

Université Paris XII Val de Marne (UFR de Sciences)

D.E.S.S.
"Gestion des Systèmes Agro-Sylvo-Pastoraux
en Zones Tropicales"

Promotion n°3

Mémoire de stage présenté pour l'obtention du
DIPLOME D'ETUDES SCIENTIFIQUES SPÉCIALISÉES

**EFFETS COMPARES DE TROIS ESPECES DE
VERS DE TERRE SUR LA STRUCTURE
PHYSIQUE D'UN SOL DE LA SAVANE DE
LAMTO (COTE D'IVOIRE)**

DEROUARD Laurent

Année 1992-1993

Directeur de stage : Pr. P. LAVELLE (Univ. Paris VI-ORSTOM Bondy)

Superviseur : Pr. E. GARNIER-ZARLI (Univ. Paris XII)

Directeur du D.E.S.S. : Pr. E. GARNIER-ZARLI

REMERCIEMENTS

Ce stage a été effectué au Laboratoire d'Ecologie des Sols Tropicaux au centre ORSTOM de Bondy et à la Station d'Ecologie de Lamto (Côte d'Ivoire), pour la partie terrain, dans le cadre du DESS "Gestion des Systèmes Agro-Sylvo-Pastoraux en Zones Tropicales".

Je tiens à remercier ici toutes les personnes m'ayant permis de mener à bien ce travail, et en particulier :

M. Patrick LAVELLE, Professeur à l'Université de Paris VI, qui a dirigé mon travail de Recherche et m'a accueilli au sein de son Laboratoire. Son enthousiasme, son expérience, son sens pédagogique et ses qualités humaines, dont j'ai largement bénéficié, m'ont permis de mener à bien ce travail.

Mme E. GARNIER-ZARLI, pour m'avoir accepté au DESS et avoir bien voulu être mon Superviseur.

Mlles Cécile GILOT, Fabienne CHARPENTIER et M. Eric BLANCHART m'ont aussi beaucoup aidé en me faisant bénéficier de leurs connaissances et leurs conseils au niveau de l'élaboration du projet de stage ainsi que pour le traitement des données.

M. R. VUATTOUX, Directeur de la Station d'Ecologie de Lamto pour m'avoir accueilli en Côte d'Ivoire et M. J.L. TIREFORD, Directeur de la Station de Géophysique de Lamto, pour m'avoir aimablement fourni les relevés climatologiques pendant la période de stage.

M. Jérôme TONDOH, Mlle Laure VILCOSQUI, M. Béco ISIA, étudiants, compagnons de labeur à Lamto.

Ainsi que toutes les personnes m'ayant aidé pour le travail de terrain : MM. Raphaël ZOUZOU Bi DANKO et N'Goran et tous ceux qui m'ont chaleureusement accueilli en Côte d'Ivoire : toute la famille TONDOH et les résidents de Lamto.

SOMMAIRE

<u>INTRODUCTION GENERALE</u>	4
<u>I. CADRE GENERAL DE L'ETUDE</u>	6
1. LOCALISATION DU SITE D'EXPERIMENTATION	6
2. LE CLIMAT	6
3. LES SOLS	8
3.1. La géologie et la pédogénèse	8
3.2. Les types de sols et la matière organique	8
4. LA VEGETATION DES SAVANES DE LAMTO	10
5. LES PRINCIPAUX ORGANISMES DU SOL	10
5.1. Microflore	10
5.2. Faune du sol	10
5.3. Les vers de terre	11
5.3.1. Espèces et catégories écologiques	11
5.3.2. Conséquences de l'activité des vers	12
<u>II. MATERIELS, METHODES ET PLAN D'ETUDE</u>	13
1. LES VERS DE TERRE UTILISES DANS CETTE ETUDE	13
1.1. <i>Millsonia anomala</i>	13
1.2. Les <i>Eudrilidae</i>	14
2. METHODES UTILISEES POUR L'ETUDE DE LA STRUCTURE DU SOL	15
2.1. Distribution par taille des agrégats : méthode du tamisage à sec	15
2.1.1. Introduction	15
2.1.2. Protocole	15
2.2. Porosité	16
2.2.1. Densité apparente	16
2.2.2. Infiltration	17
2.3. Evaluation de l'effet de l'activité des vers de terre sur la productivité végétale et les paramètres physiques de la fertilité du sol	17

**III. RELATIONS : ESPECES DE VERS DE TERRE /STRUCTURE DU SOL ET
COMPETITION INTERSPECIFIQUE** 18

1. ROLE DES DIFFERENTES ESPECES DE VERS DE TERRE SUR LA STRUCTURE DU SOL. EXPERIENCES EN CONDITIONS SEMI-NATURELLES	18
1.1. Introduction	18
1.2. Protocole et dispositif expérimental	19
1.3. Résultats	24
1.3.1. Agrégation	24
1.3.1.1. Cas de l'arachide	24
1.3.1.2. Cas du maïs	25
1.3.1.3. Récapitulation	28
1.3.2. Infiltration	28
1.3.3. Densité apparente	30
1.3.4. Effet des plantes	31
1.4. Discussion	33
2. INTERACTION ENTRE DEUX ESPECES DE VERS. ELEVAGES EN CONDITIONS EXPERIMENTALES	37
2.1. Introduction	37
2.2. Protocole	37
2.3. Résultats	39
2.4. Discussion	41

