois d'Eucalyptus se rapproche de celle constatée pour Anacardium: en saison sèche, les consommations sont plus importantes en surface qu'en profondeur, tandis que c'est l'inverse en saison des pluies (figure 17).

Variation des pourcentages de consommation de bois d'Anacardium par les termites, selon le site, la profondeur du sol et la saison.

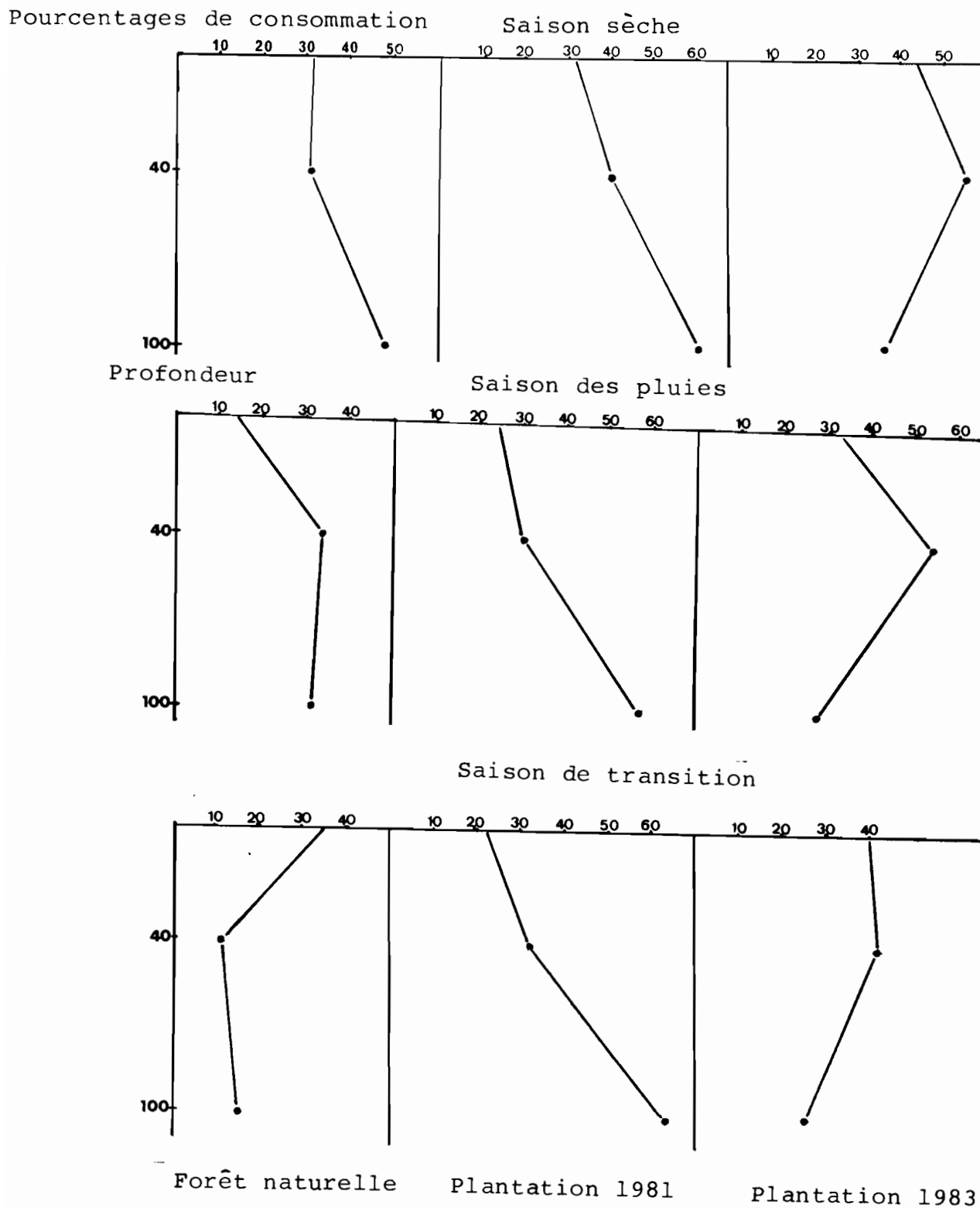
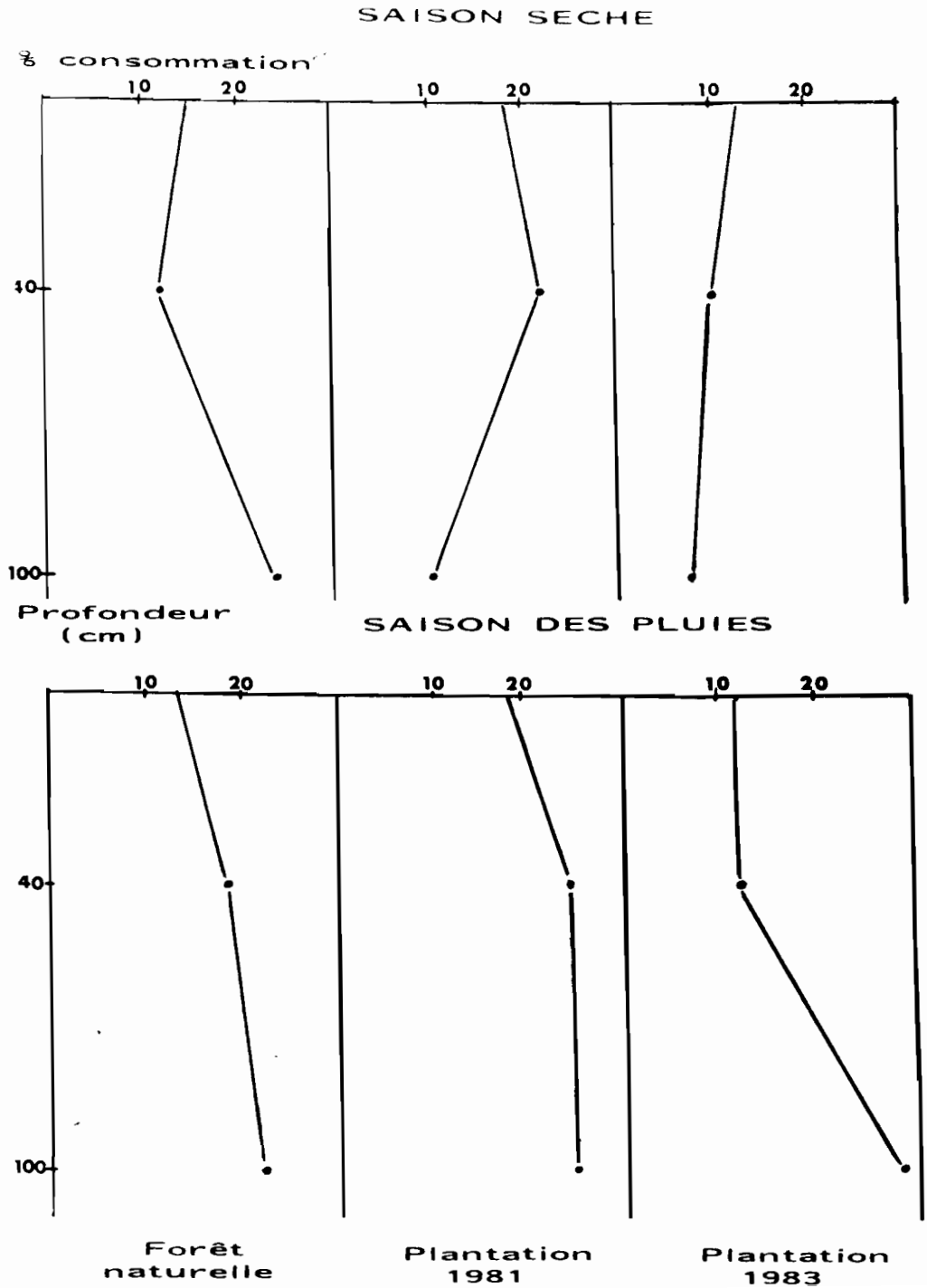


Figure 17

variation des pourcentages de consommation de bois d'Eucalyptus camaldulensis par les termites, selon le site, la profondeur du sol et la saison.



Les pertes de poids constatées en saison des pluies sont supérieures à celles de la saison sèche, surtout pour les rondins enterrés à -100 cm, mieux protégés de l'action perturbatrice des pluies.

c) Comparaison entre Anacardium et Eucalyptus

On constate ainsi que l'Anacardium est 2 fois plus récolté que l'Eucalyptus : respectivement 20,6% contre 10,4% en saison sèche et 39,5% contre 17,6% en saison des pluies.

Cette plus grande consommation d'Anacardium notée dans ce site est sans doute à mettre en rapport avec la présence plus importante de champignonnistes très efficaces sur ce bois tendre.

5.2.3. Récoltes en parcelle 1981

a) Bois d'Anacardium

En saison sèche, la récolte de bois mort d'Anacardium est faible en surface et plus importante à - 40 et -100 cm (**figure 16**). Les champignonnistes (Microtermes sp. et Odontotermes sp.) sont rares au niveau du sol, malgré une production herbacée assez importante (1.87 t/ ha). Au contraire, Microcerotermes sp. semble récolter activement à tous les niveaux du profil.

Les récoltes importantes par Amitermes et Psammotermes sont à l'origine des consommations notées à -100 cm.

En saison des pluies, les consommations sont faibles à 0 et - 40 cm et fortes à - 100 cm. En plus de l'effet inhibiteur des pluies en surface, on constate dans l'horizon profond, une activité de Coptotermes et d'Amitermes qui se réinstallent dans cette parcelle.

Les résultats obtenus lors de la saison de transition confirment, comme dans les sites déjà étudiés, une recrudescence des fréquentations en surface et à - 40 cm par les termites, au détriment de l'horizon -100 cm. De même, on note en surface une activité importante de Microtermes toumodiensis.

b) Bois d'Eucalyptus

En saison sèche, les récoltes sur bois d'Eucalyptus se révèlent plus importantes à 0 et - 40 cm (**figure 17**) qu'à - 100 cm. Ce schéma montre que Microcerotermes sp., responsable essentiel de cette récolte, se trouve davantage en zone superficielle et moyenne, tandis qu'Amitermes, Microtermes Hollandei et éventuellement Coptotermes occupent les niveaux profonds. La faible consommation enregistrée à -100 cm serait due à la résistance de ce bois.

En saison des pluies, les prélèvements paraissent assez élevés aux 3 niveaux. Dans cette parcelle, les perturbations dues aux pluies sont plus atténuées à cause de la densité des arbres et de la protection constituée par leurs cimes.

c) Comparaison entre Anacardium et Eucalyptus

Dans le reboisement de 1981, les taux de consommation de bois mort d'Anacardium et d'Eucalyptus montrent des différences analogues aux autres parcelles: respectivement, 26,8% contre 17,1% en saison sèche et 37,4% contre 22,7% en saison des pluies.

Une augmentation de la récolte sur bois d'Eucalyptus est constatée dans le reboisement 1981, en liaison avec une réinstallation progressive des termites lignivores tels que Microcerotermes sp., Coptotermes sp. et Amitermes evuncifer.

5.3. COMPORTEMENT DES ESPECES

Six genres de termites ont été constatés en récolte sur les appâts de bois mort:

- Microcerotermes spp.
- Microtermes spp.
- Psammotermes hybostoma
- Amitermes evuncifer
- Coptotermes intermedius
- Angulitermes nilensis

Ce cortège d'espèces constitue l'essentiel de la faune en termites des 3 parcelles étudiées. Il faut y ajouter Odontotermes sp., non trouvé en récolte sur les rondins mais très abondant dans la strate herbacée et quelques fois sur le tronc de certains grands arbres.

La récolte peut être effectuée par une seule espèce ou bien être simultanée pour plusieurs espèces de termites.

Le premier cas est le plus fréquent, le second cas n'intervenant en général que pendant la saison humide, lorsque les sorties des colonies sont importantes.

5.3.1 Activité des termites sur bois d'Anacardium

Le **tableau 14** récapitule les modalités de récolte des termites sur le bois d'Anacardium.

Tableau 14

Pourcentages saisonniers de récolte sur bois d'Anacardium par les termites (espèces isolées ou groupes d'espèces, en % de bois consommé).

(S.S = saison sèche; S.H = saison humide)

% globaux	Forêt d'Acacia		Plantation 1983		Plantation 1981	
	S.S	S.H.	S.S	S.H.	S.S	S.H.
espèces isolées	29,2	37,0	18,7	33,6	20,7	24,5
groupes d'espèces	7,6	6,8	2,6	5,5	5,0	11,6
totaux	36,8	43,8	21,3	39,1	25,7	36,1
% moyens mensuels	20,2		15,1		15,4	

Selon ce **tableau 14** on peut déterminer comment varie la récolte:

La récolte varie selon la composition des groupes de termites : les espèces isolées assurent l'essentiel de la consommation (de 2 à 5 fois). Cette plus faible proportion consommée lorsque les espèces sont groupées pourrait être liée à l'effet d'une compétition.

La récolte varie selon la saison: même dans le cas des espèces isolées, on constate que les taux de prélèvement les plus importants ont été obtenus en saison humide. En effet, l'attaque du bois par les lignivores nécessite une certaine humidité, estimée à 20 % (DAJOZ, 1977). C'est dans la plantation 1981 que les différences saisonnières de récolte

sont les plus faibles. Cette parcelle sub-adulte montre une réduction progressive des champignonnistes qui sont remplacés par des lignivores. Ces derniers sont plus efficaces en saison sèche.

La récolte varie selon les sites: on note une variation des taux de récolte dans la forêt naturelle et dans les plantations, probablement liée à une différence des densités des populations.

5.3.2. Activité des termites sur bois d'Eucalyptus

Cette activité est résumée sur le **tableau 15**. Dans ce tableau, on constate également des taux de prélèvement par les espèces isolées plus élevés que lorsque les espèces étaient groupées. Ces cas de coexistence d'espèces sont en fait assez rares sur le bois d'Eucalyptus. La résistance de ce bois à l'attaque des termites a déjà été soulignée (Bois et Forêts des tropiques, n° 87, 1963).

Tableau 15

Récolte saisonnière du bois d'Eucalyptus par les termites
(espèces isolées ou groupées).

% globaux des récoltes	Forêt naturelle		Plantation 1983		Plantation 1981	
	S.S	S.H.	S.S.	S.H.	S.S.	S.H.
des espèces isolées	12,8	10,7	10,3	11,0	17,0	15,9
des groupes d'espèces	4,5	7,1	0,3	5,7	0	5,8
totaux	17,3	17,8	10,6	16,7	17	21,7
% moyens mensuels	8,7		6,8		9,6	

5.3.3. Comparaison entre les divers comportements

Les résultats confirment que le bois d'Anacardium est plus facilement consommé que celui d'Eucalyptus camaldulensis (2 fois plus en moyenne), ce qui explique que ses peuplements soient plus largement attaqués par les termites, aussi bien lignivores que champignonnistes. L'Anacardium est employé en production fruitière et il intervient pour la fixation et la restauration des dunes secondaires mais son utilité comme bois de service (haies et clôture notamment) pose de gros problèmes de préservation à cause des attaques des déprédateurs.

Quant au bois d'Eucalyptus, sa dureté limite la possibilité de son attaque par les termites sauf à la faveur de fissures du bois. Dès leur pénétration, les ouvriers colmatent les fissures avec de la terre et continuent leur récolte en direction des zones d'éclatement interne du bois.

Les lignivores sont plus efficaces sur ce matériau mais on relève aussi des attaques importantes de Microtermes hollandei, notamment en saison humide. Ce termite s'introduit entre l'écorce et le bois où bien pénètre dans les fissures du bois de coeur, qu'il ronge progressivement. Microcerotermes spp. reste néanmoins le plus actif sur ce matériau et les individus récoltants se signalent par leur couleur rouge qui correspond au bois prélevé, de teneur élevée en tanins (in THIOMBIANO, 1984).

Les écorces sèches semblent peu attractives pour les espèces, ce qui expliquerait leur grande abondance dans la litière et au collet des arbres.

5.3.4. Cas de la saison de transition

Cette saison post-hivernale, située entre mi-octobre et décembre est caractérisée par un climat chaud et humide. L'étude de l'activité des termites y a été faite selon la même méthode des rondins enterrés. Le bois d'Anacardium a été utilisé à cet effet.

Le **tableau 16** rassemble les résultats enregistrés dans les 3 sites.

Tableau 16

Récolte saisonnière du bois d'Anacardium par les termites (espèces isolées et groupes d'espèces) en saison de transition.

% globaux des récoltes	Forêt naturelle	Plantation 1983	Plantation 1981
des espèces isolées	34,6	20,8	26,1
des groupes d'espèces	10,0	18,0	10,3
totaux	44,6	38,8	36,4

L'analyse de ce tableau permet de faire les observations suivantes:

-les récoltes constatées en cette saison sont sensiblement du même ordre que celles de la saison humide;

-on note dans les plantations, notamment dans celle de 1983, de nombreux cas de coexistence d'espèces (2 ou 3) sur un même rondin. Ceci est lié à l'importante sortie des colonies à cette période de l'année, comme d'autres auteurs l'ont déjà souligné (BRUNCK, 1978);

-au cours de cette saison de transition, la répartition des pourcentages de récolte suivant la profondeur (**figure 16**) montre que l'activité des termites est plus élevée à l'horizon -40 cm, qui correspond à la zone où le système racinaire des plants est le plus dense. Cette observation peut être mise en rapport avec les importantes mortalités de jeunes plants enregistrées dans les nouvelles plantations à cette période de transition.

5.3.5 Récoltes des différentes espèces de termites

Les **tableaux 17** et **18** donnent les pourcentages de récolte de bois par espèce de termite dans les 3 sites.

Tableau 17

Répartition selon les espèces de termite, des pourcentages de consommation mensuels moyens sur bois d' Anacardium. (Les taux mensuels correspondent à la moyenne des taux saisonniers de récolte pour chaque espèce de termite, divisée par 2 car le temps de séjour des rondins est de 2 mois).

ESPECES	Forêt	Plant. 1983	Plant. 1981	% moyen/mois
<u>Microcerotermes</u> spp.	1,9	2,9	3,5	2,76
<u>Psammotermes</u> sp.	4,2	0,5	0,25	1,65
<u>Microtermes toumodiensis</u>	6,8	4,15	1,7	4,21
<u>Microtermes hollandei</u>	3,45	3,8	3,5	3,58
<u>Amitermes</u>	0	1,55	1,4	0,98
<u>Coptotermes</u>	0	0	0,75	0,25

Tableau 18

Répartition selon les espèces des pourcentages mensuels moyens sur bois d' Eucalyptus.

ESPECES	Forêt	Plant.1983	Plant.1981	% moyen/mois
<u>Microcerotermes</u> spp.	2,15	0,85	4	2,33
<u>Psammotermes</u> sp.	0,9	1,55	0	0,81
<u>Microtermes toumodiensis</u>	1,5	1,4	0,9	1,26
<u>Microtermes hollandei</u>	1,2	1,25	1,95	1,46
<u>Amitermes</u>	0	0,02	1,25	0,42
<u>Angulitermes</u>	0	0,1	0	0,03

On observe à partir des données de ces tableaux:

-que les pourcentages de récolte par espèce indiquent que Microtermes est le plus actif, puis Microcerotermes et Psammotermes. Amitermes et Coptotermes sont assez rares. Le genre Angulitermes est présent mais strictement localisé (souches d'arbres et strate herbacée) ;

-que certaines espèces sont efficaces dans les 3 milieux (Microtermes spp.), alors que d'autres ne sont actives que dans un milieu donné (Microcerotermes spp., Amitermes et Coptotermes en parcelles âgées d'Eucalyptus, Psammotermes en forêt naturelle claire, Angulitermes en sous-bois riche en terreau) ;

-que la plupart des espèces semblent inféodées à un milieu. La transformation de la forêt naturelle en plantations artificielles semble avoir défavorisé Psammotermes hybostoma et, dans une certaine mesure, les champignonnistes (Odontotermes, Microtermes toumodiensis et Microtermes hollandei). En effet, même si ces derniers ont des densités plus élevées dès les premières années (de 1 à 3 ans), ils sont progressivement dominés à partir de la 4ème, 5ème année par les lignivores, puis par les humivores dont les densités augmentent avec l'importance des chutes de litière. Amitermes evuncifer et Coptotermes intermedius deviennent avantagés lors de la croissance des parcelles d'Eucalyptus qui assurent une meilleure protection du sol et de plus grandes disponibilités alimentaires. La présence simultanée des 2 espèces de Microtermes, en saison humide, sur un même rondin peut être due à une certaine compétition trophique comme d'autres auteurs l'ont déjà suggéré (ROY-NOEL, 1972). Quant à Psammotermes, il semble être en compétition avec les lignivores.