IV. DISCUSSION GENERALE 43

CONCLUSION 46

BIBLIOGRAPHIE 48

ANNEXES 51

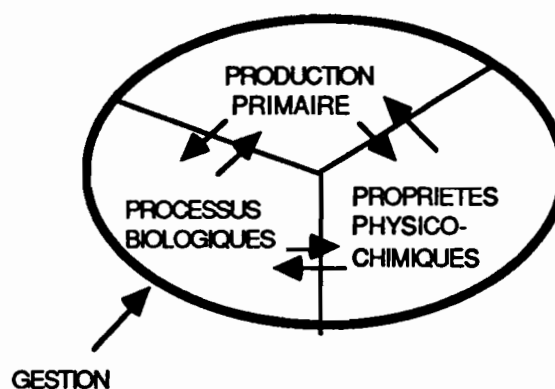
INTRODUCTION GENERALE

L'Agriculture est encore la principale activité économique de la majorité des pays tropicaux or depuis plusieurs années déjà, la surexploitation des sols entraine leur dégradation et la diminution de la productivité.

Dans ces pays où la chute de la fertilité des sols ne peut être compensée par des apports massifs d'engrais, pour des raisons économiques évidentes, une des solutions envisagées est de conserver, voire améliorer, la fertilité des sols par la manipulation des processus biologiques dans le cadre de systèmes agricoles à faibles intrants?

De nombreuses études sont menées dans le Monde pour mieux connaitre le fonctionnement des systèmes biologiques dans les sols tropicaux et ainsi "déterminer des modes d'utilisation qui améliorent la fertilité des sols tropicaux par le biais de processus biologiques" (SWIFT et LAVELLE, 1987).

Figure 1 : Contribution interactive des processus biologiques et de la structure physicochimique du sol à la fertilité. Prise en compte des processus biologiques lors de la gestion et manipulation de la fertilité en jouant sur les interfaces (d'après SWIFT et LAVELLE, 1987).



La structure du sol est l'une des composantes principales de la fertilité et peut être définie comme "l'organisation spatiale des particules solides organiques et minérales, et de l'espace poral" (MARSHALL et HOLMES, 1988). Elle agit sur le développement des plantes en modulant le régime hydrique, l'infiltration, le drainage, l'aération, la rétention et la répartition spatiale des nutriments, la facilité des racines à progresser... (BLANCHART, 1990).

A Lamto (Côte d'Ivoire), l'action des vers de terre est un processus essentiel du fonctionnement du sol (LAVELLE, 1983), l'espèce dominante en biomasse est *Millsonia anomala* (470 kg/ha) tandis que les *Eudrilidae* dominent en densité : 355 individus/m² contre 19,3 *M. anomala*/m² (LAVELLE, 1978) ce qui nous amène tout naturellement à nous intéresser de plus près à ces deux espèces.

En se basant sur les résultats des travaux de BLANCHART (1990), nous avons voulu **préciser le rôle de trois espèces de vers sur la structure du sol** et surtout confirmer l'hypothèse selon laquelle : **"l'action complémentaire des petits et des grands vers de terre conduit à la conservation de la structure du sol"**.

Nous avons testé cette hypothèse en conditions semi-naturelles, par des expériences d'introduction de vers dans des seaux, sous des cultures d'arachide ou de maïs pendant 80 jours. L'évaluation de l'impact des vers s'est faite par des mesures d'agrégation, d'infiltration et de densité apparente dans les différentes conditions expérimentales.

Dans un second temps, l'action complémentaire des *Millsonia* et des *Eudrilidae* a été étudiée par le biais d'élevages dans lesquels la croissance et la consommation des vers étaient mesurées. Ces expériences, ont pour objectif de mettre en évidence et quantifier la capacité des petits vers à dégrader les turricules des gros *Millsonia* et reposent sur des évaluations des taux de consommation de sol.

Les résultats de cette étude pourraient avoir des applications agro-écologiques importantes en permettant d'affiner les techniques d'utilisation de vers de terre, actuellement en cours de mise au point, pour conserver les sols tropicaux cultivés (LAVELLE, 1992)

I. CADRE GENERAL DE L'ETUDE

1. LOCALISATION DU SITE D'EXPERIMENTATION

La station d'Ecologie Tropicale de Lamto se trouve en Côte d'Ivoire par 6°13' de latitude Nord et 5°02' de longitude Ouest. Elle se situe à la pointe du "V Baoulé", une étendue de savanes qui entaille profondément la zone forestière méridionale. La réserve qui entoure la station est constituée de 80% de savanes préforestières et de 20% de forêts galeries s'étendant sur une superficie de 2700 hectares et présentant un relief peu accusé (75 à 125 mètres d'altitude).

La zone d'étude se trouve sur le bassin versant du fleuve Bandama ce qui entraîne un paysage géomorphologique de pente (environ 10%).

2. LE CLIMAT

Le climat saisonnier de Lamto est principalement déterminé par les mouvements du Front Inter-Tropical (FIT) ; son déplacement vers le sud, de Décembre à Mars, aboutit à une saison sèche tandis que la saison humide s'étale d'Avril à Novembre, avec un mois sec en Août.

En saison sèche l'anticyclone saharien favorise l'installation de l'Harmattan (vent de secteur nord-est) tandis qu'en saison humide les alizés de l'hémisphère Sud se dirigent vers le Nord, poussés par l'anticyclone de Sainte Hélène (RIOU, 1988).

Le climat de Lamto est difficile à définir car il se situe à l'interface des climats équatorial bimodal au Sud et tropical unimodal au Nord (Figure 2).

Néanmoins il se caractérise par la stabilité de certaines composantes (pression atmosphérique, durée du jour, température annuelle moyenne) et la variabilité intra et interannuelle d'autres facteurs comme les précipitations et l'ensoleillement. Les précipitations de la Station de Lamto sont données depuis Janvier 1993 sur la Figure 3.

**Figure 2 : Climatogramme de Lamto (Côte d'Ivoire).
Données moyennes sur 25 ans**

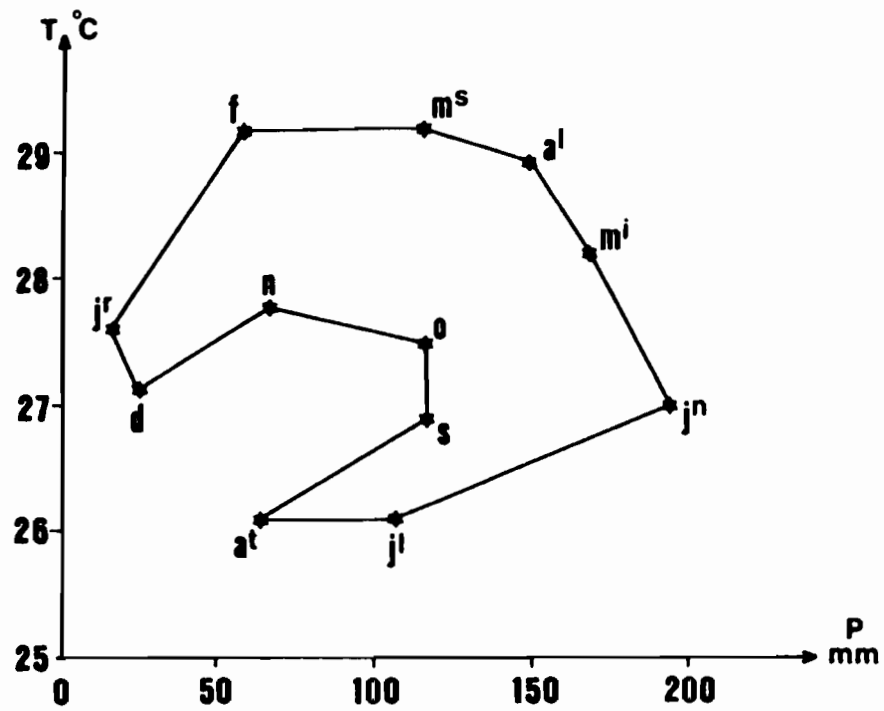
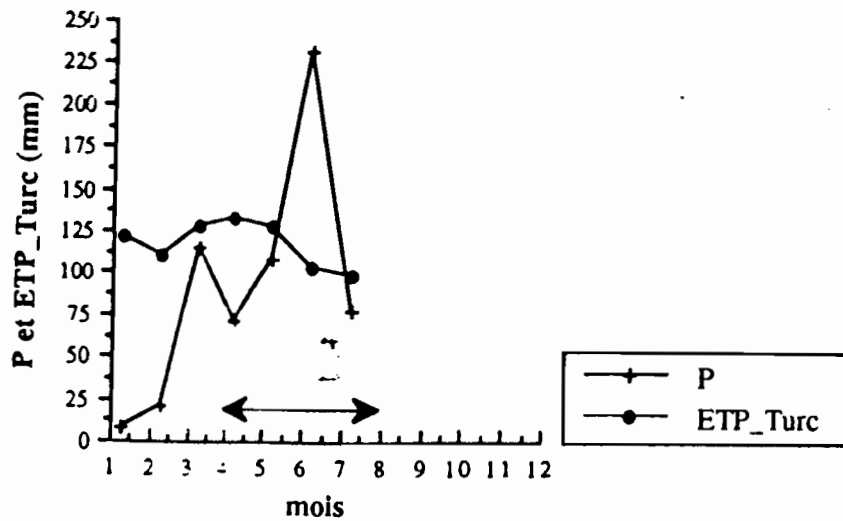


Figure 3 : Précipitations à Lamto (Côte d'Ivoire) depuis Janvier 1993



3. LES SOLS

3.1. La géologie et la pédogénèse

La réserve de Lamto repose sur un socle cristallin antécambrien (1700 à 2000 millions d'années) constitué de granites calco-alkalin associés à des amphibolites.

RIOU (1974) a étudié la géologie et la pédologie de cette région. Il semble ainsi que depuis le Quaternaire, l'érosion soit dominée par le système hydrographique du fleuve Bandama pour toute la zone Sud et Ouest de la réserve. Le fleuve et ses affluents ayant balayé le manteau d'altérites héritées des systèmes morphoclimatiques anciens, la pédogénèse actuelle est donc sous la dépendance de trois grands facteurs :

- 1. la nature pétrographique de la roche-mère très variée :

Sur les granites leucocrates (pauvres en éléments f ferro-magnésiens) se développent des sols ferralitiques ou ferrugineux tropicaux tandis que sur les amphibolites, très localisées, se forment des vertisols caractérisés par des argiles de type 2/1.

- 2. le climat :

Lors des années déficitaires en eau, les processus de ferrugineisation l'emportent et provoquent une mobilisation du fer par oxydation.

- 3. l'action de l'Homme :

Avec l'arrivée de l'ethnie Baoulé vers la fin du XVIII^{ème} siècle se sont développées les pratiques intenses de déforestation par le feu ou les défrichages manuels (BLANCHART, 1990).

3.2. Les types de sols et la matière organique

Plusieurs types de sols se rencontrent à Lamto, tous remaniés, pauvres en N et P mais avec un rapport C/N élevé et une bonne structure de surface ; malgré tout ces sols sont d'une valeur agronomique médiocre (RIOU, 1974).