5.4. RELATION NOMBRE DE TERMITES ET POIDS DE BOIS RECOLTE.

Les récoltes sont effectuées par des groupes d'individus d'importance variable selon la profondeur du sol, la saison de récolte et certainement la qualité du matériau prélevé. Le **tableau 19** récapitule l'ensemble des données relatives aux populations récoltantes:

-le nombre de termites est en général plus important sur les rondins d'Anacardium que sur ceux d'Eucalyptus ;

-En ce qui concerne la récolte saisonnière, on note que les termites sont nombreux en saison humide et en période de transition. Ils récoltent aussi en saison sèche mais de façon plus localisée aux endroits favorables.

Différentes corrélations ont été établies entre le nombre de termites et les poids récoltés, selon les saisons et les profondeurs du sol. Les corrélations sont dans l'ensemble très significatives et montrent quelques variations selon la profondeur et la saison

a) Selon la saison, on obtient les corrélations suivantes:

- en saison sèche, $r = 0,483$ ($n = 102$, $P < 0,001$);
- en saison des pluies, $r = 0,715$ ($n = 141$, $P < 0,001$);
- en saison de transition, $r = 0,610$ ($n = 77$, $P < 0,001$).

Ces résultats saisonniers montrent que les corrélations obtenues en saison humide (saison des pluies et saison de transition) sont plus fortes qu'en saison sèche. Durant cette dernière période, les prélèvements sont plus faibles alors que le nombre de termites récoltants est élevé, ce qui traduit certainement un effort de récolte intense. Les carences en eau du milieu peuvent alors être à l'origine d'un tel déséquilibre.

b) Selon la profondeur du sol, on note les corrélations :

- à la surface du sol, $r = 0,583$ ($n = 112$, $P < 0,001$);
- à - 40 cm, $r = 0,673$ ($n = 97$, $P < 0,001$);
- à - 100 cm, $r = 0,638$ ($n = 111$, $P < 0,001$).

La récolte sur le sol est favorisée dans les plantations d'Eucalyptus à cause de la strate herbacée qui assure le maintien des populations de termites, de l'humidité des rosées et de l'absence de perturbation par la protection des lieux reboisés.

La récolte à - 100 cm est favorisée en forêt naturelle et légèrement en plantation 1981 par les migrations profondes entreprises durant toute la saison sèche par les termites.

En saison humide (saison des pluies et saison de transition), la récolte est plus active à l'horizon - 40 cm, probablement du fait de son humidité moyenne et de la présence d'un réseau racinaire dense.

5.5. CONCLUSIONS.

Les 3 sites montrent tout au long de l'année, une activité continue de récolte des termites. Les fluctuations saisonnières de cette activité sont à mettre en relation avec la teneur en eau du milieu. La période favorable débute en juin-juillet et se prolonge en saison de transition. Du point de vue de l'activité des espèces, nous pouvons donc partager l'année en 2 périodes de durée sensiblement égale: janvier à juin, caractérisée par un sol sec et un manque d'eau et juillet à décembre, caractérisée par une humidité correcte du sol.

La présence d'une couverture herbacée dense dans les jeunes plantations, puis d'une abondante litière de feuilles et branchages dans les parcelles adultes entraînent une succession des espèces de termites, en rapport avec les divers stades de l'évolution de ces boisements artificiels.

L'étude montre une nette fluctuation des activités de récolte selon les sites: importantes dans la forêt naturelle, elles diminuent dans la plantation 1983, puis remontent dans la parcelle 1981. Cet accroissement de l'activité des termites se poursuit en relation avec la croissance des arbres grâce à l'intervention des humivores et des lignivores sur la litière.

Tableau 19.

Quantités de bois mort récoltées (rondins) et populations récoltantes.

Espèces de bois	Prof. sol (en cm)	Poids récoltés(g)	Nbre termites
<u>Parcelle naturelle, saison sèche.</u>			
Anacardium	0	591,5	9850
	40	540	9356
	100	812	3084
Eucalyptus	0	422	6087
	40	288	1740
	100	592	1365
<u>Parcelle naturelle, saison des pluies.</u>			
Anacardium	0	621	8687
	40	668	10211
	100	997	12835
Eucalyptus	0	361	2829
	40	413	2513
	100	508	4070
<u>Parcelle naturelle, saison de transition.</u>			
Anacardium	0	1177	13691
	40	1509	14830
	100	794	9067
<u>Parcelle 1983, saison sèche.</u>			
Anacardium	0	718	8945
	40	211	2108
	100	270	1199
Eucalyptus	0	396	1997
	40	255	6966
	100	192	506
<u>Parcelle 1981, saison des pluies.</u>			
Anacardium	0	514	9581
	40	580	13461
	100	1119	18052
Eucalyptus	0	378	3810
	40	299	2947
	100	612	8680

Tableau 19 (suite)

Quantités de bois mort récoltées (rondins) et populations récoltantes.

Espèces de bois	Prof. sol (en cm)	Poids récoltés(g)	Nbre termites
<u>Parcelle 1983, saison transition.</u>			
Anacardium	0	709	14987
	40	788	14696
	100	470	8666
<u>Parcelle 1981, saison sèche.</u>			
Anacardium	0	318	5275
	40	573	16584
	100	542	2292
Eucalyptus	0	478	3987
	40	649	10884
	100	287	3060
<u>Parcelle 1981, saison des pluies.</u>			
Anacardium	0	545	10190
	40	509	8561
	100	938	13369
Eucalyptus	0	476	7982
	40	595	7414
	100	660	7559
<u>Parcelle 1981, saison transition.</u>			
Anacardium	0	849	11544
	40	1124	18642
	100	652	9007

Chapitre VI

RECOLTE DES TERMITES SUR LES ARBRES VIVANTS.

6.1. LA PRESENCE DES TERMITES SUR LES ARBRES VIVANTS.

Six prospections ont été réalisées de mars 1985 à janvier 1986, permettant de préciser:

- les modalités de la présence des termites sur les arbres;
- l'effet des termites sur l'état de l'arbre.

6.1.1. Modalités de la présence des termites

Tout Eucalyptus abritant des termites est noté "arbre porteur", sans préciser l'impact exact de ces insectes. Le **tableau 20** récapitule les différents cas relevés au cours de la période d'étude.

Certains Eucalyptus vivants montrent des termites en récolte durant toute l'année. Le pourcentage global des arbres "porteurs" s'élève à 27.7 % dans cette parcelle âgée de 5 ans. Les mois de juillet et janvier montrent les plus grandes fréquentations (respectivement 37.5 % et 34.1 %), tandis qu'en septembre, on relève un taux plus faible (15.8 %).

A l'intérieur de chaque quadrat le pourcentage d'arbres porteurs fluctue selon la saison, ce qui correspond à l'abandon de certains arbres et à une récolte sur de nouveaux arbres. L'abandon d'une récolte sur un arbre peut correspondre à:

- un abandon définitif par les populations de termites dans le cas de groupes récoltant à partir de nids souterrains;
- un repli vers des endroits moins accessibles à l'observateur;
- une mort probable des groupes récolteurs (perturbations, prédation).

Ces mouvements de populations de termites entre les Eucalyptus de la parcelle correspondent également à certains

facteurs propres au milieu et illustrent le caractère très superficiel de la présence des termites sur ces jeunes arbres.

Par contre, dans quelques cas, les termites sont restés présents en permanence sur les Eucalyptus. Diverses expériences ont été conduites afin de préciser leur impact:

a) Etude par sondage, de l'orientation et de la profondeur des galeries creusées par les termites dans le collet des arbres;

b) Coupes successives pour observer la structure interne des galeries.

Après avoir pénétré de quelques mm dans la zone superficielle du collet, les galeries bifurquent latéralement et se situent près de la surface autour de la circonférence. L'étude montre que les galeries de termites se situent uniquement dans les tissus morts et le long des blessures ;

c) Une recherche des nids de termites a été entreprise à la base des arbres et dans la zone environnante. Sur 240 arbres prospectés, on a recensé sur 3 individus des nids de Microcerotermes sp., tous placés contre le collet des arbres. Cependant, les groupes importants de récolte que l'on rencontre parfois au niveau des collets suggèrent l'existence de nids tout proches, sans doute placés près des racines profondes. Les 3 nids trouvés étaient visiblement de jeunes nids en cours de croissance.

On constate que certains arbres ne sont jamais attaqués par les termites:

-les Eucalyptus à racines superficielles, dont le collet est sub-affleurant;

-les Eucalyptus dont le collet est entouré d'un bourrelet dur provenant d'un écoulement important de gomme;

-les Eucalyptus qui poussent sur substrat totalement sableux (certains sujets du quadrat D);

-les arbres qui n'ont ni blessure, ni voie d'accès au collet;

-enfin, les sujets qui abritent des fourmis et qui sont généralement délaissés par les termites.

Au cours du temps, une installation superficielle de termites sur un arbre peut évoluer, selon un abandon de l'arbre par les mécanismes exposés ci-dessus ou bien une

attaque réelle dans le cas où l'arbre porteur souffre d'une maladie ou d'une carence quelconque qui entraînent son flétrissement.

Pour tester cette dernière éventualité, nous avons annelé 10 Eucalyptus où les termites étaient présents, afin de provoquer leur affaiblissement et suivre l'évolution ultérieure des populations de termites. Après 2 essais (de 5 arbres chacun), on constate que l'annélation (pratiquée à la base des arbres), favorisait plutôt des rejets mais n'entraînait pas le flétrissement escompté. D'autres méthodes seraient plus efficaces, comme le brûlis ou l'emploi de produits chimiques, mais leur emploi agirait en même temps sur les populations de termites. Nous avons alors utilisé des plantations expérimentales où les plants sont placés dans des conditions physiologiques différentes.

La variation périodique de la présence des termites sur les arbres peut-être mise en relation avec les données climatiques comme le montrent le **tableau 21** et les **figures 18 et 19**.

a) Les facteurs écologiques

Différents facteurs conditionnent l'activité des termites:

1) L'EAU.

-La **figure 18** montre d'importants pourcentages de présence de termites en saison sèche (30 % en moyenne). Ces sorties de termites qu'on observe également dans le milieu, tôt le matin, avant la montée des températures, sont favorisées par la rosée nocturne qui "mouille le sol sur plusieurs millimètres, ainsi que les débris végétaux, et peut rester à l'état de gouttelettes plus ou moins longtemps après le lever du soleil, suivant l'état hygrométrique de l'air." ROY-NOEL (1974).

-La **figure 19** met en relation le nombre de cas où les termites ont été constatés sur les Eucalyptus et la pluviométrie. Si les pluies favorisent la récolte en début de saison (juillet surtout), elles réduisent par contre l'activité des termites lorsqu'elles sont trop abondantes (août-septembre).

Tableau 20

Relevé périodique du nombre d'arbres porteurs de termites (dans les 4 quadrats de la plantation 1981).

QUADRATS	MARS 1985	MAI -	JUIL -	SEPT -	NOV -	JAN 1986
A	18	15	24	11	14	23
B	24	18	24	8	14	22
C	20	19	22	10	14	20
D	11	13	20	9	9	17
% présence	30,4	27	37,5	15,8	21,2	34,1

Tableau 21

Relation entre les facteurs climatiques (*) et les taux de présence des termites sur les Eucalyptus.

MOIS	% PRESENCE	% HUMIDITE DU SOL	TEMP. (°C)	PLUVIOM. (mm)
MARS 85	30,4	0,45	20,4	0
MAI	27	0,32	21,4	0
JUILLET	37,5	1,43	26,8	72,8
SEPTEMBRE	15,8	4,5	27,1	219,0
NOVEMBRE	21,2	-	25,1	0
JANVIER 86	34,1	-	18,7	0

(*) Moyennes mensuelles pour l'humidité et la température, hauteurs d'eau mensuelles pour les pluies.

2) L'HUMIDITE DU SOL.

L'évolution saisonnière des densités de termites en rapport avec la pluviométrie montre que les espèces s'accommodent mieux des valeurs moyennes qui correspondent aux pluies modérées. Les sols des différents faciès sont caractérisés par une rapide rupture de la conductance et la création d'une couche superficielle protectrice (self-mulching), ce qui conserve l'humidité. Les populations de champignonnistes (Microtermes sp. et Odontotermes sp.) sont apparemment mieux adaptées aux fortes humidités et effectuent des sorties de récolte abondantes après chaque pluie pour récolter des matériaux variés: divers débris végétaux, bouses de vache.

3) LA TEMPERATURE.

L'évolution de ce facteur semble être favorable aux populations de termites. Les valeurs minimales (20 °C en moyenne) sont enregistrées en période de déficit hydrique, ce qui contribue à réduire l'évaporation, et les valeurs maximales (35 °C en moyenne) sont notées en saison des pluies, au moment où le sol est engorgé d'eau.

4) LE SOL.

Le substrat, sableux, ne présente que de légères variations dans les parcelles. Un tel sol n'est sans doute pas très favorable à l'implantation des espèces, à l'exception de Psammotermes qui trouve ici un milieu adéquat. La présence d'une végétation sur ces sols de dune, notamment l'Anacardium, espèce pionnière au bois tendre, favorise l'existence des termites, particulièrement au collet des arbres. Leurs mouvements dans le sol semblent également être conditionnés par la présence d'un réseau racinaire.

La grande perméabilité du substrat et la longue saison sèche qui sévit dans cette région font de l'eau un facteur limitant, pour les arbres comme pour la faune.

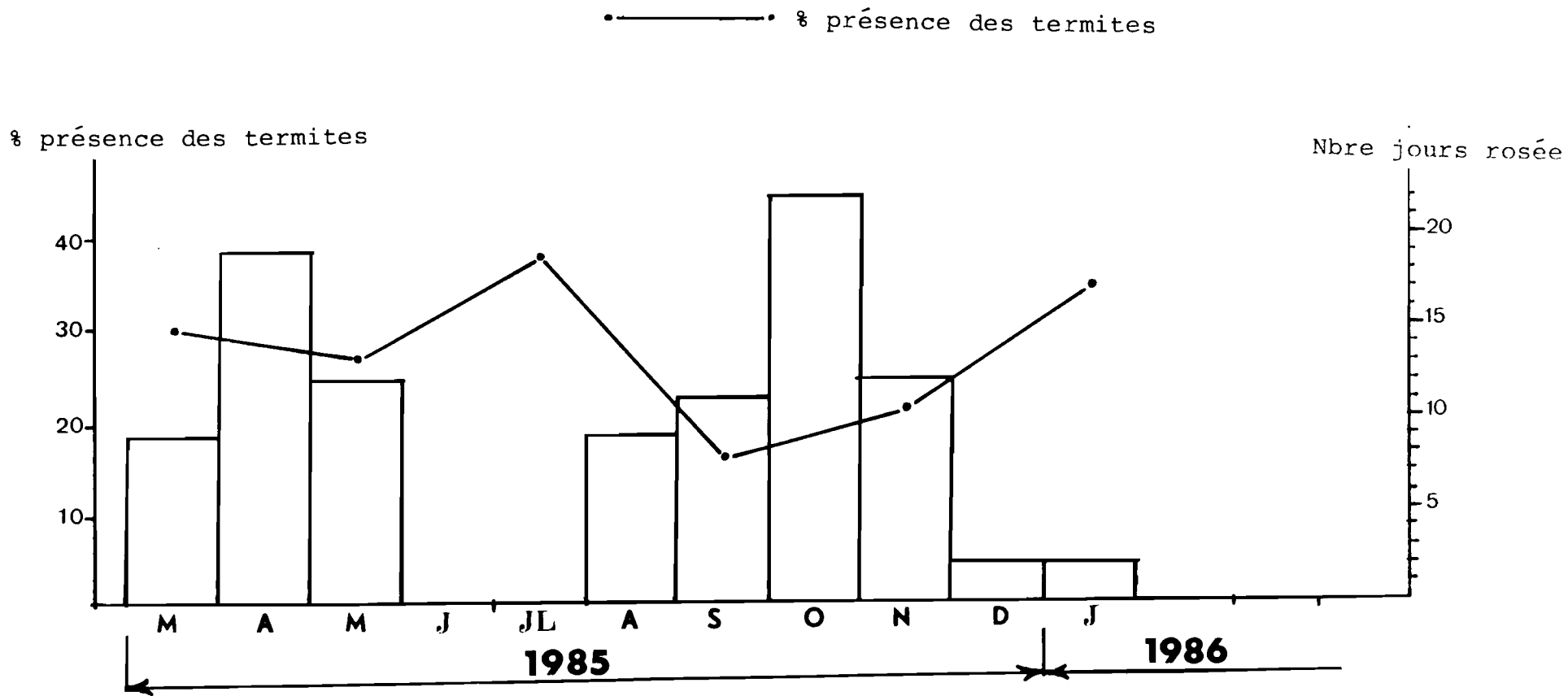


Figure 18

Relation entre le nombre de jours de rosée et l'évolution des pourcentages de présence des termites sur les arbres vivants.

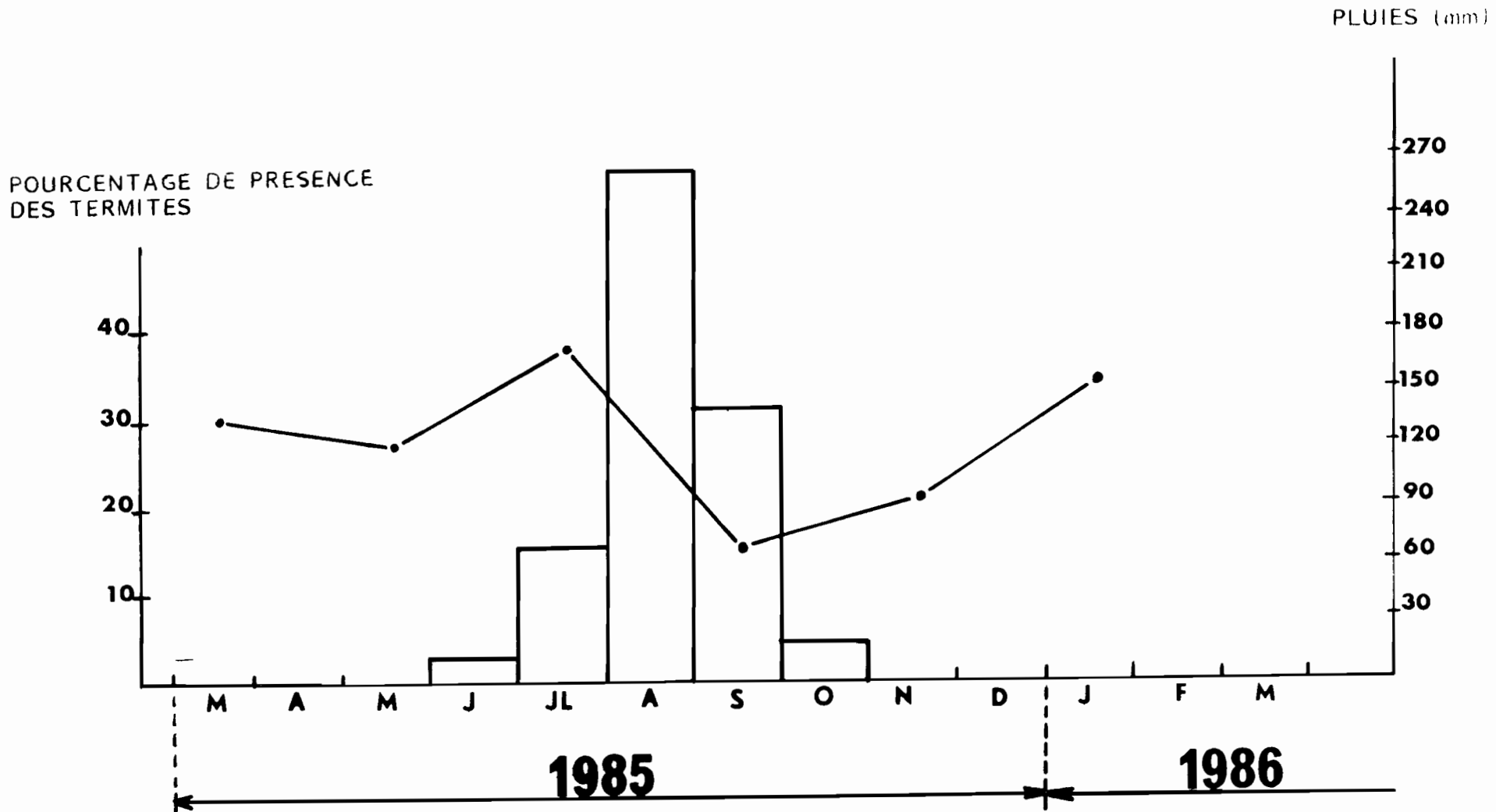


Figure 19

Relation entre la fluctuation des pourcentages de présence des termites et la pluviométrie.

b) Manipulations sur le terrain

Nous avons testé le rôle du facteur "eau" sur la présence des termites, au moyen de diverses expériences :

- apport d'eau au niveau de certains troncs d'arbres vigoureux non porteurs de termites;
- apport d'eau sur des arbres en mauvais état.

b-1) Apport d'eau sur des arbres vigoureux.