Ils se différencient selon la roche-mère et la topographie qui influence le drainage. Ceci aboutit à la formation d'une toposéquence de sols le long des pentes :

- 1. en haut de pente, se développent des sols ferrugineux tropicaux rouges, bien drainés, lessivés et très gravillonnaires.
- 2. sur les pentes, ce sont des sols ferrugineux ocres, bien drainés un peu appauvris et sableux.
- 3. En milieu de pente, des sols ferrugineux beiges très sableux apparaissent.
- 4. Viennent ensuite les sols ferrugineux tropicaux présentant une hydromorphie temporaire (pouvant aller jusqu'à huit mois mais en profondeur seulement).
- 5. Enfin en bas de pente, des sols hydromorphes à pseudogley se développent.

La matière organique du sol se présente sous plusieurs formes : litière de surface, racines vivantes ou mortes, organismes biologiques vivants ou morts et matière organique non figurée. Elle a été étudiée dans trois types de sols à Lamto par LAVELLE et SCHAEFER (1974) ; les principales caractéristiques sont données dans le Tableau I.

Tableau I : Caractères de la matière organique dans trois types de sols de la savane de Lamto (d'après LAVELLE et SCHAEFER, 1974).

Type de sol (0-5cm)	C total (%)	C extractible (%)	C fulvique (ppm)	C humique brun (ppm)	C humique gris (ppm)
Vertisols	2,4	28-33	845-1250	860-1350	5120
Sol ferrugineux tropical sableux hydromorphe	0,7-1,7	25	1030	620	2510
Sol ferrugineux gravillonnaire	1,0-1,1	24-30	550	750	800-1000

Les principales caractéristiques du sol de savane utilisé dans nos expériences sont données par RIOU (1974) voir **Annexe 1**.

4. LA VEGETATION DES SAVANES DE LAMTO

La végétation de ces savanes a été essentiellement étudiée par CESAR (1971), CESAR et MENAUT (1974) et DEVINEAU (1984) et cartographiée par De la SOUCHERE et BADARELLO (1969) et GAUTIER (1991).

La région de Lamto, formée d'une mosaïque de savanes de type guinéen, est caractérisée par la présence du palmier-rônier (*Borassus aethiopium*). Environ 400 espèces de végétaux ont été recensés dont 70 de ligneux (CESAR et MENAUT, 1974).

5. LES PRINCIPAUX ORGANISMES DU SOL

5.1. Microflore

La microflore, peu abondante semble être dominée par les actinomycètes, plus nombreux que les bactéries (POCHON et BACVAROV, 1973).

Les savanes herbeuses à *Loudetia*, mal drainées, sont caractérisées par une flore anaérobie et par une abondance d'algues (cyanophycées et chlorophycées) dans les horizons superficiels tandis que les savanes à *Hyparrhenia* renferme une microflore aérobie (SCHAEFER, 1974a).

5.2. Faune du sol

Plus de 20 groupes d'invertébrés telluriques ont été étudiés à Lamto (ATHIAS, JOSENS et LAVELLE, 1974).

La mésofaune est très peu abondante à Lamto ; elle est dominée en biomasse par les enchytréides, les acariens et les larves de coléoptères et en densité par les acariens. La biodiversité est supérieure à celle rencontrée dans les pays tempérés même si la densité est en générale plus faible (ATHIAS et al., 1974).

La macrofaune est largement dominée en biomasse par les vers de terre. Les fourmis et surtout les termites constituent l'essentiel de la densité ; ces derniers constituent l'un des groupes dominants d'invertébrés tropicaux. Selon leur régime alimentaire, ils sont divisés en champignonistes, fourrageurs, xylophages et humivores. JOSENS (1974) a dénombré 36 espèces, essentiellement des fourrageurs et des champignonistes.

5.3. Les vers de terre

5.3.1. Espèces et catégories écologiques

Le peuplement de vers de terre de Lamto est constitué de 18 espèces réparties en 6 genres et en 2 familles : les Megascolecidae et les Eudrilidae (LAVELLE, 1978) dont la plupart des espèces ont été décrites par OMODEO et VAILLAUD (1967).

Ils dominent en biomasse la faune endogée et peuvent atteindre selon les années et les faciès, une densité moyenne de 400 ind./m².

Les caractéristiques des principales espèces de vers de savane sont présentées dans le Tableau II.

Les vers de terre épi-anéciques (*Dichogaster agilis* et *Millsonia lamtoiana*) représentent de 3 à 30% de la biomasse totale de vers de terre et sont responsables de la dégradation de 180 à 98 Kg de litière/ha/an (LAVELLE, 1978).

Le reste de la biomasse est composée de vers de terre géophages qui sont séparés en trois groupes selon la qualité de la terre ingérée :

- Les géophages oligohumiques (*Millsonia ghanensis* et *Dichogaster terrae-nigrae*) vivent profondément dans le sol (30 à 60 cm) et ingèrent une terre pauvre en Matière Organique (MO)
- Les géophages mésohumiques (*Millsonia anomala*) se rencontrent entre 0 et 20 cm et ingèrent une terre moyennement riche en MO
- Les géophages polyhumiques (*Eudrilidae*) sont, eux aussi, dans la strate 0 à 20 cm. Ils consomment une terre à teneur élevée en MO, par l'ingestion de particules organiques plus riches

5.3.2. Conséquences de l'activité des vers

Les vers de terre peuvent ingérer chaque année jusqu'à 1.150 tonnes/ha de terre sèche en savane herbeuse, par exemple (LAVELLE, 1978). Il a été montré que cette intense consommation a d'énormes répercussions sur la dynamique de la MO (MARTIN A., 1989) et sur la structure du sol (LAVELLE, 1978).

Tableau II. Principales caractéristiques des espèces de vers de terre présents dans les savanes de Lamto. Biomasses moyennes données pour les années 1969 à 1972 (d'après LAVELLE, 1978).

FAMILLE	GENRE	ESPECE	MILIEUX (abondance max.)	BIOMASSE MAXIMUM (g/m ²)	PROFONDEUR MOYENNE (cm)	CATEGORIE ECOLOGIQUE	LONGUEUR (adulte)	LONG./LARGEUR
MEGASCOLECIDAE	DICHOGASTER	agilis	savane non brûlée	2,45	6	épi-écétique	7 cm	14
		terrae-nigrae	savanes arbustives	17,8	23	géoph. oligohurique	70 cm	30
	MILLSONIA	osodesoi (ancilla)	tous milieux sauf très boisés	25,2	8	géoph. mésohurique	17 cm	19
		lactoriana	savane non brûlée	8,43	7	épi-écétique	45 cm	16
		ghanensis	savane herbeuse	8,08	32	géoph. oligohurique	30 cm	30
AGASTRODRILUS	app	savane herbeuse	2,85	29	prédateur	33 cm	55	
EURYLIDAE			savane arbustive savane non brûlée	6,06	18	géoph. polyhurique	7 cm	37

II. MATERIELS ET METHODES

1. LES VERS DE TERRE UTILISES DANS CETTE ETUDE

Grâce aux travaux de LAVELLE (1974, 1978), BLANCHART (1990) et GILOT (1992) en particulier, nous savons quelles sont les principales espèces impliquées dans l'élaboration et le maintien de la structure grumeleuse des sols de Lamto.

En effet, dans l'horizon 0-20 cm, ce sont principalement les vers des espèces *Millsonia anomala*, *Hyperiodrilus africanus* et les petits *Eudrilidae* (*Chuniodrilus zielae* et *Stuhlmannia porifera*) qui sont responsables de cet état structurel.

De plus, en savane protégée du feu, où nous avons prélevé la terre de culture pour toutes nos expériences, les endogés peu profonds que sont les *Millsonia anomala* et les *Eudrilidae* représentent 65% de toutes les espèces en biomasse.

1.1. *Millsonia anomala*

L'espèce *Millsonia anomala*, décrite pour la première fois par OMODEO et VAILLAUD (1967), fait partie de la famille des *Megascolecidae*. Ce sont des vers géophages, mésohumiques, endogés peu profonds, de taille moyenne (17 cm de long pour 0,8 cm de diamètre au stade adulte).

M. anomala est l'espèce dominante en biomasse dans les couches peu profondes. C'est aussi celle qui consomme le plus de terre. LAVELLE (1978) a montré que le développement et la consommation de terre de cette espèce dépendaient fortement des facteurs de l'environnement : température, humidité et richesse nutritive du sol.

Ces vers peuvent ainsi ingérer en moyenne, dans de bonnes conditions, 10 fois leur poids de terre par jour, et jusqu'à 30 fois pour les plus jeunes.

Les turricules produits sont arrondis, peuvent mesurer de 1 à 2 centimètres de diamètre et sont très résistants à l'érosion.

1.2. Les *Eudrilidae* de petite taille et *Hyperiodrilus africanus*

La famille des *Eudrilidae*, avec les deux principales espèces rencontrées sur le site de notre étude, *Chuniodrilus zielae* (OMODEO, 1958) et *Stuhlmannia porifera* (OMODEO et VAILLAUD, 1967), est largement dominante en densité dans les savanes protégées du feu de Lamto. Elle comptait en moyenne 355 individus/m² contre 19,3 *Millsonia anomala* /m² en 1971-72 (LAVELLE, 1974).

Nous avons utilisé simultanément les deux espèces d'*Eudrilidae* présentes à Lamto car elles ne sont reconnaissables qu'au stade adulte et après fixation.

Ces vers sont filiformes (3 à 7 cm de long pour 0,5 à 2 mm de diamètre en moyenne) ; ils sont, de plus, polyhumiques et endogés. Les individus utilisés pour nos expériences ont tous été prélevés en savane protégée du feu où la répartition entre les deux espèces est de l'ordre de 2/3 pour *Chuniodrilus* et 1/3 pour *Stuhlmannia* (LAVELLE, 1978).

Les turricules de ces petits animaux sont constitués d'une accumulation de petits granules de 1 à 2 millimètres de long, peu résistants à l'érosion.

Les *Hyperiodrilus africanus* (BEDDARD, 1891) appartiennent aussi à la famille des *Eudrilidae*. Ils font partie du groupe écologique des géophages épiendogés, et sont polyhumiques.

Ce sont des vers pigmentés de 8 à 10 cm de long au stade adulte, qui rejettent des turricules d'environ 2 mm de diamètre peu résistants à l'érosion.

2. METHODES D'ETUDE DE LA STRUCTURE DU SOL UTILISEES

2.1. Distribution par taille des agrégats : méthode du tamisage à sec

2.1.1. Introduction

Les méthodes habituellement utilisées consistent à prélever les échantillons de sol et à les tamiser tels quels, après séchage à l'air sur une colonne de tamis placés sur un appareil à secouer les tamis (KEMPER et CHEPIL, 1965).