En saison sèche, les récoltes des termites qui sont constatées le long des troncs d'arbres semblent correspondre à une certaine recherche d'aliments humides. 30 troncs d'Eucalyptus camaldulensis sans termites ont été humidifiés par l'écoulement d'un filet d'eau constant le long de ces troncs et des écorces.

Au bout de 3 jours, sur l'ensemble des 30 Eucalyptus, les termites apparaissent, mais seulement au niveau des collets car on note la présence simultanée des fourmis le long des filets d'eau, ce qui a probablement empêché les termites de coloniser les écorces. Pour éviter la perturbation due à la présence des fourmis, des plaques de mousse humectées, de 40 cm de long, ont été fixées le long de la base des troncs de 40 autres Eucalyptus. Ces sortes d'éponges recouvraient ainsi plusieurs niveaux d'écorces. L'ensemble du dispositif était recouvert de toile en polyéthylène et régulièrement arrosé pour maintenir une bonne humidité.

Au bout d'une semaine, 35 arbres étaient totalement colonisés par Microcerotermes dont les ouvriers étaient groupés sous les écorces. On notait également la présence de Microtermes limitée à la base des troncs. Dès que les apports d'eau étaient suspendus, les termites se retiraient.

b-2) Apport d'eau sur les arbres en mauvais état.

20 Eucalyptus en état de flétrissement furent humidifiés avec le même dispositif que précédemment. Les termites y ont été constatés quelques jours plus tard et ils ont de même quitté les lieux après arrêt de l'apport d'eau sans avoir effectué d'attaque. Les arbres, bien qu'en mauvais état, sans doute à cause du manque d'eau, conservaient toujours une

certaine vigueur qui est attestée par leur reprise d'activité dès les premières pluies.

Ces expériences nous ont permis de constater l'attraction exercée par l'eau sur les termites et les activités de récolte sont certainement très limitées par les déficits en eau, notamment en saison sèche.

6.1.2. L'effet des termites sur l'état de l'arbre.

Le **tableau 22** compare les pourcentages de présence des termites et des hauteurs moyennes des arbres durant la période de mars 1985 à janvier 1986.

En janvier 1986, les arbres porteurs montrent un accroissement normal malgré la présence des termites, avec des hauteurs légèrement différentes selon les quadrats. Ces différences reflètent sans doute la nature du substrat, un peu plus sableux en certains endroits de la parcelle (quadrat D notamment). Les taux de présence des termites ont même légèrement augmenté en janvier, alors que les Eucalyptus continuaient à se développer normalement. Ces observations montrent que la présence des termites n'a pas eu, durant toute cette période, d'impact sur l'évolution normale des arbres. Elle correspond sans doute à une récolte nécessitant le minimum d'humidité : matières végétales à demi-desséchées (écorces, gomme, débris végétaux divers au niveau des collets).

6.1.3. Les espèces de termites relevées sur les arbres.

Le **tableau 23** récapitule les pourcentages de présence des espèces de termites sur les arbres selon la saison.

Ce tableau montre une nette dominance de Microcerotermes sur ces jeunes Eucalyptus. Microtermes sp. est assez rare même sur les grands arbres, tandis qu'Amitermes semble entreprendre des actions de colonisation dans ce milieu. La présence d'Angulitermes est davantage liée à l'existence de certains endroits riches en terreau. Coptotermes est plutôt accidentel sur les jeunes Eucalyptus vivants et préfère attaquer les souches en décomposition.

Tableau 22 :

Relation entre les taux de présence des termites et les hauteurs moyennes des arbres porteurs. Les chiffres entre parenthèses représentent l'erreur standard à la moyenne.

QUADRATS	PROSPECTION MARS 1985		PROSPECTION JANVIER.1986	
	% présence	Hauteur(cm)	% présence	Hauteur(cm)
A	30	450 (0,26)	38,3	550 (0,26)
B	40	540 (0,27)	36,6	610 (0,28)
C	33,3	370 (0,23)	33,3	440 (0,23)
D	18,3	250 (0,25)	28,3	340 (0,20)

Tableau 23

Présence saisonnière des espèces de termites sur les Eucalyptus.

ESPECES	MARS	MAI	JUIL.	SEPT.	NOV.	JAN.
Microcerotermes	93,1	76,9	60	76,3	68,6	68,2
Microtermes	2,7	15,3	18,8	0	7,8	6,0
Amitermes	2,7	1,5	12,2	15,7	1,9	8,5
Angulitermes	1,3	7,6	8,8	15,7	21,5	17,0
Coptotermes	0	0	1,1	0	0	0

6.1.4. Discussion

Ces observations montrent que les termites exploitent la plupart du temps, des voies de pénétration déjà existantes sur les arbres. En effet, les collets des Eucalyptus présentent souvent des fentes latérales qui entraînent l'exudation de gomme dès que ces blessures atteignent les tissus vivants de l'aubier. Dans le cas de fentes plus prononcées, ce phénomène se traduit par la constitution d'un bourrelet compact et dur protégeant le collet.

L'origine de ces blessures proviendrait soit d'une cause mécanique (outils de desherbage des parcelles), soit de la fragilité des arbres dans ce milieu. En effet, les techniques de plantation à forte densité d'arbres augmentent la compétition pour la lumière et donc une croissance accélérée en hauteur. Dans les plantations de 3 à 4 ans, des éclaircies doivent normalement être pratiquées pour réduire les diverses compétitions et stimuler les croissances radiales, ce qui améliore la résistance des arbres. Cette opération n'est jamais réalisée dans les parcelles et nous pensons que les jeunes Eucalyptus, hauts et peu flexibles, subissent les conséquences du balancement des vents par des fissurations au niveau de leur collet. DELWAULLE (1977) fait état de cas de gommoses et de fentes d'écorce chez des Eucalyptus plantés entre l'isohyète 400 (et moins) et l'isohyète 1500 mm et relève ces anomalies sur la face du tronc exposée aux rayons légèrement déclinants du soleil (S-S-O et S-O).

On constate aussi que certaines méthodes de plantation où les collets sont profonds, favorisent un enracinement profond et par conséquent un collet plus important, ce qui accentue ces cas de fentes. A l'opposé, les arbres plantés superficiellement, développent un enracinement en surface, un collet presque nul et sans fente, mais s'exposent davantage aux risques de déracinement, assez nombreux dans le périmètre.

Notre étude de l'action à long terme des termites sur les arbres ne permet pas de déceler des cas qui seraient une menace réelle pour la survie de l'arbre. En effet, les termites empruntent les voies de pénétration évoquées ci-dessus ou des points de passage créés par d'autres

déprédateurs comme les insectes xylophages que l'on rencontre fréquemment au collet des Eucalyptus. Cette action en quelque sorte secondaire des termites a déjà été illustrée en République Centrafricaine par Coptotermes qui suit les attaques par les champignons (BECKER,1974). Par ailleurs, le même auteur cite des observations analogues issues de travaux réalisés dans d'autres régions:

-NAKAJIMA et SHIMIZU (1959) ont observé dans le bois de coeur de Cryptoméra japonica vivant, Coptotermes formosanus qui suivait les traces d'attaque des champignons.

-GREAVES (1960,1962) signale des espèces vivantes d'Eucalyptus en Australie dont le bois central est attaqué par des champignons lignicoles et par Coptotermes acinaciformis, Coptotermes frenchi et Coptotermes brunneus.

Ces exemples montrent le caractère superficiel et secondaire de l'action des termites sur les arbres vivants en bon état végétatif. Cette situation quasi inoffensive des termites s'oppose à leur récolte active sur bois mort, aboutissant en peu de temps, à une consommation complète de ce matériau.

Aussi, nous suggérons d'éviter le terme d'attaque en proposant celui de "présence de termite" qui exprime le caractère superficiel de leur impact. Quant au terme "attaque", il sera réservé aux actions véritables des termites sur les arbres.

6.2. PLANTATIONS EXPERIMENTALES

6.2.1. Croissance des plants

Les plantations ont été réalisées sur un terrain contigu à la parcelle 1983, sur substrat sableux et homogène. Les 3 lots, situés côte à côte couvrent chacun 2100 m² (60x35m). il faut rappeler que les techniques suivantes ont été appliquées: pour le lot 1, usage de grands potets et absence de traitement anti-termite; pour le lot 2, emploi de grands potets et d'un traitement anti-termite pour le lot 3, emploi de petits potets et d'un traitement anti-termite.

6.2.1.1.) PLANTS DU LOT 1

Une semaine après leur mise en terre (le 8 août 1985), on note 2 plants morts. L'observation des différentes parties de ces plants desséchés (feuilles, tiges, racines) n'a montré aucune trace d'attaque ni de blessure quelconque et la cause de la mortalité pourrait provenir de la transplantation elle-même. Le **tableau 24** donne l'évolution de la croissance en hauteur et l'état végétatif des plants.

A partir d'une hauteur initiale moyenne de 30 cm, les plants s'accroissent rapidement:

- de 74,6 cm en 6 mois;
- de 106,3 cm en 10 mois;
- de 228,8 cm en 15 mois.

Ce rythme de croissance satisfaisant résulte de la méthode de plantation qui consiste à orienter correctement le pivot racinaire et à préparer le sol. En effet, à cause de l'induration du sol sous-jacent, les racines principales des arbres peuvent s'enrouler sur place "en tire-bouchon" d'où un retard dans la croissance des plants. Ces malformations peuvent également être causées par un mauvais repiquage des plantules en pépinière: formation d'une "crosse de repiquage" selon (DELWAULLE,1977).

La hauteur des jeunes plants est un critère important de leur état végétatif. Cependant, sous certaines conditions (en saison sèche ou sur sol pauvre), la croissance est si lente que ce critère devient difficilement utilisable. C'est

pourquoi nous avons employé comme autre indice complémentaire la présence ou l'absence du bourgeon terminal. L'association des 2 critères (hauteur et présence du bourgeon) est suffisante pour apprécier l'influence des déprédateurs sur les arbres et classer les plants en "catégories physiologiques" : les plants morts, en mauvais état et en bon état.

a) Plants morts:

Après 6 mois (août 1985 à février 1986), seuls 10 plants sont morts, soit 8,3%. Cette période correspond à la saison sèche, caractérisée par d'importantes récoltes par les termites.

La mortalité est ensuite presque nulle entre février et juin 1986, puis entre juin et novembre de la même année.

Malgré l'influence de la sécheresse (maximale entre avril et juin), la plupart des arbres du lot 1 se sont bien comportés, ce qui démontre leur bon état végétatif.

b) Plants en mauvais état végétatif:

Cette catégorie se caractérise par un état de stress persistant, un retard de croissance plus ou moins prononcé et une absence de bourgeon terminal. Cette dernière indication peut signifier l'arrêt de la croissance en hauteur mais l'absence du bourgeon terminal peut aussi être provoquée par des oiseaux, des insectes ou bien par l'action de certains autres facteurs comme le vent. De tels cas accidentels s'identifient toutefois, par la présence d'autres bourgeons latéraux ou bien par l'épanouissement de jeunes feuilles qui attestent un état normal de développement.

17 cas de plants en mauvais état ont été relevés en février et 27 en juin 1986.

L'évolution des hauteurs moyennes des plants en mauvais état montre un faible accroissement entre février et juin (13,2 cm) et un assez bon développement entre juin et novembre (67,9 cm), grâce à l'arrivée des pluies.

c) Plants en bon état:

En février, cette catégorie comptait 93 plants, soit 84,5 % des arbres vivants du lot. Ce bon résultat constitue une conséquence de la bonne technique de plantation utilisée.

Durant la saison sèche (février-juin), le nombre d'arbres en bon état diminue (de 93 à 82). Entre juin et novembre, ce nombre ne varie presque pas (de 82 à 83), malgré l'influence positive des pluies.

La comparaison de la hauteur moyenne des plants de cette catégorie avec celles des plants en mauvais état montrent des rythmes d'accroissement très supérieurs : 44,5 cm contre 13,2 cm entre février et juin ; 137,2 cm contre 71,9 cm entre juin et novembre. Ces résultats traduisent une différence physiologique réelle entre les plants de ces deux catégories.

6.2.1.2. LES PLANTS DU LOT 2.

Le taux de reprise de ces plants est de 100 %, une semaine après leur mise en terre. Ces plants ont bénéficié d'un double avantage : préparation en grands potets et traitement anti-termite, aussi montrent-ils de bonnes performances comme l'indique le **tableau 25**.

La hauteur moyenne de départ (30 cm) augmente rapidement :

- 84,6 cm en 6 mois;
- 136,8 cm en 10 mois;
- 270,6 cm en 15 mois.

Malgré la saison sèche, ces plants montrent une augmentation de leur hauteur (52,2 cm) mais bien moindre que durant la saison des pluies (133,8 cm). La différence entre ces deux valeurs de croissance (durant 5 mois) montre l'importance de l'alimentation en eau dans la physiologie de cette essence.

Dans cette parcelle, on relève quelques cas spectaculaires d'accroissement: gains de 205 à 231 cm entre juin et novembre, soit un rythme d'élongation d'environ 2 cm par jour, si l'on suppose que l'essentiel de cette croissance se situe entre Juillet et Septembre.

a) Plants morts:

En février 1986, on note 2 cas de mortalité, soit 1,6 % des arbres du lot. Il s'agit de malformations racinaires (crosses de repiquage) apparues malgré les soins apportés à leur mise en terre.

Durant la saison sèche, 4 autres cas de mortalité furent enregistrés, et tous ont montré une anomalie de leur système racinaire qui ne se développait que dans l'horizon superficiel plus sec, d'où des pertes en eau plus importantes. Entre juin et novembre, aucun cas de mortalité n'a été relevé en dehors des 6 cas déjà existants.

b) Plants en mauvais état:

Dans cette catégorie, les valeurs les plus élevées ont été notées entre le moment de la plantation (août 1985) et février 1986 (10 plants flétris, soit 8,3 % des effectifs). Cette période couvre la saison de transition qui paraît difficile pour les jeunes plants qui affrontent alors leur premier stress hydrique après les arrosages en pépinière et la saison des pluies. Les récoltes importantes par les termites à cette époque ^{son} également un facteur à prendre en compte.

Au cours de la saison sèche un seul cas supplémentaire de flétrissement a été relevé, la vigueur des plants étant maintenue par des apports hydriques complémentaires (rosée, brouillard et brumes).

Les pluies ont eu des effets bénéfiques sur ces plants qui ont augmenté leur hauteur moyenne de 71,9 cm (160 cm en novembre contre 88,1 cm en juin).

c) Plants en bon état:

Cette catégorie est la plus représentative du lot 2 et ceci, tout au long de la période d'observation, compte tenu des meilleures conditions de plantation et de protection qui ont été réalisées.

Lors de la dernière prospection de novembre 1986, 105 plants étaient toujours en bon état, soit 92,1 % des effectifs, d'une hauteur moyenne de 312,6 cm, soit un accroissement de 137,3 cm par rapport à juin 1986.

Tableau 24 :
Evolution de l'état végétatif des plants du lot 1.

AGE DES PLANTS	Plts morts		Plts bon état		Plts mauv.état		hauteur moyenne
	n	%	n	xh	n	xh	
6 mois (Févr.)	10	8,3	93	112,8 (2,7)	17	59,5 (5,5)	104,6 (3,1)
10 mois (Juin)	11	9,1	82	157,3 (4,3)	27	72,7 (7,0)	136,3 (5,1)
15 mois (Nov.)	11	9,1	83	294,5 (7,0)	26	144,6 (8,9)	258,8 (8,3)

xh = hauteur moyenne des plants;

n = nombre de plants;

les nombres entre parenthèses sont les écarts standards des hauteurs moyennes.

Tableau 25 :
Evolution de l'état végétatif des plants du lot 2.

Age des plants	Plts morts		Plts bon état		Plts mauv.état		xh du lot
	n	%	n	xh	n	xh	
6 mois	2	1,6	108	119,2 (2,4)	10	65,8 (5,3)	114,6 (2,6)
10 mois	6	5,0	103	175,3 (3,6)	11	88,1 (8,3)	166,8 (4,1)
15 mois	6	5,0	105	312,6 (5,8)	9	160 (11,2)	300,6 (6,6)

6.2.1.3. LES PLANTS DU LOT 3.

Une semaine après la plantation, le taux de reprise est de 82,5 %, soit 99 plants vivants et 21 plants morts. Les mortalités observées sont toutes la conséquence des mauvaises méthodes de mise en terre.

Pendant les fortes pluies, on constate une réduction des attaques de termites sur les sujets affaiblis ou morts, à cause probablement de l'engorgement du sol. Les plantations effectuées à cette période pluvieuse bénéficient généralement d'une bonne reprise et d'un démarrage correct des plants .

Les hauteurs moyennes des plants de ce lot 3 (**tableau 26**) ont évolué plus lentement que celles des 2 autres parcelles et les gains obtenus, toujours à partir d'une hauteur moyenne de 30 cm, sont les suivantes :

- 39,1 cm en 6 mois;
- 82,8 cm en 10 mois;
- 193,4 cm en 15 mois.

On constate un accroissement en hauteur assez lent entre août 1985 et février 1986. Ce ralentissement serait lié à l'espace limité disponible en petit potet et la conséquence sur l'élongation normale du système racinaire du jeune plant.

En juin 1986, la hauteur moyenne s'est accrue de 43,7cm, ce qui correspond à une assez bonne activité malgré la persistance de la saison sèche. A cette période, il faut certainement tenir compte des effets bénéfiques des apports complémentaires d'eau sous forme de rosée et de brouillard.

Les résultats de novembre montrent un accroissement de 110,6cm de la hauteur moyenne des plants vivants, ce qui traduit un développement normal mais plus faible que sur les autres parcelles.

a) Les plants morts:

Ils sont assez importants dans ce lot: 26 en février, soit 21,6 % des effectifs. Entre février et juin, 5 cas supplémentaires s'y ajoutent, soit 25,8 % au total.

La saison de transition est la plus sévère (26 plants morts). Les effets de cette période sont probablement plus marqués sur ce lot, où les cas de mauvais enracinement sont fréquents.

Tableau 26.

Evolution de l'état végétatif des plants du lot 3.

Age des plants	Plts morts		Plts bon état		Plts mauv.état		xh du lot
	n	%	n	xh	n	xh	
6 mois	26	21,6	75	73,6 (3,0)	19	49,8 (6,6)	69,1 (2,8)
10 mois	31	25,8	57	138,4 (5,1)	32	67,2 (4,0)	112,8 (5,1)
15 mois	31	25,8	63	265,5 (8,0)	26	121,3 (8,7)	223,4 (9,3)

Tableau 27 :

Etude comparative de l'état végétatif des 3 lots en novembre 1986.

LOTS	Plts morts		Plts bon état		Plts mauv.état		xh du lot
	n	%	n	xh	n	xh	
2	6	5,0	105	312,6 (5,8)	9	160 (11,2)	300,6 (6,6)
1	11	9,1	83	294,5 (7,0)	26	144,6 (8,9)	258,8 (8,3)
3	31	25,8	63	265,5 (8,0)	26	121,3 (8,7)	223,4 (9,3)

Dans les chantiers forestiers, les mortalités qui interviennent après les pluies constituent un handicap supplémentaire des opérations de regarni et entraînent une forte hétérogénéité des parcelles: le remplacement des plants morts ne peut se faire que pendant la prochaine saison des pluies, soit une année plus tard.

b) Les plants en mauvais état:

On en dénombre 19 en février: les sujets atteints sont caractérisés par un retard assez net de croissance, accompagné d'un état de stress et de la chute des bourgeons terminaux.