Deux raisons nous empêchaient d'utiliser cette méthode : l'absence d'appareil à secouer à la station de Lamto et le fait que les agrégats étaient retenus à l'intérieur des mottes par les racines (BLANCHART, 1990).

Un autre procédé, utilisant un matériel moins sophistiqué, a été mis au point par le même auteur, répondant aussi à plusieurs impératifs :

- 1. séparer par classes de taille les agrégats fonctionnels, constitutifs du sol
- 2. être bien standardisée pour être répétitive.

Le tamisage manuel et le nombre de coups de tamis, s'ils ne sont pas faits de façon régulière et constante, peuvent être la source d'une grande variation dans les résultats. Aussi, nous avons essayé de le faire de la manière la plus rigoureuse possible avec le même opérateur.

2.1.2. Protocole

Les échantillons de sols, prélevés dans les seaux, sont apportés au laboratoire où ils sont séparés en mottes d'environ 800 à 1000 cm³. Ces mottes de terre sont alors séchées à l'air jusqu'à atteindre une humidité de 5 à 6% (équivalente à pF 4-4,2).

Une fois cette humidité atteinte (vérification par passage à l'étuve d'un petit échantillon), les mottes sont lâchées d'une hauteur constante égale à 1,5 mètre sur une surface dure, ce qui sépare les agrégats constitutifs du sol.

A ce taux d'humidité les macroagrégats sont résistants et ne cassent pas sous l'effet du choc. Les agrégats sont alors à nouveau mis à sécher à l'air jusqu'à une humidité de 2 à 3% avant d'être tamisés de façon standardisée (20 coups circulaires de tamis) par les mêmes opérateurs sur une colonne de 5 tamis, ce qui permet de récupérer 6 classes d'agrégats : 0-0,25 mm, 0,25-0,5 mm, 0,5-1 mm, 1-2 mm, 2-5 mm et >5 mm.

L'inconvénient majeur de cette méthode empirique est qu'elle ne permet pas la récolte des vers qui meurent pendant la phase d'assèchement.

Les résultats obtenus par ce tamisage sont des poids de terre qui peuvent être transformés en pourcentages pondéraux par rapport au poids total de l'échantillon de sol tamisé. Cette méthode, d'après son auteur, présente une bonne répétitivité malgré l'hétérogénéité des sols.

2.2. Porosité

2.2.1. Densité apparente et densité réelle

La porosité correspond au volume des vides, exprimé en % du volume total. Son calcul passe par la mesure de deux valeurs : la densité réelle (D_r) de la fraction solide, mesurée grâce à un pycnomètre, et la densité apparente de l'ensemble de l'échantillon. Nous avons mesuré la densité apparente à l'aide d'un cylindre de 220 cm³ (V).

Les échantillons prélevés avec précaution, dans les seaux, furent séchés dans l'étuve à 105°C.

Le poids de sol sec (S) rapporté à un volume de 1 litre est la densité apparente : $D_a = S/V$. La porosité totale est donnée par la formule : $P\% = (D_r - D_a)/D_r$ et correspond à la somme de deux porosités : la capacité en eau (capacité au champ x D_a) et la capacité en air.

2.2.2. Infiltration

L'infiltration correspond à la pénétration verticale de l'eau sur une surface du sol donnée. La méthode la plus communément utilisée pour déterminer l'infiltration consiste à inonder un sol contenu dans un cylindre et à mesurer l'écoulement en fonction du temps (méthode pondérée).

Les taux d'infiltration mesurés après arrosage ou après une pluie peuvent être différents.

Le taux d'infiltration mesuré est fonction du diamètre du cylindre utilisé ; il est plus faible pour des gros diamètres à cause du flux d'eau latéral réduit. Les mesures sont meilleures lorsqu'elles sont obtenues par la méthode du double anneau, où le niveau d'eau est maintenu dans les deux compartiments.

Pour des raisons pratiques évidentes, vu le diamètre des seaux, nous n'avons pu utiliser que la méthode de l'anneau simple (légèrement adaptée). Il s'agit en fait d'une éprouvette graduée en millilitres, coupée et enfoncée de 10 cm dans le sol. Un volume de 200 ml d'eau est alors introduit et les mesures commencent après écoulement des premiers 50 ml, toutes les 30 secondes et ce pendant 10 minutes.

Il faut donc bien noter que les valeurs obtenues n'ont de sens que comparées entre elles et ne peuvent être prises comme des références comparables avec d'autres sites.

2.3. Evaluation de l'effet de l'activité des vers de terre sur la productivité végétale et les paramètres physiques de la fertilité du sol

Des expériences déjà réalisées à Lamto (SPAIN, LAVELLE et MARIOTTI, 1992), ont servi de base à la mise en place de ces expériences. Ces auteurs ont essayé de montrer que les manipulations de différentes biomasses de vers sur une culture de maïs (*Zea mays*) amélioraient la production végétale, grâce en particulier au maintien des paramètres physiques de la fertilité du sol.

Trois plantes cultivées localement, le maïs (*Zea mays*), l'arachide (*Arachis hypogaea*) le riz (*Oriza sativa*), ont été utilisées en combinaison avec trois groupes de vers (*Millsonia anomala*, *Hyperidrilus africanus* et des *Eudrilidae* en mélange : *Chuniodrilus zielae* / *Stuhlmannia porifera*).

Nous avons ainsi combinés les 3 plantes avec 5 traitements de vers (sans ver, avec *M. anomala*, *Eudrilidae*, *Hyperidrilus africanus* seuls et un mélange de *M. anomala* / *Eudrilidae*) soit au total 15 traitements.

Nous avons mesuré la production végétale (biomasse aérienne sèche, biomasse racinaire sèche, nombre et poids totaux des épis/gousses) en relation avec l'agrégation, la densité apparente et l'infiltration. Chaque traitement est répété 10 fois, ce qui fait au total 150 seaux. Nous avons seulement utilisé les résultats du maïs et de l'arachide (le riz n'étant pas arrivé à maturité à temps) combinés avec les 5 traitements "vers".

Les résultats de l'effet des vers sur la production végétales n'ont pas été analysés dans ce travail, voire les travaux de VILCOSQUI (1993).

III. RELATIONS : ESPECES DE VERS DE TERRE /STRUCTURE DU SOL ET COMPETITION INTERSPECIFIQUE

1. ROLE DES DIFFERENTES ESPECES DE VERS DE TERRE SUR LA STRUCTURE DU SOL. EXPERIENCES EN CONDITIONS SEMI-NATURELLES.

1.1. Introduction

L'objectif de cette expérience en conditions semi-naturelles, est de décrire le rôle de trois espèces de vers de terre, séparément ou en association, sur la restructuration d'un sol tamisé à 2 mm en présence de deux plantes.

Hypothèses de travail :

Les *Millsonia anomala* compactent le sol tandis que les *Eudrilidae* tendent à le disperser selon BLANCHART (1990).

L'association *Millsonia/Eudrilidae*, selon cet auteur, aboutirait à la formation d'une structure intermédiaire entre celle obtenue avec les deux espèces séparément, et peut être plus proche des conditions naturelles.

L'effet de *Hyperiodrilus africanus* sur la structure physique du sol n'a jamais été étudié. Comme cette espèce appartient à la famille des *Eudrilidae*, il paraît logique de penser qu'elle aura un effet dispersant sur les macroagrégats.

De plus, ces vers sont épiendogés et agirait donc plus particulièrement sur la couche superficielle du sol.

La structure du sol sera étudiée par l'analyse de trois paramètres l'agrégation, l'infiltration, la densité apparente.

Nous allons tout d'abord essayer de montrer quelles sont les classes d'agrégats modifiées par les trois espèces de vers et à quelle profondeur.

Les valeurs d'infiltration et de densités apparentes observées seront mises en relation avec les résultats de l'agrégation pour confirmer nos hypothèses.

Enfin, l'effet du facteur "plante" sera analysé dans une dernière partie.

1.2. Protocole et dispositif expérimental

Ces études font intervenir *M. anomala*, des *Eudrilidae* de petite taille et *Hyperiodrilus africanus*. Nous voulons, pour ces vers, étudier les effets de l'activité sur la distribution par taille des agrégats, la densité apparente et l'infiltration, dans un sol préalablement tamisé à 2 mm.

Cette expérience, d'une durée de 80 jours se fait en présence de maïs ou d'arachide.

Le sol utilisé pour cette expérience provient de la strate 0-10 cm d'une savane arbustive protégée du feu. Une fois débarrassé de la litière et des meules des termites, le sol est séché à l'air pendant plusieurs jours jusqu'au pF 4,2 environ. Il est ensuite tamisé à 2 mm, réhumidifié à 14%, homogénéisé puis retamisé humide à 2 mm. Il est alors placé dans des seaux en plastique de 10 litres à raison de 10 kg/seau.

Afin de ne pas gêner le drainage de l'eau en cas de fortes pluies, le fond des seaux est percé de plusieurs trous d'environ 1 cm recouverts d'une fine toile mousseline pour empêcher la fuite des vers.

Nous avons placé les seaux sur la parcelle selon un dispositif factoriel en bloc, plan d'expérimentation conçu pour minimiser la variabilité et choisi par rapport à la place disponible (Figure 4).

Les seaux sont enfoncés dans le sol, de façon à ce que les niveaux intérieur et extérieur du sol soient les mêmes (seau dépassant de 5 cm environ), pour éviter de trop grandes variations de température, néfastes aux vers de terre.

Un espace libre est maintenu entre le fond du seau et le sol, par une couche de gros graviers de 10 cm d'épaisseur, pour faciliter le drainage.

Un arrosage est effectué lors des périodes sèches pour maintenir un taux d'humidité proche de la saturation le plus souvent possible. Enfin, une observation régulière est effectuée afin d'éliminer les fourmis-cadavres (*Paltothyreus tarsatus*), désirant installer leur nid dans les seaux, et les plantes adventices (coupées et laissées sur place).

Au moment de la récolte, les biomasses aériennes sont coupées, étiquetées et mises à sécher à 60°C pendant 48 heures puis pesées. Les seaux sont découpés verticalement en trois parties : 2/4 pour les paramètres biologiques (racines et vers), 1/4 pour l'agrégation et 1/4 pour l'infiltration et la densité apparente.

L'échantillon de sol réservé aux paramètres biologiques est découpé en deux strates (moitié supérieure et moitié inférieure).

Les biomasses de racines et de vers sont déterminées, sur un même échantillon, par la méthode de lavage-tamissage (LAVELLE, 1978). Les racines sont séchées et pesées (60°C pendant 48 heures). Les vers sont pesés vivants.

Les valeurs obtenues pour la moitié du seau sont ensuite extrapolées au volume total du seau.

L'infiltration (à 60 et 120 s), la densité apparente et l'agrégation sont mesurées selon les méthodes décrites aux paragraphes (2.2 et 2.3.).