En juin, 32 cas ont été enregistrés, soit 35,9 % des plants vivants. D'autre part, le passage des pluies n'a engendré qu'une légère amélioration de cette situation car en novembre, on note toujours 26 plants dans cette catégorie.

La croissance montre également une nette différence sur le plan végétatif entre les arbres de cette catégorie et ceux de la catégorie en bon état du même lot: des gains en hauteur moyenne de 17,4 cm contre 64,8 cm entre février et juin, puis 54,1 cm contre 127,1 cm entre juin et novembre.

c) Les plants en bon état:

Malgré l'insuffisance de la préparation du sol et le travail effectué par un personnel non qualifié, ce lot comptait néanmoins 75 sujets en bon état en février 1985, 57 en juin 1986 et 63 en novembre 1986. Durant la première année, cet état végétatif satisfaisant reste toutefois précaire et on constate en saison sèche (février-juin), que beaucoup de plants de cette catégorie se sont flétris (18 au total).

6.2.1.4. Comparaison entre lots

Le **tableau 27** compare l'état végétatif des plants des 3 lots lors du dernier examen (novembre 1986).

. La **figure 20** montre l'évolution périodique des croissances en hauteur des plants par lot. Les écarts de croissance entre les plants en bon état et les plants en mauvais état sont presque similaires dans les 3 lots. En faisant la comparaison par catégories

physiologiques, la meilleure croissance est obtenue dans le lot 2, puis le lot 1, et enfin le lot 3.

-La hauteur moyenne des arbres du lot 2 est significativement différente de celles des autres lots ce qui traduit ainsi leur meilleur état végétatif ;

-Les lots 1 et 3 présentent des différences significatives quant au nombre de plants morts et de plants en bon état, mais ont un même nombre d'arbres en état de stress.

Les différences constatées entre les plants des lots 1 et 2 ne peuvent s'expliquer que par la présence (lot 2) ou l'absence (lot 1) de traitement anti-termite.

De même, les différences entre les plants des lots 2 et 3 peuvent être mises en rapport avec les méthodes sylvicoles utilisées: dimension des potets et apport de terreau.

L'examen de l'état végétatif des lots est complété par l'étude des attaques de termites. Mais nous pouvons conclure de cette expérience qu'en milieu sahélien à longue saison sèche, les meilleurs résultats sont obtenus en alliant une bonne technique de plantation et un enrichissement des sols à une protection des plants contre les déprédateurs.

6.2.2. Etude des attaques de termites.

L'étude de l'action des termites a été réalisée dans les 3 lots. Cette action se manifeste:

-par une attaque réelle qui se caractérise par un affaiblissement des arbres envahis et une consommation de matériel végétal ;

-par un comportement apparemment inoffensif des insectes, désigné sous le terme "cas de présence".

6.2.2.1. Les attaques du lot 1

Le **tableau 28** présente l'évolution globale des attaques de termites dans ce lot, entre février et novembre 1986.

L'analyse du **tableau 28** montre que les attaques sont surtout importantes en saison sèche. Malgré l'absence de traitement anti-termite, les dégâts sont relativement faibles dans ce lot en raison du bon état de la plupart des plants.

Figure 20

Evolution périodique de la croissance en hauteur des plants de différentes catégories physiologiques.

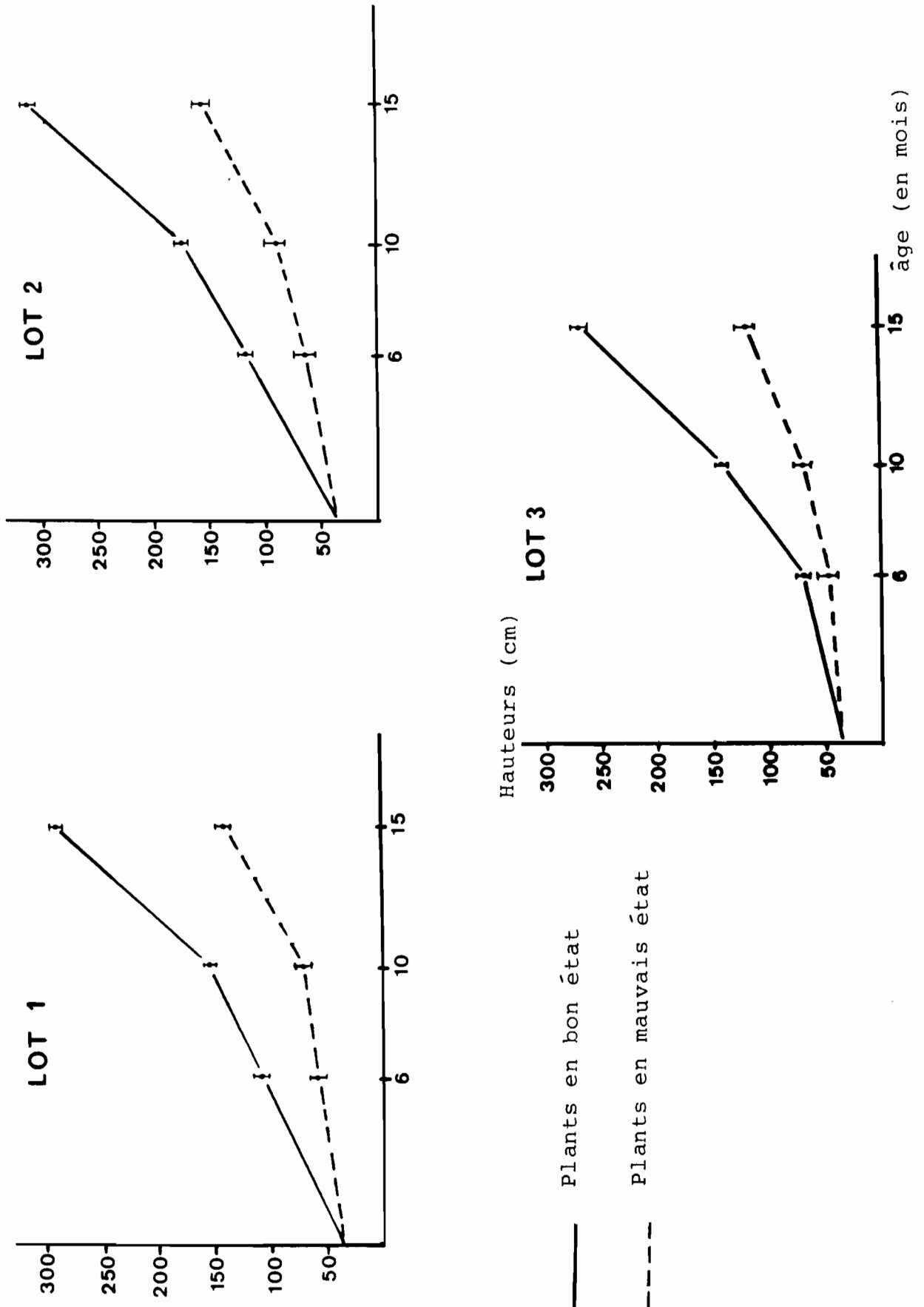


Tableau 28:

Evolution des attaques de termites sur le lot 1.

Age des plants	Attaques		"Présences"	
	Nbre	%	Nbre	%
6 mois (fev. 1986)	9	7,5	3	2,5
10 mois (juin 86)	18	15	2	1,6
15 mois (nov. 86)	21	17,5	8	6,6

Tableau 29 :

Lot 1: répartition des attaques de termites en fonction de l'état végétatif des plants.

Age des plants	Plants morts		Plants mauv.état		Plants bon état	
	Nbre	% attaq.	Nbre	% attaq.	Nbre	% attaq.
6 mois	10	80	17	29,4	93	0
10 "	11	81,8	27	37	82	0
15 "	11	81,8	26	61,5	83	0

Le **tableau 29** récapitule les cas d'attaque de termites selon l'état végétatif des plants. Les sujets morts présentent un taux d'attaque plus élevé et, exceptés quelques cas, la consommation des systèmes racinaires a été assez rapide entre la fanaison des pieds et l'assèchement complet.

Parmi les plants en mauvais état, on constate également des attaques nombreuses, notamment au mois de novembre. A cette époque, les jeunes sujets vivants attaqués sont flétris et présentent plusieurs petites racines partiellement sectionnées, dont les méristèmes terminaux secs ne pourront certainement plus s'accroître. L'examen de tels appareils racinaires permet de constater que la consommation par les termites est d'autant plus importante lorsque les plants sont stressés, ceci aboutit à une mutilation et réduit les capacités nutritionnelles des pieds et donc, leur croissance. Les plants en bon état sont en condition satisfaisante et aucun cas d'attaque n'a été noté à la suite de nos prospections (parties aériennes et souterraines). Des cas de présence ont été simplement relevés.

6.2.2.2. Les attaques du lot 2:

Dans ce lot, les cas d'attaque et de présence des termites sont rares (**tableau 30**). Ce lot correspond à une technique de plantation optimale de l'Eucalyptus en climat sahélien, combinant une bonne préparation du sol, l'utilisation d'amendements organiques (nécessaires en sol sableux pauvre) et un traitement anti-termite.

La répartition des quelques cas d'attaque enregistrés entre les différents états végétatifs est mentionnée sur le **tableau 31** qui montre, comme pour le lot 1, que l'action des termites est liée à la vigueur des plants.

La présence des termites sur ces jeunes arbres correspond à des groupes plus ou moins importants selon l'espèce : 5 à 10 individus pour Microcerotermes, 20 à 30 pour Microtermes sp. et Angulitermes. Les raisons de cette présence diffèrent selon les espèces:

-Angulitermes est attiré par le terreau utilisé pour enrichir le sol dans les trous de repiquage ou la terre de

rempotement des gaines de repiquage qui reste attachée au réseau racinaire des jeunes plants ;

-Pour Microcerotermes, sa présence est liée à de nouvelles fondations de colonies au niveau du collet des arbres. En effet, au cours des prospections de juillet, nous avons trouvé régulièrement des couples de sexués au niveau des collets d'Eucalyptus ;

-La récolte de Microtermes spp. se situe au niveau du système racinaire des jeunes plants et peut évoluer vers une attaque en cas d'affaiblissement prononcé de ces plants.

6.2.2.3. Les attaques du lot 3

Les attaques du lot 3 sont relativement importantes par rapport à celles des autres lots (**tableau 32**)

L'analyse de ce tableau permet de faire les observations suivantes

-les plus faibles attaques de termites ont été relevées en période pluvieuse (début de l'expérience);

-les attaques les plus importantes se situent durant la saison de transition.

Malgré l'application du traitement anti-termite, les attaques ont été nombreuses dans ce lot. L'efficacité du produit employé a été mise en cause par certains auteurs (NAIR et VARMA, 1981). Pour compenser les pertes dues au lessivage, les doses ont été doublées. Durant les prospections périodiques, nous avons constaté la persistance du produit (odeur caractéristique), au pied des arbres.

Le nombre des attaques a été lié au nombre important des pieds morts et en mauvais état. Les termites pénètrent à partir des racines situées en dehors des zones traitées, ou bien après les pluies, période où un traitement de rappel aurait été nécessaire.

Le **tableau 33** montre la répartition des attaques selon l'état végétatif des plants : environ 80 % des plants morts sont attaqués, les plants en bon état n'ont fait l'objet d'aucune attaque. Sur les plants en mauvais état, l'action des termites est importante durant pratiquement toute l'année.

Handwritten note in Arabic script: "المشكلة هي في التربة" (The problem is in the soil)

Tableau 30 :

Evolution des attaques de termites au niveau du lot 2.

Ages des plants	Situation des attaques		Situation des présences	
	Nbre	% attaques	Nbre	% présences
6 mois	4	3,3	2	1,6
10 "	7	5,8	1	0,8
15 "	8	6,6	8	6,6

Tableau 31 :

Répartition des attaques de termites selon l'état végétatif des plants du lot 2.

Age des plants	Plants morts		Plants en mauv.état		Plants bon état	
	Nbre	% attaq.	Nbre	% attaq.	Nbre	% attaq.
6 mois	2	100	10	20	108	0
10	6	83,3	11	18,1	103	0
15	6	83,3	9	33,3	105	0

Tableau 32 :

Evolution des attaques de termites au niveau du lot 3.

Age des plants	Situation des attaques		Situation des présences	
	Nbre	% attaques	Nbre	% présences
6 mois	28	23,3	4	3,3
10 "	48	40	5	4,1
15 "	44	63,6	5	4,1

Tableau 33 :

Répartition des attaques de termites en fonction de l'état végétatif des plants du lot 3.

Age des plants	Plants morts		Plants mauv.état		Plants bon état	
	Nbre	% attaq.	Nbre	% attaq.	Nbre	% attaq.
6 mois	26	80,7	19	36,8	75	0
10 "	31	83,8	32	68,7	57	0
15	31	83,8	26	69,2	63	0

6.2.2.4. Comparaison entre lots:

Le **tableau 34** récapitule les attaques de termites relevées périodiquement dans les 3 lots. Ces résultats permettent de faire les observations suivantes:

- les plants du lot 2 ont été l'objet de très peu d'attaques et cela, tout au long de l'année;
- les plants du lot 3 ont connu les plus importantes attaques de termites à chaque prospection;
- les attaques du lot 1 sont moyennes mais dépendent de la saison.

6.2.2.5. Les espèces de termites:

Le **tableau 35** rappelle les différentes espèces de termites prélevées sur les jeunes plants d'Eucalyptus:

- Microtermes sp. est la seule espèce véritablement nocive pour les jeunes plants et ceci résulte de son éthologie, notamment ses besoins alimentaires en grande partie à base de racines;
- les autres espèces rencontrées (Microcerotermes, Psammotermes et Angulitermes) sont occasionnelles;
- les espèces qui existent dans les boisements environnants (Odontotermes, Amitermes, Coptotermes) n'ont pas été constatées sur les jeunes Eucalyptus.

6.2.2.6. Conclusions.

L'étude des plantations expérimentales a permis d'obtenir des données comparatives sur les méthodes de plantation de l'Eucalyptus sur sol sableux pauvre, ces données étant nécessaires à une amélioration des techniques d'aménagement de forêt implantée sur un tel substrat, comme le périmètre de Mbao.

Les expériences réalisées sur les jeunes plants selon leur état végétatif ont déterminé les modalités des attaques des termites et mis en évidence une relation directe avec l'état physiologique de l'arbre. La **figure 21** montre en effet une corrélation très significative entre les pourcentages d'attaque des termites et les pourcentages de plants en mauvais état relevés périodiquement dans les lots: $r = 0,881$ ($n = 9, P < 0,001$).

Tableau 34

Comparaison des attaques des 3 lots.

LOTS	Attaques en Fév.		Attaques en Juin		Attaques en Nov.	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
1	9	7,5	18	15	21	17,5
2	4	3,3	7	5,8	8	6,6
3	28	23,3	48	40	44	36,6

Tableau 35

Répartition des espèces de termites attaquant au niveau des 3 lots. (nombre de fois dont les espèces sont prélevées), Mt= Microtermes, Mc= Microcerotermes, Ang= Angulitermes, Ps= Psammotermes.

LOTS	Nbre prélevés Fév.		Nbre Plvs. en Juin			Nbre Plvs. en Nov.			
	Mt	Ang	Mt	Mc	Ang	Mt	Mc	Ps	Ang
1	12	1	15	3	1	16	2	3	-
2	4	-	7	-	-	5	1	1	1
3	28	-	45	2	1	38	1	3	2
Totaux	44	1	67	5	2	59	4	7	3

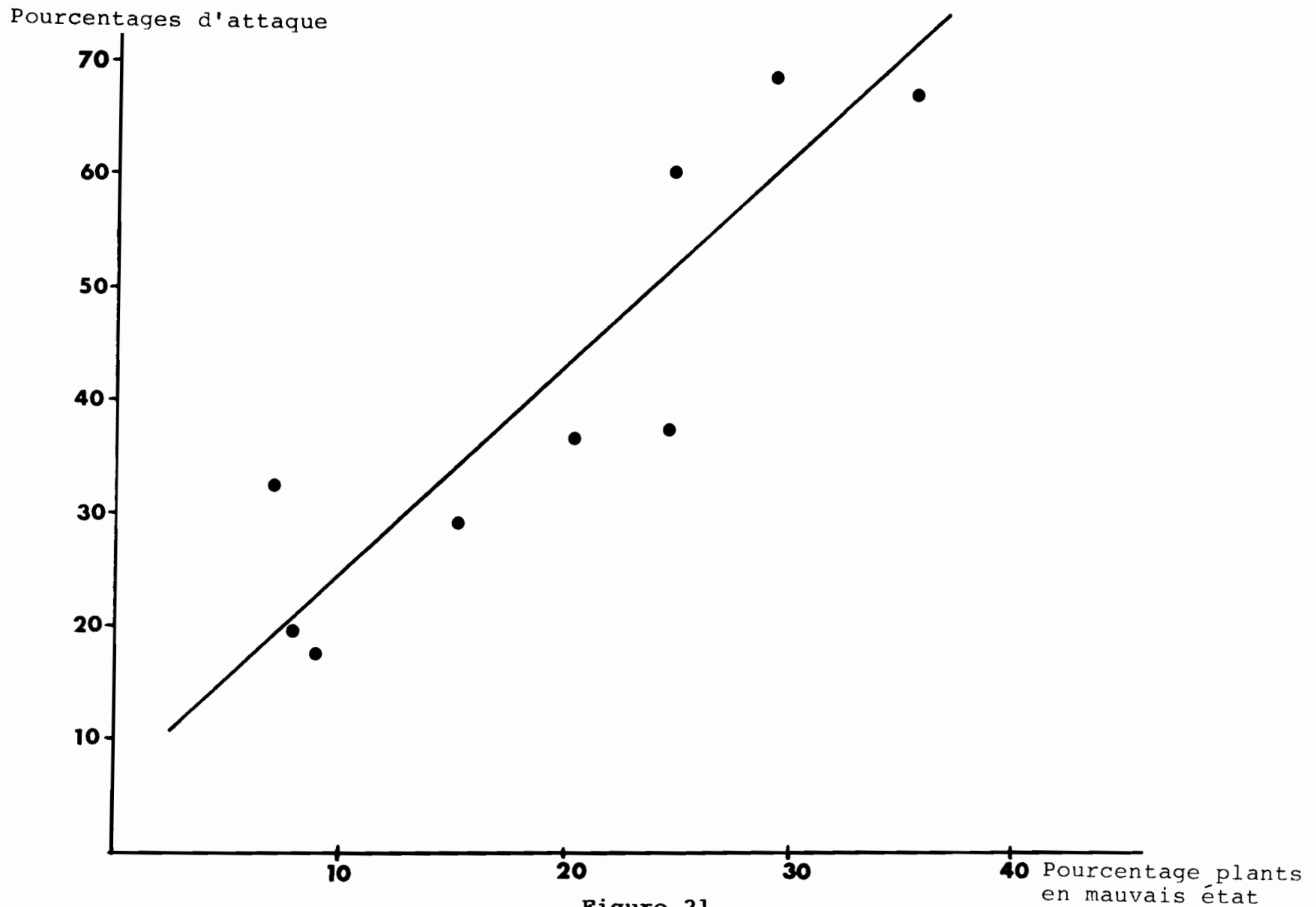


Figure 21

Relation entre les pourcentages périodiques d'attaque des termites et les pourcentages correspondants des plants en mauvais état dans les lots.

6.3. ANALYSE DES CAUSES D'ATTAQUE DES PLANTS PAR LES TERMITES

Cette étude est abordée en utilisant la mesure des potentiels de sève des plants.

6.3.1. Les valeurs relevées.

Le **tableau 36** donne, par ordre croissant, les valeurs des potentiels de sève mesurées au cours d'une première expérience (mai 1986).

En résumé, la situation des 45 jeunes plants étudiés a été la suivante :

- 10 plants n'ont pas fait l'objet d'attaque par les termites;

- 8 plants ont été attaqués;

- 2 plants ont été visités par les termites, sans que l'attaque ait débuté;

- 25 plants sont morts et ont été attaqués par les termites.

Microtermes sp. et Microcerotermes sp. ont été récoltés à l'intérieur des racines des plants attaqués.

Le **tableau 37** donne les valeurs de potentiels obtenues à l'issue de la seconde expérience (juillet 1986).

Les 45 plants étudiés lors de cette expérience montrent:

- 15 plants non attaqués;

- 7 plants attaqués;

- 3 plants abritant des termites, sans trace visible d'attaque;

- 20 plants morts et attaqués.

6.3.2. Signification des potentiels mesurés.

Les potentiels mesurés (potentiel de base et potentiel minimum), correspondent chacun à la physiologie des plants:

a) le potentiel de base correspond à la pression de sève stabilisée d'un plant qui intervient en fin de journée, au moment où la transpiration est nulle et où il y a équilibre entre le sol et le végétal (HINCKLEY et RITCHIE, 1973). AUSSENAC (1978) a montré que ce potentiel de base permet

d'évaluer la disponibilité en eau du sol à un moment déterminé. A la station de Bandia, les mesures de potentiel de base sont effectuées à 6 h du matin, au moment où l'évaporation est nulle.

b) le potentiel minimum: dès le lever du jour, le potentiel de base baisse et atteint, en milieu de journée, une valeur minimale. Cette valeur (potentiel minimum), exprime l'intensité de l'évapotranspiration potentielle et la réaction des plants face aux contraintes du milieu. Dans notre expérience, les potentiels minimum étaient enregistrés entre 12 et 13 h, période pendant laquelle les températures atteignent leurs valeurs maximales.

c) la différence entre Pb et Pm (ΔP).

Selon AUSSENAC et GRANIER (1978), la valeur ΔP (Pb-Pm) indique l'intensité de la fermeture stomatique, et sa valeur tend vers 0 lorsque le sol se dessèche et que la transpiration diminue.

6.3.3. Interprétation des résultats obtenus.

Les jeunes Eucalyptus n'ont été arrosés qu' au moment de leur mise en terre et maintenus à sec pour le reste de l'expérience afin de provoquer leur flétrissement progressif.

En réponse à ce traitement, les plants ont montré d'importantes variations journalières de leurs potentiels.

a) les potentiels et les facteurs climatiques.

-Potentiel de base : au cours des 2 premiers jours qui ont suivi la mise en place des plants, les Pb relevés étaient de l'ordre de -5 bars avec des valeurs atteignant -15 bars dans quelques cas. Cette situation se détériore assez vite : sous l'effet de la sécheresse persistante, les potentiels de base baissent fortement malgré le minimum d'évaporation à 6 h du matin. Cet effet est beaucoup plus net pour la première expérience effectuée en saison sèche, que pour la seconde, en début de saison des pluies.

Tableau 36

Valeurs des potentiels mesurés au cours de l'expérience de mai 1986.

n° arbres	Potentiel base	de Potentiel minimum	Pb-P (ΔP)	Situation des attaques de termites
C 2	-7	-19	-12	néant
A 2	-5	-20	-15	" "
A 6	-6	-22	-16	" "
A 10	-9	-23	-14	" "
B 6	-13	-25	-12	" "
B 1	-7	-26	-19	à suivre
B 5	-11	-30	-19	néant
c 4	-11	-30	-19	à suivre
C 6	-27	-30	-3	" " "
C 6	-29	-30	-1	arrivée termites
B 4	-25	-34	-9	néant
A 11	-35	-38	-3	" "
A 9	-35	-39	-4	" "
C 4	-35	-40	-5	" "
B 7	-39	-42	-3	à suivre
B 7	-39	-44	-5	attaque termites
B 1	-39	-44	-5	" " "
C 8	-45	fanaison	totale	arrivée termites
C 5	-45	" "	"	début attaque
B 13	fanaison et chute	feuilles		arrivée termites
A 7	-45	fanaison	totale	attaque
A 3	-45	-47	-2	à suivre
A 3	-45	-47		attaque termites
A 8	-45	-48	-3	attaque
C 15	-48	-49	-1	attaque

Tableau 37

Valeurs des potentiels de sève mesurées en juillet 1986.

n° arbres	Potentiel de base	Potentiel minimum	Pb-Pm (ΔP)	Observations sur les termites
A 9	-8	-10	-2	néant
C 9	-5	-10	-5	" "
A 10	-9	-12	-3	à suivre
B 3	-6	-12	-6	néant
B 9	-9	-12	-3	" "
C 5	-5	-12	-7	néant
C 3	-8	-14	-6	" "
A 1	-6	-15	-9	à suivre
C 2	-7	-15	-8	néant
B 10	-6	-16	-10	" "
A 12	-6	-17	-11	" "
B 4	-9	-17	-8	" "
A 10	-13	-17	-4	" "
C 7	-19	-22	-3	" "
B 8	-17	-23	-6	" "
C 14	-18	-24	-6	arrivée termites
C 4	-22	-27	-5	néant
A 15	-29	-34	-5	" "
A 8	-28	-38	-10	arrivée termites
A 4	-32	-40	-8	arrivée termites
A 6	-40	-47	-7	attaque termites
B 2	-42	-48	-6	attaque
A 5	-43	-48	-5	attaque
C 13	-40	-48	-8	attaque
B 6	-42	-51	-9	attaque
A 1	-50	-52	-2	attaque
A 3	-47	-52	-5	attaque

Potentiel minimum: les conséquences du manque d'eau sont aggravées dès le lever du jour, par les pertes par évapotranspiration, et les potentiels minimum sont rapidement atteints en milieu de journée. A Bandia, leurs valeurs ont été assez faibles : de -10 à -40 bars, avec une moyenne de -20 bars. On a également constaté une grande variabilité d'un arbre à l'autre, à cause des réponses individuelles des plants selon leurs aptitudes physiologiques respectives.

Quelques plants ont fait l'objet de mesures étalées sur plusieurs jours, et ont montré une variation très faible des potentiels minimums obtenus au-delà de 48 h, sans retour aux valeurs initiales (les potentiels de base de départ).

Les valeurs de ΔP (Pb-Pm). Les valeurs très faibles des potentiels minimums entraînent de faibles valeurs des potentiels de base et donc des ΔP également très faibles. Ce paramètre indique l'amplitude des variations journalières des potentiels de sève et constitue une information complémentaire de la description de l'état physiologique des plants.

b) Les potentiels et les attaques de termites.

Le **tableau 38** donne les valeurs moyennes des potentiels des plants non attaqués et des plants attaqués par les termites.

L'examen de ce tableau permet de constater que:

1) Les plants vivants attaqués présentent des valeurs (relatives) de leur Pm de 2 à 3 fois plus faibles que pour les plants non attaqués. De même, leur Pb est très faible, malgré l'absence de "demande évaporative" aux heures de mesure (6 h du matin). Ceci indique un état de stress très marqué et les faibles écarts entre Pb et Pm (ΔP) traduisent un ralentissement de la circulation de la sève.

2) Chez les arbres vivants non attaqués, la valeur assez élevée des différents potentiels montre un état végétatif correct qui serait directement relié à leur résistance aux attaques des termites.

Tableau 38

Potentiels de sève des plants non attaqués et des plants attaqués par les termites.

Désignation	n	Potentiels de base	Potentiels minimum	Pb-Pm (ΔP)
Plants vivants non attaqués	25	-14 (3,2)	-21 (3,0)	-7 (2,1)
Plants vivants visités par les termites	4	-26,7 (2,4)	- 33 (2,7)	- 6,2 (1,9)
Plants vivants attaqués	15	-43 (1,8)	-48 (1,6)	-4 (1,5)
Plants morts attaqués	45	-	-	-

3) 4 plants vivants présentent des potentiels intermédiaires, entre ceux des arbres attaqués et ceux non attaqués. Pour ces plants, les termites étaient présents au niveau des racines mais aucune attaque n'était notée. Cette présence des termites constatée lors de certaines phases de flétrissement prononcé caractérise le début de leur intervention.

4) Les 45 plants morts avaient une tige sèche mais une partie de leur système racinaire (zone du collet) encore humide. Ceci permet de s'interroger sur la mortalité réelle des plants, surtout lorsque l'on sait que certains jeunes Eucalyptus peuvent survivre en l'absence presque totale de leurs organes aériens, en produisant de nouvelles pousses dès les premières pluies. Les attaques par les termites pourraient constituer un facteur de mortalité important pour des sujets non complètement secs, possédant des chances non négligeables de récupérer une certaine vigueur lors de conditions climatiques plus favorables.

5) Bien que les effectifs pris en compte soient faibles pour certaines catégories, les faibles valeurs des erreurs standards des potentiels moyens indiquent la faible variabilité des échantillons et confirment leur fiabilité.

6.3.4. Conclusions

L'état d'affaiblissement du plant et de son attaque par les termites se caractérise par:

- un potentiel de base très faible qui évolue peu au cours de la journée, ce qui traduit une forte diminution de la circulation de sève. Cette sève pourrait sans doute avoir une action répulsive sur les insectes;

- un arrêt de la croissance correspondant à la chute du bourgeon terminal, la fanaison et/ou la chute des feuilles ;

- un assèchement général de la tige mais avec un système racinaire encore fonctionnel et pourvu de nombreuses radicelles. Comme indiquée ci-dessus, une analyse détaillée permet de constater que, dans la plupart des cas, certaines parties sont encore vertes notamment à la base de l'organe aérien.

De ces observations, il est possible de déduire que la cause principale des attaques de termites est reliée au flétrissement des plants. La **figure 22** indique que les pourcentages d'attaque augmentent avec le degré de fanaison des plants.

Le flétrissement des plants attaqués ne correspond pas obligatoirement à une fanaison irréversible. Les prospections faites dans de jeunes parcelles d'Eucalyptus en mauvais état montrent souvent des plants dont la tige est presque complètement sèche mais produit des rejets en saison des pluies. Les termites agissent donc comme prédateurs secondaires.

L'emploi d'insecticides efficaces (dieldrine) appliqués aux époques cruciales de chute de potentiel des plants (variables selon les milieux, les sols, les climats et les essences considérées) peut constituer un palliatif à ces pertes.

Le niveau crucial du potentiel des plants se situerait à partir de -35 / -40 bars, seuil facilement atteint en saison sèche, notamment par les sujets mal plantés dont les racines ne se seraient pas bien développées. Dans cette hypothèse, un choix judicieux des sols, l'application de bonnes méthodes de plantation et la connaissance des problèmes entomologiques et phytopathologiques doivent être appliqués lors de l'installation de nouveaux chantiers de reboisement.

L'utilisation des mesures de potentiel de sève des plants apparait comme une méthode très intéressante pouvant fournir les véritables données physiologiques nécessaires au suivi des plantations en zone sahélienne.

POURCENTAGE D'ATTAQUE
DES TERMITES

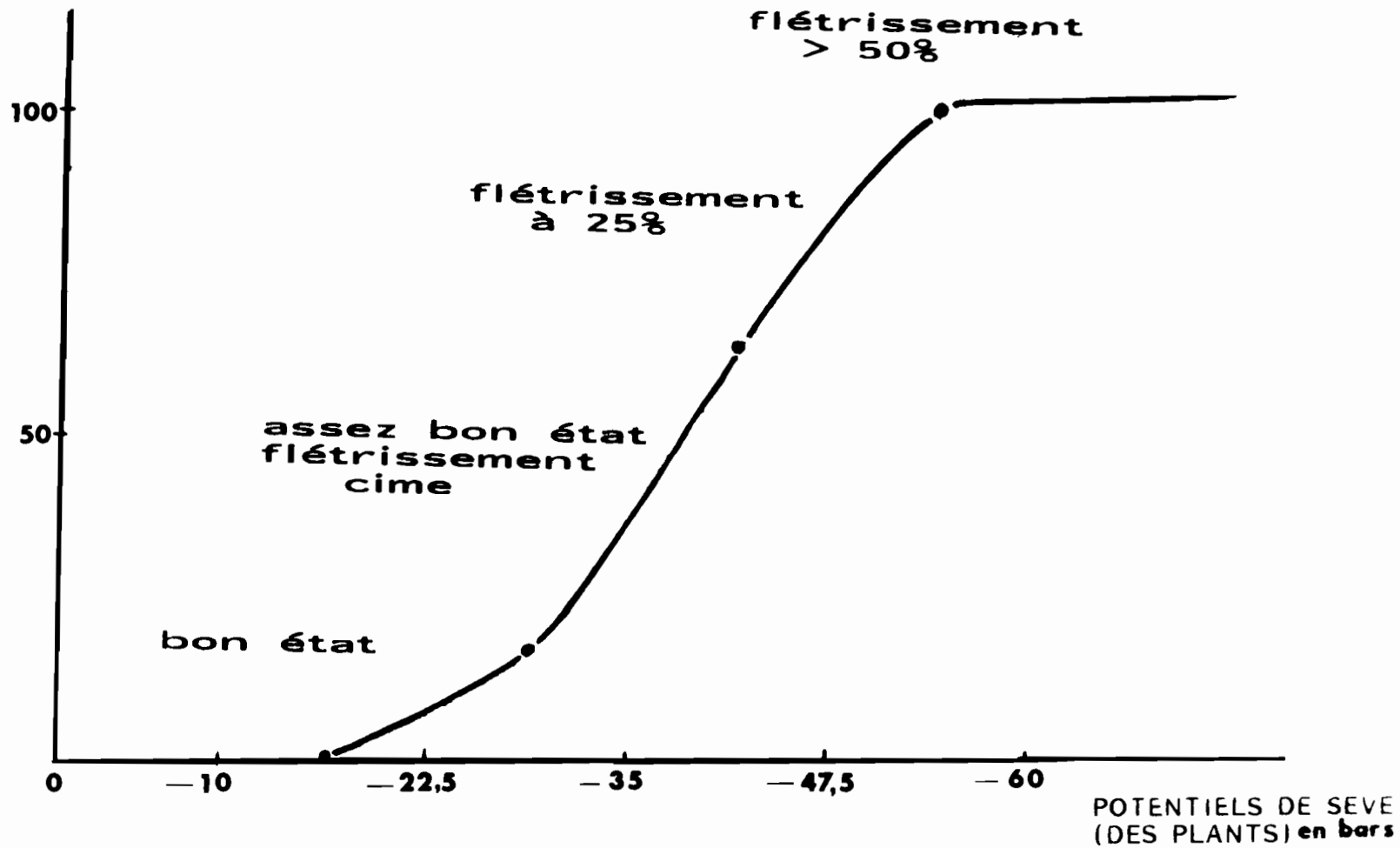


Figure 22

Relation entre les potentiels de sève des plants et les pourcentages d'attaque des termites.

Chapitre VII

RECOLTE SUR LITIÈRE D'EUCALYPTUS CAMALDULENSIS.

7.1. EVOLUTION DE LA LITIÈRE AU SOL.

7.1.1. Les pertes de poids de la litière.

La figure 23 récapitule les pertes en poids de sacs de litière disposés à la surface du sol durant une période de 2 ans.

L'examen de la figure 23 permet de faire les observations suivantes:

a) les pertes de poids sont très faibles au cours des premiers mois de l'expérience, qui coïncident avec la saison sèche. Ensuite, les pertes n'augmentent que légèrement avec le temps et au bout de 2 ans, seulement 50 % du poids a disparu.

b) Après 10 mois au sol, les feuilles n'avaient encore subi aucune attaque de termites : les pertes de poids sont sans doute dues principalement au lessivage des substances hydrosolubles. En effet, des auteurs ont montré l'importance que peuvent avoir les pertes de poids par pluviollessivage chez les Eucalyptus : 10 à 20 % en un an pour la litière d'Eucalyptus delegatensis (WOODS, 1974 in BERNHARD-REVERSAT, 1982).

c) A partir du 19^{ème} mois, c'est à dire après deux saisons des pluies, les feuilles des sacs ont montré des actions de fractionnement et des pertes de poids importantes. L'examen du matériel a permis de constater la présence d'ouvriers d'Angulitermes dans les sacs de litière. Ces termites possèdent d'importantes colonies dans la couche de litière en contact avec le sol et ils se regroupent dans des galeries construites à l'intérieur du réseau racinaire.

d) Au 24^{ème} mois, l'action des termites était encore partielle: certains sacs n'étaient pas encore attaqués alors que d'autres faisaient l'objet d'attaques assez légères.

Pourcentages de poids restant

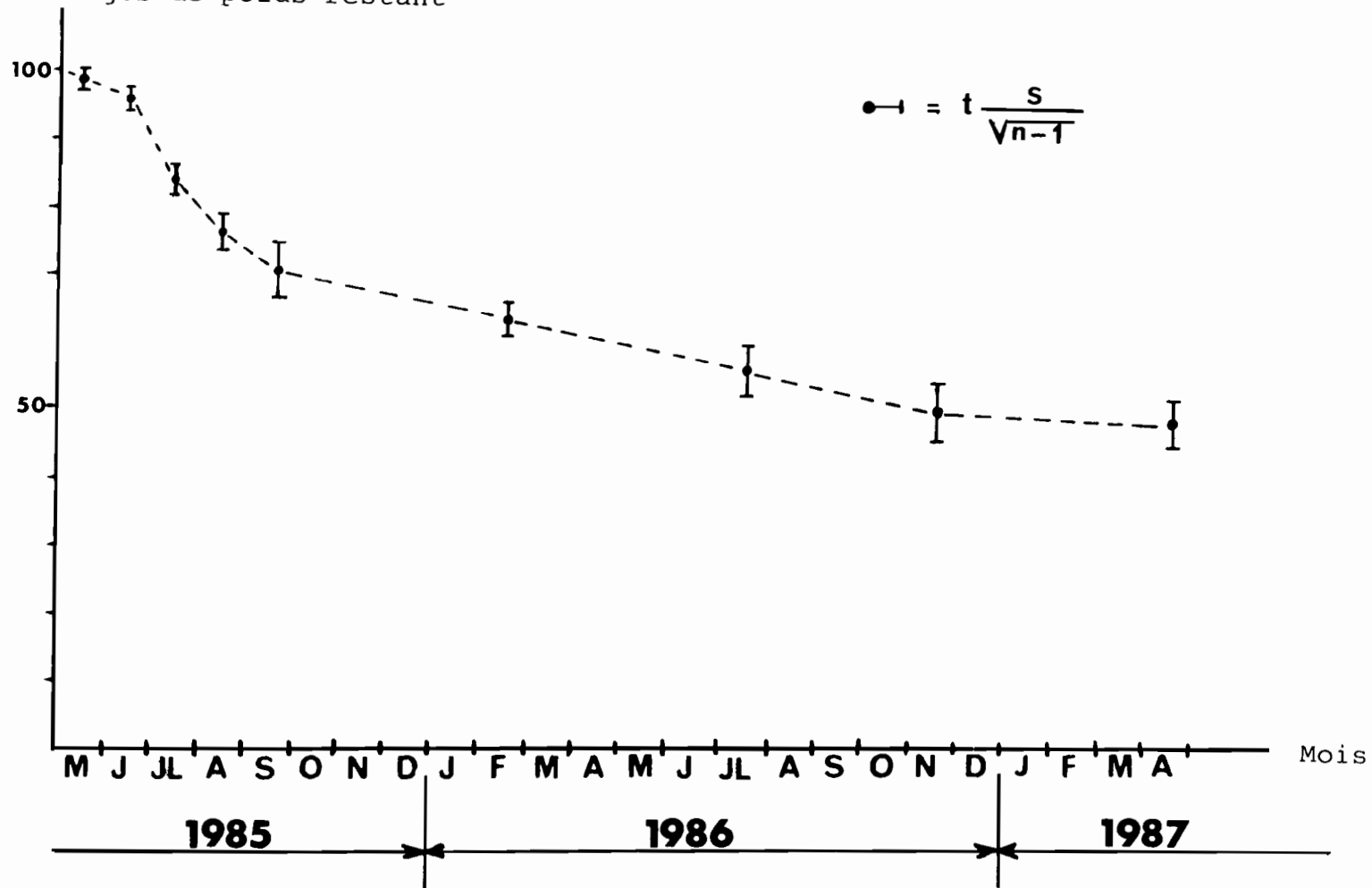


Figure 23

Evolution pondérale de la litière des sacs déposés sur la litière au sol.

Il faut donc un délai supérieur à 2 ans pour que la litière puisse être totalement fragmentée et incorporée à la matière organique au sol.

Cette faible disparition de la litière est sans doute à mettre en rapport avec la composition chimique des feuilles contenant de 40 à 80 % d'eucalyptol qui est connu pour son activité anti-bactérienne. Leur pH est voisin de 4,5, donc nettement acide (in THIOMBIANO, 1984). Par ailleurs, les chutes de litière s'échelonnent tout au long de l'année et enrichissent en permanence le sol en substances chimiques diverses.

7.1.2. Les analyses chimiques.

Les résultats des analyses chimiques effectuées sur des échantillons de litière, à différents stades de décomposition sont mentionnés sur le **tableau 39**.

Les résultats montrent que les feuilles sèches récemment tombées au sol renferment moins d'éléments minéraux que celles encore sur l'arbre. D'autre part, par rapport à l'échantillon 2, les feuilles de l'échantillon 3 présentent un enrichissement en éléments atteignant (Mg) ou dépassant (K) les valeurs initiales des feuilles vertes sur l'arbre. Seul le phosphore baisse progressivement avec le temps.

La diminution des pourcentages d'éléments minéraux de l'échantillon 2 provient sans doute du départ (par diffusion) de substances après la chute des feuilles alors que l'enrichissement de l'échantillon 3 serait lié à des apports provenant de la litière en place.

Le taux de cendres de l'échantillon 3 montre une augmentation, 3 fois supérieure à celle des feuilles en place sur l'arbre, et 7 fois supérieure aux feuilles sèches tombées à terre. Ce paradoxe apparent a 2 explications:

1) A la suite du long séjour au sol, le matériel végétal perd davantage d'éléments organiques alors qu'il s'enrichit en éléments minéraux. Cette hypothèse est confirmée par les analyses de C et N de ces mêmes feuilles qui montrent que le taux de C baisse de 32,4 % par rapport à l'échantillon 2. Cette perte de C est sans doute liée au départ de substances organiques. Dans ce sens, BERNHARD-REVERSAT (1982)

indique que les percolats de feuilles d'Eucalyptus camaldulensis sont riches en C.

2) Ces pertes d'éléments diminuent considérablement le poids du matériel végétal, d'où des taux de cendres élevés.

Les taux d'azote baissent progressivement avec le temps et les rapports C/N des échantillons 1 et 3 sont identiques alors que les valeurs de l'échantillon 2 sont plus élevées. En effet, ces feuilles récemment tombées perdent de l'azote et conservent assez longtemps leur C qui augmente même légèrement, probablement par des apports à partir de la litière au sol.

Les écorces de l'échantillon 4 ont un taux de C élevé et un faible taux d'azote. Leur C/N est, de ce fait, très élevé. Ce résultat ainsi que ceux obtenus pour les autres échantillons concordent avec les données fournies sur l'Eucalyptus camaldulensis par d'autres auteurs (THIOMBIANO, 1984).

7.1.3. Les attaques de termites.

Le suivi des sacs de litière aux différentes périodes montre que l'attaque des termites n'a été effective que sur les feuilles de l'échantillon 3 : 4 sacs attaqués sur 10. Les attaques se manifestent par la présence d'ouvriers d'Angulitermes sp. dans la litière des sacs et la fragmentation partielle ou totale de certaines feuilles. L'écorce n'a été que peu récoltée et l'action des termites se signale par la présence de galeries superficielles de récolte.

La fragmentation des feuilles au niveau de la litière s'accompagne d'une baisse d'environ 40 % de l'eucalyptol, mais la litière ancienne en conserve encore près de 42 % (THIOMBIANO, op. cit.). En plus, les caractères de podzols des sols sableux sous Eucalyptus (FELLER et LEPRUN in BERNHARD-REVERSAT, 1982) qui concordent avec la nature acide de sa litière, font que ce milieu est défavorable à l'action de la faune du sol pour une durée sans doute assez longue. L'inhibition serait à rechercher parmi les substances organiques à effet rémanant comme l'eucalyptol.

Tableau 39

Résultats des analyses chimiques et organiques de feuilles d'Eucalyptus camaldulensis. (1 = feuilles vertes adultes cueillies sur l'arbre; 2 = feuilles sèches récemment tombées au sol; 3 = feuilles ayant passé 2 ans sur le sol; 4 = écorces ayant passé 2 ans sur le sol. Les analyses ont été réalisées par les laboratoires de l'ORSTOM de Bondy.)

N°échantillons	% humidité	% cendre	% P	% K	% Mg	% C	% N	C/N
1	9,98	11,01	0,295	0,822	0,348	471,7	16,27	28,9
2	8,77	5,14	0,137	0,574	0,218	484,1	10,47	46,21
3	7,84	34,50	0,098	0,924	0,348	326,9	11,50	28,4
4	10,42	12,13	0,036	0,152	0,234	398,7	4,24	93,9

Tableau 40

Fractionnement au cours du temps de la litière d'Eucalyptus camaldulensis au parc de Hann.

Périodes	Poids de l'échantillon(g)	Poids des différentes fractions			
		F1 (2mm)	F2 (500 μ)	F3 (200 μ)	F4 (50 μ)
Avril	81,46	15,89	15,82	35,4	14,35
Août	82,6	18	30,3	23	11,3
Octobre	82,8	19,4	32,5	22,7	8,2

7.2. FRACTIONNEMENT DE LA MATIERE ORGANIQUE.

Le fractionnement de la matière organique conditionne son incorporation au substrat minéral. Il intervient après une minéralisation du carbone et un lessivage des hydrosolubles (BERNHARD-REVERSAT, 1982). Le **tableau 40** présente les résultats du fractionnement de la litière d'Eucalyptus camaldulensis dans un peuplement de 17 ans dans le parc forestier de Hann.

La fraction F0 (qui correspond aux gros débris végétaux à peine fragmentés) et la fraction F1 (fractions comprises entre 0,5 et 4 mm) représentent les fractions légères tandis que les fractions F2 (comprises entre 0,2 à 0,5 mm) et F3 (comprises entre 0,05 et 0,2 mm) sont les fractions fines.

La catégorie F4 constitue une fraction organo-minérale dont l'importance semble dépendre du taux d'éléments fins du sol (argile) capables de la fixer (BERNHARD-REVERSAT, op. cit.).

Le poids moyen des échantillons (600 g), se répartit comme suit:

-sables fins et grossiers	= 350 g
-fractions légères (F0 + F1)	= 183 g
-fractions fines (F2 + F3)	= 52 g
-fraction organo-minérale (F4)	= 15 g

On constate l'existence d'une activité assez importante de fractionnement de la litière. La valeur du rapport $F2 + F3 / F0 + F1$ est très faible, ce qui a déjà été constaté dans d'autres peuplements d'Eucalyptus sur sols sableux (BERNHARD-REVERSAT, 1982). Cet auteur indique que la faiblesse de ce rapport est à mettre en relation avec une aptitude à la biodégradation de la litière ancienne et implique une "disparition" des fractions grossières sans production de fractions fines.

Dans la plantation du parc de Hann, le rapport $F2 + F3 / F0 + F1$ obtenu en saison sèche n'a guère évolué en fin de saison des pluies malgré la variation des poids des fractions, ce qui peut être lié d'une part à la minéralisation d'une partie des fractions fines (F2 + F3) et d'autre part à l'exportation de certains éléments des fractions grossières

(F0 et F1). Ces exportations seraient probablement dues à l'action de fragmentation et de récolte des termites.

La fraction F4 est faible sur ce substrat sableux du Parc de Hann, pauvre en limons et argiles capables de la fixer. Elle serait également rapidement minéralisée surtout en saison des pluies où sa valeur est encore plus faible qu'en saison sèche.

Le **tableau 41** compare les poids des différentes fractions de la matière organique prélevées sous 2 peuplements d'Eucalyptus camaldulensis de même âge implantés sur sols différents (parc forestier de Hann et périmètre de Mbao).

Ce tableau montre que dans la station de Mbao, où le sous-bois est plus perturbé, la litière est moins fragmentée (couches plus épaisses et poids des fractions grossières F1 plus élevé). Ce milieu renferme également de faibles densités de termites humivores, ce qui peut expliquer cette fragmentation médiocre de la litière. La plus grande quantité d'argile dans ces sols (par rapport à la station de Hann), explique sans doute la plus importante présence de fractions fines.

Le **tableau 42** présente le résultat des analyses chimiques des fractions prélevées à Hann, en saison sèche et en saison des pluies.

Entre la saison sèche et la saison des pluies, la teneur des éléments C et N des fractions montre peu de différences à l'exception des fractions F2 et F3 qui renferment plus d'éléments en saison des pluies. Il est possible que cette augmentation soit due à un enrichissement de cette fraction en particules issues de la dégradation des éléments grossiers par les termites.

7.3. LES TESTS DE CONSOMMATION.

7.3.1. Les tests de laboratoire.

Au cours des premiers jours de l'expérience, on note que les termites sont actifs dans les boîtes. Ensuite, ils se regroupent sous des débris végétaux, en surface ou dans le sol. Les sorties deviennent alors plus organisées avec un choix des matériaux disponibles.

Tableau 41

Comparaison des poids (en g) de fractions de matière organique de 2 peuplements d'Eucalyptus camaldulensis.

N° ECHAN- TILLONS	Parc de Hann				Périmètre de Mbao			
	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4
1	13,1	9,9	32,3	12,5	7,0	4,9	8,5	9,3
2	16,9	21,4	43,8	16,2	58,7	17,4	35,2	36,6
3	17,5	16,0	29,9	14,2	80,6	21,2	33,5	32,2
moyenne (400 cm ²)	15,8	15,8	35,4	14,3	48,8	14,5	25,7	26,0

Tableau 42

Analyses des fractions de matière organique prélevées sous le peuplement d'Eucalyptus de Hann (en % de m.s.) (analyses réalisées par l'ORSTOM de Dakar).

Périodes	Fractions	C	N	C/N
Avril	F1	345	17,8	19
	F2	224	11,1	20
	F3	188	12,3	15
	F4	144	12,6	11
Août	F1	377	19,5	19
	F2	315	19,8	16
	F3	232	16,6	14
	F4	182	13,7	13

Angulitermes sp. effectue des prélèvements de la matière organique dans la-quelle il s'installe, alors que Microtermes spp. et Microcerotermes spp envahissent les écorces et brindilles sans entreprendre de récolte durant la période d'observation. Les autres espèces (Odontotermes, Coptotermes) sont restées inactives et regroupées.

Pour étudier le comportement de ces ouvriers placés en condition artificielle, 10 rondins de darcassou enterrés puis attaqués par des ouvriers de Microcerotermes sp. ont été prélevés en même temps que leurs termites et enfouis dans des bacs qui ont été mis en observation au laboratoire.

Un suivi hebdomadaire de ces rondins a montré une diminution progressive du nombre d'individus qui s'enfoncent dans le sol.

7.3.2. Les tests de terrain

a) Récolte de feuilles entières.

Le **tableau 43** analyse la consommation de feuilles entières d'Eucalyptus camaldulensis par les termites selon leur état de décomposition. Des feuilles à différents stades de décomposition (récemment tombées à terre, ayant passé 10 et 15 mois sur le sol), sont placées à plusieurs niveaux de la litière (en surface, au milieu et sous la litière). L'attaque des termites est suivie, et leurs prélèvements exprimés en pourcentage par rapport à la surface des feuilles.

-Les feuilles sèches fraîchement tombées à terre sont les moins attaquées: 7 feuilles seulement ont fait l'objet de récoltes actives tandis que sur 14 feuilles on relevait des traces d'attaque par les termites et des trous sans doute pratiqués par des insectes piqueurs. — 91.

-Chez les feuilles à stade de décomposition assez avancé (10 mois au sol), 10 montrent un début d'attaque par les termites, 24 sont activement attaquées activement et 6 sont consommées à plus de 50 %.

-les récoltes les plus importantes sont enregistrées sur les feuilles de 15 mois : les 40 feuilles, 12 sont consommées activement et 28 très activement (plus de 50 % de consommation).

Ces tests de terrain montrent que les récoltes des feuilles d'Eucalyptus camaldulensis par les termites sont liées à leur temps de séjour au sol. Divers facteurs favoriseraient ces récoltes:

1) l'état de décomposition des feuilles: l'attaque dépend probablement du lessivage de substances contenues dans les feuilles. Cependant, les quelques récoltes constatées sur des feuilles récemment tombées à terre semblent exclure une inhibition systématique. Par contre, ces substances empêcheraient le développement optimal de la microflore dont l'action accélère les processus de décomposition (LEMEE, 1973). Dans le peuplement étudié, ce lessivage des substances est relativement lent et fortement lié aux pluies.

2) la microflore: les champignons sont abondants dans la litière ancienne, particulièrement dans les couches inférieures et humides où récoltent fréquemment les termites. Ces champignons sont absents des feuilles récentes, même en saison des pluies. Des essais d'ensemencement de feuilles récentes ont été menés au laboratoire, en plaçant ces dernières au contact de la litière ancienne colonisée par la microflore (le tout disposé dans 3 bacs ayant comme substrat du sol prélevé sous le peuplement d'Eucalyptus et placé en température ambiante). Durant la période de fonctionnement de l'expérience (juillet- septembre), de légers arrosages ont permis de maintenir l'humidité du sol.

Dans la litière, on a constaté un bon développement de la microflore mais aucune implantation de celle-ci sur les feuilles récentes. Ce résultat concorde avec les observations de terrain et celles faites sur les sacs de litière qui n'ont été envahis par les champignons que vers le dixième mois, bien après la première saison des pluies.

3) l'eau: elle constitue un élément indispensable à la récolte de la litière par les termites, en maintenant une humidité suffisante et en favorisant la croissance des hyphes de champignons. Pour tester l'influence

de ce facteur eau sur les récoltes de termites, 6 placeaux de 1 m² chacun ont été délimités : 3 étaient arrosés 2 fois par semaine d'avril à juin, et 3 autres étaient maintenus à état sec. Les prospections mensuelles effectuées dans ces placeaux ont montré une absence totale de termites dans les sites secs et d'importantes densités dans les sites arrosés (2800 à 3000 individus / m²), estimées en comptant les individus des placeaux. Les colonies étaient essentiellement composées d'humivores (Angulitermes sp.) localisés dans la matière organique, et de lignivores (Microcerotermes spp.) regroupés à l'intérieur de morceaux de bois évidés.

En saison sèche, les populations de termites humivores se localisent essentiellement sous la litière et elles ne fréquentent les horizons supérieurs qu'en saison des pluies.

b) Récolte des fractions de matière organique.

Le **tableau 44** donne l'estimation de la consommation des fractions de matière organique par les termites humivores.

A la suite de cette expérimentation, les observations suivantes peuvent être faites:

- la disparition des fractions de matière organique n'a été effective qu'en saison des pluies, les résultats observés en saison sèche étant nuls ;

- les récoltes des fractions sont très faibles en surface où dominent plutôt les termites lignivores (Microcerotermes sp.) qui dégradent activement le bois mort et les brindilles. Ces activités des lignivores entraînent l'élimination des débris ligneux et assurent un meilleur tassement des couches superficielles de litière ;

- en zones intermédiaire et profonde, on note les récoltes les plus importantes ;

- l'activité de récolte la plus nette a été observée dans les flacons contenant les fractions légères (F1). Pour les fractions fines (surtout F3 et F4), les flacons fréquentés par les termites présentent un mélange de terre et de boulettes qui, séché et séparé, montre généralement de faibles pertes de matière organique ;

Tableau 43

Estimation des consommations de feuilles d'Eucalyptus camaldulensis par les termites selon leur état de décomposition.

Age des feuilles	Nombre de feuilles par degré de consommation			
	non at- taquées	début des attaques (10-20 %)	attaques actives (20-50 %)	attaques très actives (50-100 %)
récentes	19	14	7	0
de 10 mois	0	10	24	6
de 15 mois	0	0	12	28

Tableau 44

Consommation des fractions de matière organique par les termites

Niveau dans la litière	Nombre de flacons par degré de récolte				
	néant	traces (2 g)	consom. moyenne (10 g)	consom. totale (20 g)	Poids totaux récoltés
Surface	6	9	5	-	68 g
Milieu litière	-	4	6	10	268 g
Sous la litière	-	5	-	15	310 g
Totaux récoltés (en g)	0	36	110	500	646 g

-l'activité des termites a été plus nette sur les feuilles entières lessivées que sur les fractions de matière organique.

7.4. CONCLUSIONS.

Les tests de consommation effectués sur les feuilles d'Eucalyptus et les fractions de matière organique montrent le rôle important joué par les termites dans le processus de fragmentation de la litière, rôle déjà souligné par divers auteurs (DOMMERGUES, 1963; SINGH et GUPTA, 1977). La macrofaune des sites étudiés est relativement pauvre et son action n'a pas été abordée dans cette présente étude. Le sous-bois est néanmoins riche en microarthropodes (collemboles et acariens), notamment dans la litière ancienne. Des extraits de litière ayant séjourné 15 mois au sol ont montré une présence très abondante de ces insectes (PIART, comm. pers.).

L'action des termites est donc prépondérante et aboutit à la fragmentation de la litière. Cette action se traduit également par le retrait d'importantes quantités de matière végétale du processus normal de recyclage des éléments nutritifs.

Chapitre VIII

DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS GENERALES

8.1. LE PEUPEMENT EN TERMITES.

8.1.1 Inventaire des espèces.

Le peuplement en termites du périmètre de Mbao est composé de 15 genres répartis en 20 espèces. Les milieux étudiés (forêt claire à Acacia albida et jeunes parcelles d'Eucalyptus camaldulensis) renferment seulement la moitié de cet effectif (8 genres répartis en 10 espèces). Cette réduction est sans doute due à l'état d'assèchement de ces sites et à l'absence du darcassou dont les boisements sont très fréquentés par les populations de termites.

La diversité du périmètre est voisine de celle des savanes sèches de la Côte d'Ivoire où il a été relevé 16 genres répartis en 22 espèces (BODOT, 1967). Dans les zones humides, la diversité est plus importante : 36 espèces à Lamto (JOSENS, 1972) et 43 espèces en forêt équatoriale pluvieuse du Cameroun (COLLINS, 1977a). Par rapport aux autres zones du Sénégal, on note d'une part une différence significative avec les peuplements de termites des forêts sèches dans l'Est du pays (parc du Niokolo-Koba) : 14 genres répartis en 30 espèces au Parc de Niokolo-Koba (ROY-NOEL, 1969) et d'autre part une similitude avec la faune des savanes arbustives du Ferlo qui renferment 23 espèces (LEPAGE, 1974).

La sécheresse des dernières années s'est probablement traduite par une réduction de la diversité des termites du périmètre. En effet, certaines espèces considérées comme accidentelles ou accessoires en 1976 par ROY-NOEL (1982), telles que Neoterme camerunensis, Ancistrotermes cavithorax, Promirotermes sp. n'ont pu être récoltées au cours de nos prospections de 1986. Dans ce sens, les défrichements, l'installation de plantations artificielles et le ramassage périodique du terreau des sous-bois contribuent sans doute à

aggraver la situation. De même, l'installation des parcelles monospécifiques d'Eucalyptus diminue probablement le nombre d'espèces de termites. Quelques espèces seulement semblent favorisées : au niveau des jeunes plantations de 2 à 6 ans environ, on note Microtermes sp., Microcerotermes spp., Amitermes evuncifer et plus rarement Coptotermes sp. et Psammotermes; au-delà de 8 ans, on assiste à l'installation massive des humivores (Angulitermes sp., Termes sp., Procubitermes sp.) et, parmi les lignivores, Microcerotermes spp. et Amitermes evuncifer sont les plus constants.

Parmi la faune du sol, les termites de la forêt claire et des plantations représentent le groupe le plus important, la plupart des autres espèces étant très rares. Cette même constatation a été faite en d'autres régions : forêt claire et dans la savane du Haut-Shaba, GOFFINET (1975) trouve que les termites représentent respectivement 44,8 % et 92,1 % de la macrofaune du sol.

8.1.2. Les densités.

L'étude des densités de termites endogés pose beaucoup de problèmes liés à la nature des sols et aux méthodes d'échantillonnage mises en oeuvre. Plusieurs auteurs estiment le nombre et la biomasse des populations à partir du nombre de nids par ha et du nombre moyen d'individus par nid : SANDS (1965); BOUILLON (1969) ; GOFFINET et FRESON (1973). De même, la plupart des études de densités sont limitées aux 30 premiers centimètres du sol (BODINE, 1973 ; LEE et WOOD, 1971 ; HAVERTY, 1975 ; MADGE, 1965 ; GOFFINET, 1975 ; HARRIS, 1963) et peu de travaux ont concerné les horizons profonds (WOOD et JOHNSON, 1977).

Dans le périmètre de reboisement de Mbao, les densités de termites relevées entre 0 et 120 cm montrent d'importantes variations selon le site et la saison:

-dans la forêt à Acacia albida, elles sont relativement importantes au pied des arbres (766 termites/arbres, avec 40 % d'arbres porteurs de termites). Ces lieux représentent des biotopes privilégiés pour l'édification de nids de termites. Dans le sol situé entre les

arbres, les densités varient entre 228,4 individus/m² en saison sèche et 1950,7 individus/m² en saison des pluies

-dans la parcelle d'Eucalyptus âgée de 3 ans, les densités au pied des arbres sont très faibles (43,8 termites/arbre, avec 30 % d'arbres porteurs de termites), la zone des collets n'étant encore que peu propice à la bonne installation des termites. Au niveau du sol, on note 172,4 individus/m² en saison sèche et 949 individus/m² en saison des pluies.

-dans la parcelle d'Eucalyptus de 5 ans, le nombre de termites au pied des arbres s'est sensiblement accru (63 individus/arbre, 40 % des arbres étant porteurs de termites). Dans le sol, on relève 165,2 individus/m² en saison sèche et 1260 individus/m² en saison des pluies.

On constate qu'en saison sèche, le nombre de termites hypogés varie peu d'un site à l'autre, sans doute du fait de l'effet général des rigueurs climatiques. Cependant en saison des pluies, des différences de densités apparaissent : une plus grande abondance en forêt naturelle, puis dans la plantation de 5 ans. L'importance des populations serait alors liée à l'âge de la parcelle.

L'influence de la profondeur du sol sur la répartition des densités ne se manifeste qu'en saison sèche où l'on note d'importantes variations selon les sites:

- dans la forêt naturelle, la densité est 6 fois plus faible à la surface du sol qu'en profondeur;
- dans la plantation âgée de 3 ans, la densité est 9 fois plus élevée en surface qu'en profondeur;
- dans la plantation 1981, la densité est presque identique sur tout le profil.

Ce rôle déterminant de la profondeur sur la répartition des populations a été mis en évidence dans différentes zones arides : en savane semi-aride du Texas BODINE (1973) trouve 33,3 individus/m² à la surface du sol, et 3796,7 individus/m² à 30 cm de profondeur ; au désert du Santa-Rita, HAVERTY (1975) trouve 10,18 individus/m² à la surface du sol, et 1025 individus/m² en sub-surface.

La variation saisonnière des densités est reliée en partie avec l'activité de récolte des termites, qui présente les mêmes fluctuations. Cependant, on note une récolte importante de bois mort en surface (forêt naturelle) et en profondeur (plantation 1983), malgré les faibles densités respectivement trouvées dans ces horizons. Il existerait alors une exploration intense de l'ensemble du profil du sol par les colonies récoltantes.

8.2. RECOLTES SUR ARBRES VIVANTS.

L'attaque des arbres vivants par les termites peut correspondre à plusieurs éventualités. De nombreux auteurs constatent que l'attaque n'intervient que lorsque les plants sont déjà affaiblis (CHATTERJEE and SINGH, 1967; CHATTERJEE, 1972; SEBASTIAN and SUBRAMANIA, 1963, in NAIR et VARMA, 1981). Ainsi, 3 types d'attaque sont généralement distingués : attaque primaire, attaque secondaire et attaque conjointe NAIR et VARMA (op. cit.), WOOD et JOHNSON (1977). Les attaques primaires seraient plus fréquentes en zone tropicale humide alors qu'en zone sèche, on noterait plus fréquemment des attaques secondaires et conjointes, l'affaiblissement des végétaux étant dû principalement aux facteurs climatiques (sécheresse) et édaphiques (sol) (DELWAULLE, 1977).

Dans le périmètre de Mbao, les attaques de termites s'effectuent en relation avec d'autres facteurs, parmi lesquels on peut citer les techniques sylvicoles mises en oeuvre (emploi de petits potets, traitement anti-termite inefficace, défaut de soin apporté aux plantations). Il résulte de ces pratiques un mauvais développement des systèmes racinaires et un affaiblissement consécutif des jeunes plants qui deviennent ainsi plus sensibles aux déprédateurs : les attaques ont varié de 6,6 % chez les arbres en bon état à 36,6 % chez les sujets en mauvais état. Dans la même optique, MUSHI (1981) indique que plusieurs espèces d'Eucalyptus implantées en Tanzanie, bien qu'ayant une bonne croissance, sont très sensibles à la durée de la sécheresse et aux attaques de termites; OPEKE (1982) indique que l'attaque des héveas et

palmiers à huile par les termites s'effectue surtout sur les arbres en mauvais état en Afrique de l'Ouest.

Sur les plantations expérimentales, nous avons noté que l'emploi de grands potets et l'apport d'amendement renforçaient la vigueur des plants et diminuaient les risques d'attaque. Ce fait a également été constaté par divers auteurs (COOLING, 1962; SANDS, 1962; BROWN, 1965).

Les attaques conjointes de termites ont été soulignées par des auteurs et certains considèrent les champignons de la pourriture comme co-déprédateurs (WILLIAMS, 1965) PERRY et al. (1985). D'autres auteurs retiennent les facteurs écologiques comme causes premières de l'affaiblissement des plants (HARRIS, 1966).

Dans le cas des attaques primaires, les termites agissent directement et les dégâts sont souvent très importants : 100 % des Eucalyptus saligna, 60 à 80 % chez d'autres essences au Cameroun, 50 à 70 % chez les jeunes arbres en Ouganda et au nord Nigéria, ils sont de 68 à 74 % dans le 8ème mois et supérieurs à 86 % dans le 13ème mois (HARRIS, 1966); les plus grandes mortalités dans les plantations de Kérala sont dues aux attaques primaires des termites (NAIR et VARMA, 1981); ROONWAL et RATHORE (1984) montrent que les jeunes plantations d'Eucalyptus hybride du district d'Arcot en Inde sont très attaquées par Odontotermes bellahunisensis, Odontotermes redemani et Trinervitermes biformis; INTARI et WIRAADINATA (1984) indiquent que les jeunes plantations de Melaleuca leucadendron d'Indonésie connaissent des mortalités de 70 % du fait des attaques de Macrotermes gilvus, Microtermes insperatus et Odontotermes grandiceps; HUTACHARERN et SAGHASRI (1985) estiment que dans les jeunes plantations d'Eucalyptus camaldulensis de Thaïland, les pertes dues aux termites se montent à 10 % par mois en saison sèche (novembre à avril).

L'étude des attaques sur les arbres adultes du périmètre de Mbao montre que d'autres déprédateurs que les termites ou certains facteurs du milieu sont responsables du mauvais état des arbres (ROY-NOEL, 1982). De même, le suivi de l'action des termites sur l'évolution de plants d'Eucalyptus âgés de 5 ans a permis de constater que les arbres se développaient correctement et que la présence de ces insectes n'interférait

en rien avec leur état végétatif normal. Les termites récoltés étaient localisés dans leurs parties mortes ou dans de petits nids placés contre leur collet. Au-delà de la première année, l'Eucalyptus camaldulensis de Mbao semble être à l'abri des attaques de termites, pour autant qu'il conserve un état végétatif normal. En zone plus humide, l'attaque des jeunes plants d'Eucalyptus reste élevée, même au-delà de la première année après les plantations : 3 ans pour les plantations forestières de KERELA (KARMAKARAN, 1984).

Le mode d'attaque des termites observé au périmètre de Mbao permet de constater qu'en zone sèche, le succès des luttes anti-termites passe avant tout par l'application de bonnes méthodes sylvicoles pouvant assurer un état végétatif convenable aux plants. En plus des techniques de plantation correctes déjà évoquées, d'autres dispositions peuvent être prises : utilisation de grands écartements (de 4 à 5 mètres) pour réduire la compétition entre les arbres, mise en oeuvre des opérations d'entretien (désherbage durant les deux premières années, émondage dès la 2^{ème} année pour favoriser la croissance des plants, traitement anti-termite au moment de la plantation et en fin de la première saison des pluies). Pour les sols secs et pauvres, il est avantageux d'élever les plants dans de grandes gaines permettant au départ, un bon développement de leurs systèmes racinaires. De même, la lutte contre les feux de brousse permet d'éviter l'affaiblissement des jeunes arbres et la destruction de certains de leurs organes. En effet, le brûlis de certaines régions du cambium pourrait entraîner des attaques de termites (Mc CAW, 1984).

8.3. RECOLTES SUR BOIS MORT.

La récolte de bois mort par les termites est plus forte en saison des pluies, notamment durant les périodes de pluviométrie modérée (juillet-début août). Ceci est lié à la fois à l'augmentation des populations récoltantes et à l'influence positive des apports d'eau sur les activités. DAJOZ (1977) indique que l'attaque par les champignons n'est effective que si le bois renferme au moins 20 % d'eau. Certains auteurs ont par ailleurs mis en évidence une relation

positive entre la pluviométrie et la disparition du bois (BUXTON, 1981). Ce taux minimal d'humidité requis pour la dégradation du bois serait sans doute nécessaire pour l'installation des champignons lignicoles dont l'action précède habituellement celles des termites sur le bois, comme le montrent certains travaux (KOVOOR, 1966, in DAJOZ, op. cit.).

En saison sèche, l'assèchement du sol et les carences en eau du milieu semblent être à l'origine du ralentissement et de l'arrêt, à certaines périodes, de l'activité de récolte des termites sur le matériau ligneux sec (bois mort, rondins d'expérimentation).

Dans le périmètre de Mbao, la variation saisonnière des récoltes sur bois mort par les termites est à rapprocher des données obtenues dans d'autres zones tropicales arides (BUXTON, op.cit.) : prélèvements importants en saison des pluies et en saison de transition, baisse des récoltes en saison sèche. En plus de l'influence des disponibilités hydriques, il est probable que la fluctuation des besoins énergétiques liée à la biologie des colonies soit un facteur de variation de ces processus de récolte (LEPAGE, 1983).

Plusieurs travaux relatifs à la dégradation in situ du bois mort ont porté sur l'étude des récoltes d'une espèce de termite : BASSON (1972); NEL (1970); BODINE (1973); LEE et WOOD (1971).

Dans l'expérimentation menée au cours de cette étude, on a relevé quelques cas d'attaque effectués par des groupes d'espèces dont les pourcentages de récoltes se sont avérés relativement faibles (une moyenne de 5 % des prélèvements saisonniers), alors que les espèces récoltant individuellement ont assuré 20 % des récoltes.

Les pourcentages mensuels de récolte par espèces de termites montrent une activité plus élevée de Microtermes spp. sur l'Anacardium (4 %) et de Microcerotermes spp. sur l'Eucalyptus (2,3%).

L'activité des termites est continue tout au long de l'année, malgré la longue saison sèche et le déficit hydrique qu'elle entraîne. Ceci est sans doute possible grâce à une

bonne exploitation des horizons profonds et à une présence d'espèces de termites bien adaptées au milieu.

Cette activité peut constituer un certain danger, notamment pour les jeunes arbres et nécessite des mesures de protection efficaces aussi bien en saison humide qu'en saison sèche où les essences exotiques, moins adaptées au milieu, sont plus vulnérables.

8.4. RECOLTE SUR LITIÈRE D'EUCALYPTUS CAMALDULENSIS

Les pertes de poids des sacs de litière sont assez lentes, pour atteindre 50 % au bout de 2 ans. La relative lenteur de cette disparition est à rapprocher du type d'évolution de la litière d'essences acidifiantes comme le hêtre et le pin (BIGNAND et SCHAEFER, 1980). Des études faites sur la litière d'Eucalyptus camaldulensis signalent les mêmes observations : BERNHARD-REVERSAT (1984) constate que la perte de poids et la minéralisation du carbone de la litière fraîche s'effectuent à un rythme moyen et semblent se poursuivre longtemps; WOODS (1974) estime la disparition de la litière d'Eucalyptus delegatensis entre 10 et 20 % en 1 an.

On constate que jusqu'à 15 mois, il existe une absence presque totale de fragmentation de la litière, ce qui suggère l'attribution des pertes de poids relevées au simple lessivage. Cette possibilité est reliée aux teneurs importantes de matières hydrosolubles des feuilles d'Eucalyptus (BERNARD-REVERSAT, 1982).

La forte réduction de l'humidité durant la saison sèche retarde l'évolution de la litière au sol qui, au cours de cette période, ne connaît que des pertes de poids très faibles. La fragmentation des feuilles fraîches n'intervient qu'au-delà de 15 mois, soit après 2 saisons de pluies, et au moment où les sacs de litière, totalement ensevelis par les retombées successives, se situent au niveau de la couche F. Cet horizon est caractérisé par la couleur noire des morceaux de feuilles qui, selon BERNHARD-REVERSAT (op. cit.), proviendrait de l'oxydation des polyphénols des percolats de litière.

L'étude de la fragmentation de la matière organique montre une grande hétérogénéité, déjà signalée par divers

auteurs (Garay et al., 1986; MINDERMAN, 1968; BIGNAND et SCHAEFER, op.cit.). La comparaison périodique des différentes fractions montre une prédominance des fractions grossières et une très faible présence des éléments les plus fins (50 μ). Ces observations s'expliquent respectivement par l'action de fractionnement des feuilles anciennes par la macrofaune et par la minéralisation des fines particules.

L'action des termites, très légère à partir du 15^{ème} mois sur quelques sacs, probablement les plus exposés aux pluies, peut être considérée comme effective à compter seulement de la fin de la 2^{ème} année de saison des pluies (19^{ème} mois). Les actions de fragmentation sont cependant plus nettes à partir du 24^{ème} mois. La comparaison des résultats des analyses chimiques et organiques de feuilles à divers stades de décomposition (sur l'arbre, fraîchement tombées et âgées de 24 mois) montrent des différences dans leur composition. La baisse progressive mais très lente du taux de carbone semble expliquer la persistance de substances nocives dans les feuilles en décomposition, dont l'action probable de l'eucalyptol, composé anti-bactérien qui est encore en forte proportion dans la litière ancienne : 42 % (THIOMBIANO, 1984).

La dégradation du bois s'effectue rapidement et dépend exclusivement de l'action des termites, ce qui correspond aux observations faites par DOMMERGUES (1963), BERNHARD-REVERSAT (1982).

Quant aux écorces, leur attaque se révèle aussi lente que la litière et au bout des 2 années d'observations, seules quelques galeries superficielles de récoltes ont été constatées sur les écorces contenues dans des sacs identiques à ceux utilisés pour la litière. On note que les mailles des sacs (2 mm), permettent le passage des 2 principales espèces de termites fréquentant le sous-bois étudié (Microcerotermes spp. et Angulitermes sp.), mais pour d'autres espèces comme Odontotermes, leurs dimensions seraient sans doute trop petites et constitueraient un facteur sélectif de la faune.

8.5. CONCLUSION GENERALE.

Le périmètre de reboisement de Mbao est caractérisé par un déficit hydrique important accentué par la longue saison sèche et la persistance de la sécheresse de ces dernières années. Cette situation a entraîné la dégradation progressive des formations végétales en place et de fortes mortalités. Cependant, les résultats préliminaires obtenus sur les plantations d'Eucalyptus sont assez prometteurs pour pouvoir remédier à cette situation. Les opérations de défrichage et de travail du sol entraînent la diminution des populations de termites mais dès la première saison des pluies, ces populations semblent pouvoir se reconstituer assez rapidement, grâce à la présence, dans les jeunes parcelles, d'un important tapis herbacé et de plusieurs milliers de piquets utilisés pour la clôture des chantiers, qui sont autant de points d'installation des groupes de termites.

L'étude du peuplement en termites montre que la forêt naturelle renferme plus de termites (espèces et populations) que les jeunes plantations. Au niveau de ces dernières, il apparaît une succession d'espèces selon les stades d'accroissement des plants : les champignonnistes sont dominants durant les 3 premières années, à partir de la 4^{ème} et 5^{ème} années, les lignivores deviennent abondants (sans doute du fait de la dureté du bois d'Eucalyptus), et chez les parcelles les plus âgées (8 ans et plus), les humivores constituent le groupe principal, favorisé par la présence d'une abondante litière au sol.

Malgré le substrat sableux et pauvre, la croissance des plants d'Eucalyptus est très appréciable, ce qui peut être dû d'une part, à la décomposition de la couverture herbacée, à la richesse du sol en déchets ligneux (racines, terreau, brindilles) issus du boisement préexistant et d'autre part, à la grande activité de dégradation de ces produits par les populations de Macrotermitinae champignonnistes (Microtermes spp., Odontotermes nilensis).

La récolte de bois mort montre une activité continue des termites tout au long de l'année. La période post-hivernale

(octobre-décembre) connaît les plus importants prélèvements qui coïncident avec les sorties actives de termites.

S'agissant des récoltes sur arbres vivants, on note que l'action des termites est généralement sans effet nocif sur les arbres sains mais constitue un danger réel pour les jeunes plants nouvellement mis en place. Microtermes spp. est en effet le principal responsable des fortes mortalités enregistrées fréquemment au cours de la première année de plantation. Les attaques de termites se font conjointement avec d'autres facteurs du milieu, principalement le manque d'eau et la nature du substrat, dont l'action préliminaire entraîne le flétrissement des plants.

Les plantations expérimentales montrent que la meilleure forme de lutte contre les termites consiste essentiellement à renforcer l'état végétatif des jeunes arbres, par l'amélioration des techniques de plantation :

- bonne orientation de la racine principale pendant le repiquage en pépinière et lors de la plantation (pour les sujets dont la motte est détruite) ;
- usage de grands potets (60 x 60 x 60 cm) pour un meilleur ameublissement du sol sous-jacent, ou travail mécanique ;
- traitement anti-termite au moment de la mise en place et après la saison des pluies ;
- pour les sols pauvres, apport d'amendement organique à partir de compostières installées sur place.

Quant au produit insecticide, il est reconnu que la dieldrine est la plus efficace mais aussi, la plus toxique pour l'homme. Son usage est encore possible au Sénégal, cependant il est urgent d'entreprendre en collaboration avec les services chargés de la Protection des Végétaux, une recherche visant à expérimenter des produits de substitution plus disponibles sur le marché et moins dangereux.

Enfin, s'agissant de l'évolution de la litière d'Eucalyptus, on constate que le rythme de décomposition est relativement lent. Cette essence ne serait pas favorable à la bonne évolution des sols sableux et la présence de substances acidifiantes et anti-bactériennes serait la cause de l'attaque tardive des feuilles par les termites. L'eucalyptol serait

T.B.

probablement le composé le plus actif dans cette action inhibitrice de la litière. Une étude chimique plus poussée permettra d'apporter un meilleur éclaircissement de ce problème mais d'ores et déjà, il semble intéressant d'expérimenter la mise en place de boisements mixtes tels que Eucalyptus-Anacardium, ou Eucalyptus-Prosopis dont les avantages sur les sols et la production végétale sont apparemment plus positifs.

BIBLIOGRAPHIE

- ABE, T., 1980 .- Studies on the distribution and ecological role of termites in a lowland rain forest of West Malaysia. Rev. Ecol. Biol. Sol, 17 (1) : 23-40.
- ADAM, J.G., 1955 .- Catalogue des plantes sub-spontanées et spontanées de la presqu'île du Cap-vert. Ann. Sup. Sciences, Inst. Hautes Etudes, Dakar, t.II : 95-111.
- ADAM, 1956 .- Les Eucalyptus de la presqu'île du Cap-vert (Dakar) et de quelques régions d'A.O.F. Journ. d'Agri. Trop. et de Botan., t. III, 9-10 : 457-511.
- AGBOGBA, C. et ROY-NOEL, 1982 .- L'attaque des arbres par les termites dans la presqu'île du Cap-vert, cas du parc forestier de Hann sur dunes ogol iennes; bull.I.F.A.N, 44, ser. A, 3-4 : 341-364.
- ALONI, K., MALAISSE, F. ET KAPINGA, I., 1983 .- Rôle des termites dans la décomposition du bois et le transfert de terre dans une forêt claire zambézienne (Shaba, Zaire); International colloquium of soil zoology, Louvain-la-Neuve, Univer. Lumbumbashi, publication n° 72 : 600-602.
- AUBREVILLE, A., 1949 .- Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. Soc. Et. Géogr. Maritimes et Coloniales, Paris, 351 p.
- AUSSENAC, G. et GRANIER, A., 1978 .- Quelques résultats de cinétique journalière du potentiel de sève chez les arbres forestiers. Ann. Sci. for., 1978: 35 (1): 19-31.
- Anonymes, 1963 .- Bois et forêts des tropiques n°87, CTFT, Nogent-sur-Marne.
- Anonyme, 1983 .- Conférence préparatoire à la Campagne Nationale de Reboisement au Senegal, Direction des Eaux et Forêts, 25 p.
- BACHELIER, 1981 .- La faune du sol, cahier O.R.S.T.O.M.
- BAGNOULS, F. et GAUSSEN, H., 1957 .- Les climats biologiques et leur classification. Ann. géogr., 66 : 193-220.
- BASSON, N.C.J., 1972 .- Beskadiging van natuurlike wieveld in die Noord Vrystaat deur die grasdraer-termiet, Hodotermes mossambicus (Hagen). Phytophylactica, 4 : 67-72.
- BECKER, G., 1975 .- Coptotermes in the heart wood of living trees in Central and West Africa. Material U. Organismen, 10.

- BECKER, G., 1977 .- Destruction du bois par les termites dans l'empire centre africain. Germany, Schriftenreihe der GTZ, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, n° 41, 96 pp.
- BERNHARD-REVERSAT, 1982 .- Décomposition et incorporation à la matière organique du sol de la litière d'Eucalyptus et de quelques autres espèces. Programme Parfob, CNRF (ISRA) Senegal 1982, 31 p.
- BERNHARD-REVERSAT, 1984 .- Etude de facteurs d'évolution du sol sous Eucalyptus camaldulensis et sous quelques autres essences au Senegal. Rapport de synthèse, ORSTOM, Dakar, 66 p.
- BIGGER, M., 1965 .- The biology and control of termites damaging field crops in Tanganyika. Ministry of Agric., Tanzania (Plates XVI-XVIII), Bull. Ent. Res. Vol. 56 : 417-444.
- BIGNAND , C. & SCHAEFER, R., 1980 .- La biodégradation des litières de diverses espèces forestières. C. R. 105e Congrès National Soc. Savantes, Sciences, fasc. III: 157-168.
- BIROT, Y. ET GALABERT, J., 1972 .- Bioclimatologie et dynamique de l'eau dans une plantation d'Eucalyptus. CTFT, cahiers scientifiques n° 1 : 5-51.
- BODINE, M.G., 1973 .- The impact of termite Gnathamitermes tubiformans on rangeland herbage dynamics. M.S. Thesis, Texas tech. Univ., Lubbock, Texas, U.S.A., 39 p.
- BODOT, p., 1966 .- Etudes écologiques et biologiques des termites des savanes de Basse Côte-d'Ivoire. These Sciences, Aix-Marseille, 197 p.
- BODOT, P., 1967 .- Etude écologique des termites des savanes de basse Côte-d'Ivoire. Insectes Sociaux, 13 (3) : 229 - 258.
- BOUILLON, A., 1969 .- Les études de populations des termites éthiopiens. Rev. Ecol. Biol. Sol, 6 (4) : 469-482
- BOYER, P., 1958 .- Influence des remaniements par le termite et de l'érosion sur l'évolution pédogénétique de la termitière épigée de Bellicositermes rex. C.R. Acad. Sci., 247 : 749-751.
- BRIGAUD, F., 1960 .- Connaissance du Sénégal. Fasc. 1 : Géologie. Etudes sénégalaises , IFAN, Dakar, 92 p.
- BROWN, K.W., 1965 .- Termite control research in Uganda, with particular reference to the control of attacks in Eucalyptus plantations. East Afr. Forest J., 31 : 218-223.

- BRUNCK, F., 1978. - Compte-rendu d'une mission d'appui ISRA/CNRF. Programme 18 B, CTFT, 32 p.
- BUXTON, R., 1979 .- The role of termites in the Ecology of Tsavo National Park, Kenya, PH.D.Thesis Oxford, 224 p.
- BUXTON, R., 1981 .- Changes in the composition and activities of termites communities in relation to changing Rainfall Oecologia (Berl), 51 : 371-378.
- CHAMARD et COUREL, 1979 .- Contribution à l'étude du Sahel Voltaïque. Causes et conséquences de la dégradation du couvert végétal des dunes. Trav. Inst. Geogr. Reims, n° 39-40 : 75-90.
- CHATTERJEE, P.N., 1972 .- Role of termites in forestry. In Roonwall, M.L., ed. Agr. Forest J., 31 : 218-223.
- CHATTERJEE P.N. et SINGH, P., 1967 .- Preliminary observations on die-back and termite attack in Eucalyptus (1-3 year old) in New Forest Plantation. Proc. All. India Symp. Fast Growing Tree Species, Dehra Dun, pp. 1-2.
- COLLINS, N.M., 1977 a. - Oxford expedition to the Edea Marienberg Forest Reserve, United Republic of Cameroon, 1973. Bull. Oxford Univ. Explor. Club. N.S., 3 : 5-15.
- COLLINS, N.M., 1981 .- The role of termites in the decomposition of wood and leaf litter in the Southern guinea savanna of Nigeria. Oecologia (Berl) 51 : 389-399.
- COOLING, E.N., 1962 .- Progress in control of termites in northern Rhodesian plantations. 8 th British Commonw. For. Conf., East Africa, 13 p.
- COUREL, M.F., 1984 .- Etude de l'évolution récente des milieux sahéliens à partir des mesures fournies par les satellites. These de Doctorat d'Etat, Univer. Paris I, 407 p.
- CTFT/SCET, 1982. - Plan Directeur de Développement Forestier au Sénégal, Stratégie et Planification. Note de synthèse. Direction des Eaux et Forêts, Dakar, 92 p.
- DAJOZ, 1977 .- Les insectes xylophages et leur rôle dans la dégradation du bois mort, 258-307.
- DAVEAU, S. et TOUPET, CH., 1963 .- Anciens terroirs Garanga. Bull. IFAN, sér. B, 25, n° 2 : 193-214.
- DELWAULLE, J. C., 1977 .- Plantations forestières en Afrique tropicale sèche, techniques et especes a utiliser, CTFT, Nogent-sur-Marne, 177 p.
- DOMMERMUES, I., 1963 .- Les cycles biogéochimiques des éléments minéraux dans les formations tropicales. Bois et Forêts des Tropiques, n° 87.

- FELLER, C., 1979 .- Une méthode de fractionnement granulométrique de la matière organique des sols . Application aux sols tropicaux à textures grossières très pauvres en humus. Cah. ORSTOM, sér. péd., 17 : 339-346.
- GARAY, I., NAZOA, S. et ABBADIE, L., 1986 .- Etude d'une litière forestière mixte à charme et à chêne. Oecol. Gener., 7 (2) : 151-169.
- GARNIER-SILLAM, E., 1987 .- Biologie et rôle des termites dans les processus d'humification des sols forestiers tropicaux du Congo. These Sciences, Univer. Val De Marne, Paris, 276 p.
- GOFFINET, G., 1975. - Ecologie édaphique des milieux naturels du Haut-Shaba (Zaïre); caractéristiques écotopiques et synécologiques comparées des zoocénoses intercaliques. Rev. Ecol. Biol. Sols, 1975, 12 (4) : 691-722.
- GOFFINET G. et FRESSON, R., 1972 .- Recherches synécologiques sur la pédofaune de l'écosystème Forêt claire (Miombo). Bull. Soc. Ecol., 3 : 138-150.
- GRASSE, P.P., 1946 .- Recherches sur la biologie des termites champignon onnistes (Macrotermitinae). Ann. Sci. Nat., Biol. an. Zool., 11° sér. Vol. 6 : 97-172 et Vol. 7 : 115-144.
- GRASSE, P.P., 1950.- Termites et sols tropicaux. Rev. Bot. Appliquée, 337-338, p. 549-554.
- GRASSE, P.P. & NOIROT C., 1949 .- Les termitières géantes de l'Afrique Equatoriale. C.R. Acad. Sci., 228 : 727-730.
- GRIEVES, T., MCIENNES, R.S. and DOWSE, J.E., 1965 .- Timber losses caused by termites. Decay and Fire in an alpine Forest in New South Wales. Austr. For., 28 : 161-174.
- GRIFFITH, G., 1953 .- A note on termite hills. E. Afri. Agric. Vol. 4 : 70-71.
- GUEYE N., 1985 .- Impact des termites sur la dynamique des écosystèmes forestiers: le cas des plantations d'Eucalyptus de Mbao (Cap-Vert, Sénégal). Mémoire ORSTOM, Dakar-Hann, 46 p.
- GUEYE, N., 1987 .- Rôle des termites dans les plantations d'Eucalyptus camaldulensis de la presqu'île du Cap-Vert (Sénégal). Actes Coll. Insectes Sociaux, 4, sous presse.
- GUILCHERT, A., 1954 .- Rapport sur une mission d'étude de la langue de Barbarie et l'embourchure du Senegal. M.A.S., Saint-Louis, multigr., 60 p.
- HARRIS, W.V., 1963 .- Isoptera; in Expl. du Parc Nat. de la Garamba, Mission H. De Saeger, Brux., 42 : 1-43.

- HARRIS, W.V., 1966 .- The role of termites in Tropical Forestry. Insectes Sociaux, 13 (4) : 16-26.
- HAVERTY, M. I. et NUTTING, W. L., 1975 .- Density, dispersion and composition of desert termite foraging populations and their relationship to superficial dead wood. Journ. paper n° 2357 of Univer. Ariz. Agric. : 480-485.
- HAVERTY, M.I., 1975 .- A simulation of wood consumption by the subterranean termite, Heterotermes aureus (Snyder), in an arizona desert grassland. Insectes sociaux, 22 : 93-102.
- HEINZELIN, J. de, 1955 .- Observations sur la genèse des nappes de gravats dans les sols tropicaux. Publ. Inst. Nat. Et. Agron. Congo Belge, sér. Sci., 64, 37 P.
- HINCKLEY, T. et RITCHIE, G.A., 1973 .- A theoretical model for calculation of xylem sap pressure from climatological data. The Ann. Midl. Nat., 90 (1) : 56-69.
- HUBERT, B., GILLON, D. et ADAM, F., 1981. - Cycle annuel du régime alimentaire des 3 principales espèces de rongeurs (Rodentia, Gerbillidae et Muridae) de Bandia (Sénégal). Mammalia, 45 (1) : 1-20.
- HUTAHARERN, C. & SAGHASRI, B., 1985 .- Insectes pests of Eucalyptus camaldulensis Dehn. in the Community woodlot in Thailand. Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 99: 170-174.
- INTARI, S.E. & WIRAADINATA, Y.A.P., 1984 .- Trials for the prevention of termites attack on cayuput (Melaleuca leucadendron) using insecticides and a sanitation method at Gundih. Central Java Laporan (Report), Pusat Penelitian dan pengembangan hutan, n° 433, 11 p.
- JOSENS, G., 1972 .- Etudes biologiques et écologiques des termites (Isoptera) de la Savane de Lamto Pakobo (Cote-d'Ivoire). These es Sciences, Universite de Bruxelles, 262 p.
- JOSENS, G., 1983 .- The soil fauna of tropical savannas : the termites, 505-524, in : F. Bourlière "Tropical savanna".
- KOVOOR, J., 1966 .- Contribution à l'étude de la digestion chez un termite supérieur (Microcerotermes edentanus Was.). These es Sciences, Paris, 157 p.
- KNOCKAERT, C., 1981 .- Production de litière dans 4 plantations d'Eucalyptus camaldulensis et dans un peuplement naturel de Quercus suber. Ann. Recher. Forest. Maroc, 21 : 349-373.
- LEE, K.E. & WOOD, T.G., 1971 .- Termites and Soils. Academic Press, New-York, N.Y., 252 p.

- LEMEE, G. & BRICHAUT, N., 1973 .- Recherches sur les écosystèmes des réserves biologiques de la Forêt de Fontainebleau. II. Décomposition de la litière de feuilles des arbres et libération des bioéléments, Oecologia Plantarum, 8 (2) : 153-174.
- LEPAGE, M.G., 1974 .- Les termites d'une savane sahélienne (Ferlo septentrional, Senegal): peuplement, populations, consommation, rôle dans l'écosystème. These es Sciences, Université de Dijon, 344 p.
- LEPAGE, M.G., 1981 a .- L'impact des populations récoltantes de Macrotermes michaelsoni (SJOSTEDT) (Isoptera: Macrotermitinae) dans un écosystème semi-aride (Kajiado-Kenya). I. L'activité de récolte et son déterminisme. Insectes Sociaux, 28 (3) : 297-308.
- LEPAGE, M.G., 1981 b .- L'impact des populations récoltantes de Macrotermes michaelsoni (SJOSTEDT) (Isoptera: Macrotermitinae) dans un écosystème semi-aride (Kajiado-Kenya). II. La nourriture récoltée, comparaison avec les grands herbivores. Insectes Sociaux, 28 (4) : 309-319.
- LEPAGE, M.G., 1983 .- Structure et dynamique des peuplememnts de termites tropicaux. Acta Oecologica, Oecologia Generalis, 4 (1) : 5-87.
- MAC CAW, W.L., 1984 .- Wood defect associated wih fire scars on jarrah Eucalyptus marginata. Australian Forest Research, 13 : 261-266.
- MADGE, D.S., 1965 b .- A study of the arthropod fauna of four contrasting environments. Pedobiologia, 5 : 289-303.
- MAIGNIEN, R., 1963 .- Les sols de la presqu'île du Cap-vert, ORSTOM, Dakar-Hann, 163 p., 3 cartes couleurs 1/50 000.
- MALDAGUE, M. E., 1961 .- Relations entre le couvert végétal et la microfaune. Ser. scient. n° 90 de l'institut national pour l'étude agronomique du Congo (INEAC), 122 p.
- MALDAGUE, M.E., 1964 .- Importance des populations de termites dans les sols équatoriaux. Trans. 8 th Int. Congr. Soil Sci., Bucharest, 1964, 3 : 743-751.
- MARTIN, A., 1970 .- Les nappes de la Presqu'île du Cap-vert. 56 p., 30 fig., 1 carte h.t. au 1/100 000 et 3 cartes h.t. en couleur 1/50 000.
- MARVIER, 1953 .- Notice explicative de la carte géologique d'ensemble de l'AOF. Bull. de la Dir. des Mines, Dakar, 1953, n° 16.

- MASSON, H., 1948 .- Condensations atmosphériques non enregistrables au pluviomètre. Bull. IFAN, 10 : 1-181, 10 fig., 6 photo.
- METRO, A. et BEAUCORPS, G., 1954 .- Influence des peuplements d'Eucalyptus sur l'évolution des sols sablonneux du Rharb. Ann. Recher. Forest. Maroc, T. 3 (1) : 151-166.
- MICHEL, P., NAEGELE, A. et TOUPET, C., 1969. - Contribution à l'étude biologique du Sénégal septentrional. Bull. I.F.A.N., 31 (3) : 756-839.
- MINDERMAN, G., 1968. - Addition, decomposition and accumulation of organic matter in forests. J. Ecol., 56 : 355-362.
- MUSHI, J.A., 1981 .- Performance of Eucalyptus species and provenances established in arid areas of Tanzania. Tanzania Silviculture Research Note, n° 40, 6 pp.
- NAIR, K.S.S. et VARMA, R.V., 1981 .- Termite control in Eucalypt plantations : final report of the research project entomol., 01/76, july 1976 to june 1980, Kerela forest research institute, 48 pp.
- NAKAJIMA, S. et SHIMIZU, K., 1959 .- A note on the formosan white ant injuring Japanese cedars. Bull. Fac. Agric. Univ. Miyazaki, 4 : 261-266.
- NEL, J.J.C., 1970 .- Aspekte van die gedrag van die Werkers van die grasdraertermiet, Hodotermes mossambicus (Hagen), in die veld. J. Entomol. Soc. S. Afr., 33, 23-24.
- NYE, P.H., 1955 .- Some soil forming processes in the humid Tropics. S. soil Sci., 6 : 73-83.
- OPEKE, L.K., 1982 .- Tropical tree crops, chichester, Wiley, 312 pp.
- PERRY, D.H., LENZ, M. et WATSON, J.A.L., 1985 .- Relationships between fire, fungal rots and termite damage in Australian forest trees, Australian Forestry, 48:46-53.
- POUPON, H., 1972 .- Description des appareils aérien et souterrain d'Eucalyptus camaldulensis Dehn. introduits en Tunisie du Nord. Cah. ORSTOM, ser. biol., 17: 47-59.
- RAMADE, F., 1981 .- Ecologie des ressources naturelles. Masson, Paris, 1981, 322 p., 25 pl. h.t.
- RAMADE, F., 1987 .- Les catastrophes écologiques, Ed. Mc. Graw-Hill, Paris, 318 p.
- ROONWALL M.L. & RATHORE, N.S., 1984 .- New termite pests of Eucalyptus in India and their control. Zeitschrift für angewandte Entomologie, 98 : 225-230.

- ROY-NOEL, J., 1969 .- Le Parc National du Niokolo-Koba. Isoptera. Mémoires de l'IFAN, n° 84 : 158-163.
- ROY-NOEL, J., 1971 .- Recherches sur l'écologie et l'éthologie des Isoptères de la Presqu'île du Cap-vert. These es Sciences, Université de Paris, 280 P.
- ROY-NOEL, J., 1972 .- Recherches sur l'éthologie des Isoptères de la presqu'île du Cap-Vert (Sénégal). Bull. Biol., 56 (3) : 193-282.
- ROY-NOEL, J., 1974 a .- Recherches sur l'écologie des Isoptères de la presqu'île du Cap-Vert (Sénégal). Bull. IFAN, 36 (2) : 291-371.
- ROY-NOEL, J., 1974 b .- Recherches sur l'écologie des Isoptères de la presqu'île du Cap-Vert (Sénégal). Bull. IFAN, 36 (3) : 525-609.
- ROY-NOEL, 1982 .- L'attaque des arbres par les termites dans la Presqu'île du Cap-vert (Sénégal) : cas du reboisement de Mbao. Bull. IFAN, 44 (1-2) : 115-146.
- ROY-NOEL et WANE, C., 1977 .- L'attaque des arbres par les termites dans la presqu'île du Cap-vert (Sénégal). Bull. IFAN, 39 (1) : 124-141.
- SALVADOR, O., 1959 .- La température et le flux de chaleur dans le sol à Dakar. Ann. Fac. Sc. Dakar, 4 : 47-54.
- SANDS, W.A., 1962 .- The evaluation of insecticides as soil and mound poisons against termites in agriculture and forestry in West Africa. Bull. Entomol. Res., 53 (1) : 179-192.
- SANDS, W.A., 1965 a .- Mound population movements and fluctuation in Trinervitermes ebenerianus Sjostedt (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). Insectes Sociaux, 12 : 49-58.
- SCHOLLANDER, P.F., HAMMEL, H.T., EDDA, D.B. et HEMMINGSEN, E.A., 1965 .- Sap pressure in vascular plants. Science, 148 : 339-345.
- SCORTECCI, G., 1936 .- Note sui termitidi del fezzan. Natura, 27 : 1-12.
- SEBASTIAN V.O. & SUBRAMANIA, K.N., 1963 .- Observations on the role of termites and fungi in the die-back of Eucalyptus, Southern For. Rangers College Mag., Coimbatore, 39 : 21-24.
- SINGH, J.S. et GUPTA, S.R., 1977 .- Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. Botan. Review, 43 : 449-528.

- SONED, 1986 .- Etude pédologique du périmètre de l'Institut Islamique Agricole de Niaga Niassene, BP 163, Dakar, (Senegal), 47 p.
- THIOMBIANO, L., 1984 .- Première approche de l'influence du reboisement en Eucalyptus camaldulensis sur des sols de Gonse (Haute-Volta). These 3^e cycle, Univ. Aix-Marseille III, 142 p.
- TRICART G. et DUBOIS, J., 1954 .- Esquisse de stratigraphie du quaternaire du Sénégal et de la Mauritanie du Sud, C. R. Ac. Sc., 31 mai 1954.
- WILD, H., 1952 .- The vegetation of southern Rhodesian termitaria. Rhodesia agric. J. 49 : 280-292.
- WILLIAMS, R.M.C., 1965 .- Termite infestation of pines in British Honduras. Min. Overseas Dev. Res. pub., 11, H.M.S.O.
- WOOD, T.G., 1974 .- Field investigations on the decomposition of leaves of Eucalyptus delegatensis in relation to environmental factors. Pedobiologia, 14 : 343-371.
- WOOD, T.G. et al., 1977 .- Populations of termites in natural and agricultural ecosystems in southern guinea savana near Mokwa, Nigeria. Geo. Ecol. Trop., 1 : 139-148.
- WOOD, T.G. et JOHNSON, R.A., 1978 .- Abundance and vertical distribution in soil of Microtermes (Isoptera, Termitidae) in savanna woodland and agricultural ecosystems at Mokwa, Nigeria. Memorabilia zool., n°29 : 203-213.
- WOOD, T.G., 1976 .- The role of termites (Isoptera) in decomposition processes. In. The role of terrestrial and aquatic organisms in decomposition processes (J. M. Anderson and A. Macfadyen, eds.) pp. 145-168. Oxford : Blackwell. Scientific.