La biomasse de vers introduite dans chaque seau est de 3 g (équivalent environ à 75 g/m², valeur légèrement supérieure à la biomasse naturelle), celle de l'association aussi mais les proportions de *Millsonia* et d'*Eudrilidae* introduites sont respectivement de 2,25 g et 0,75 g (soit 3/4 et 1/4).

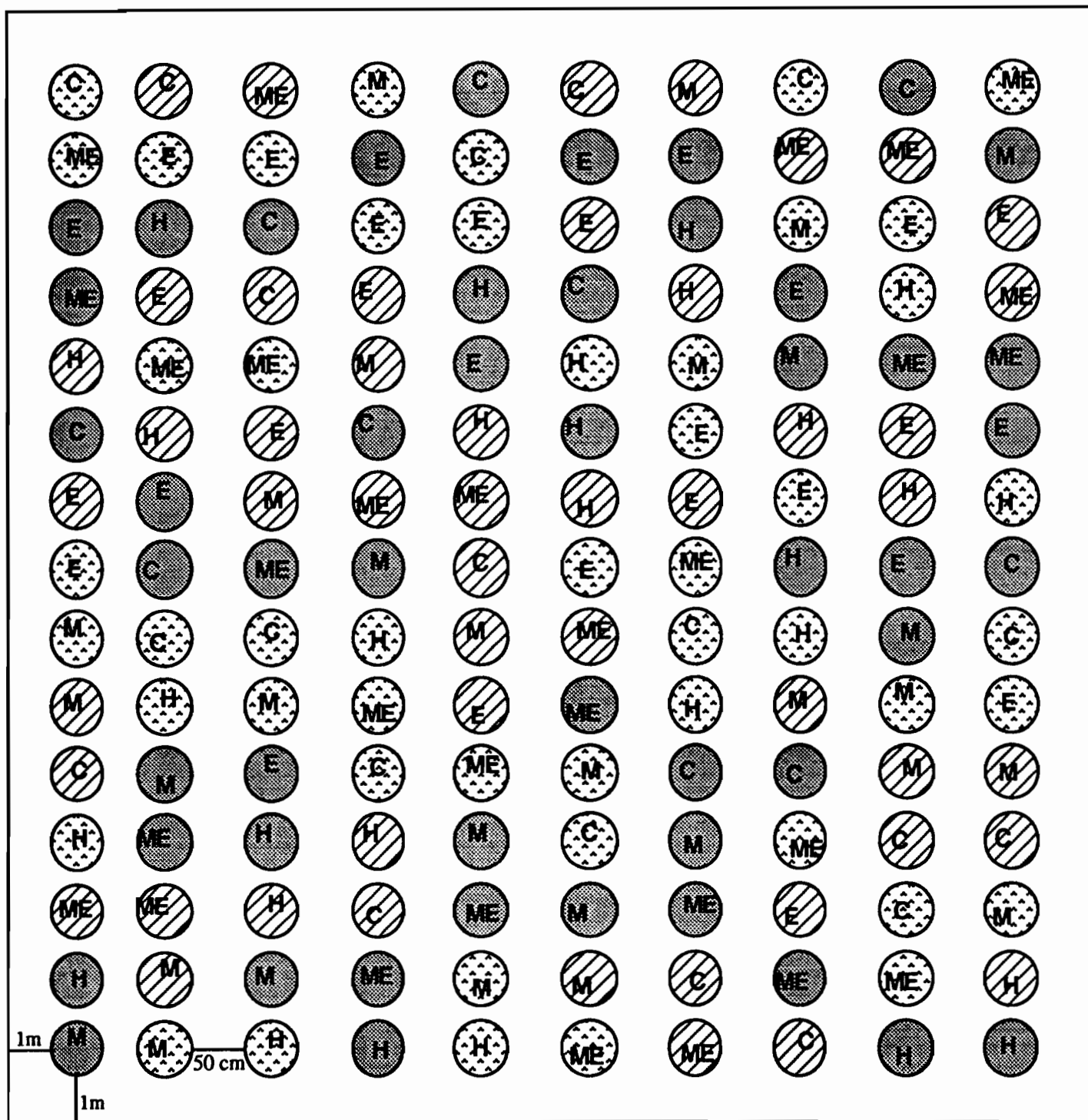
Les populations sont prélevées, sur le même site que la terre, par la méthode du tri manuel de terre (LAVELLE, 1978).

Les vers sont introduits aussitôt après le semis, en fin de journée pour éviter la chaleur.

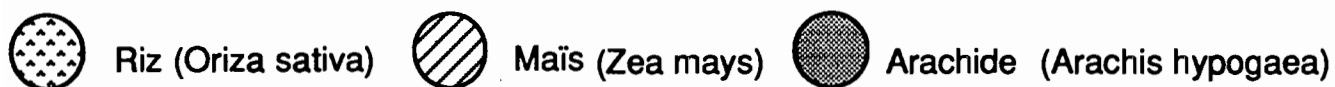
Après 80 jours de culture, les paramètres cités sont mesurés sur les 100 seaux (10 pour chaque combinaison).

Les données sont traitées par le logiciel STATVIEW. L'analyse de variance (Test-F) est effectuée en distinguant un facteur bloc et un facteur groupe (vers). Le test de comparaison multiple utilisé est le test PLSD de FISHER avec un seuil de signification de 90%. Il faut toutefois noter qu'il a été impossible de tenir compte du dispositif expérimental dans le traitement statistique des données car les résultats d'une plante n'ont pas été pris en compte (dispositif factoriel en bloc incomplet).

Figure 4 : Plan d'expérimentation

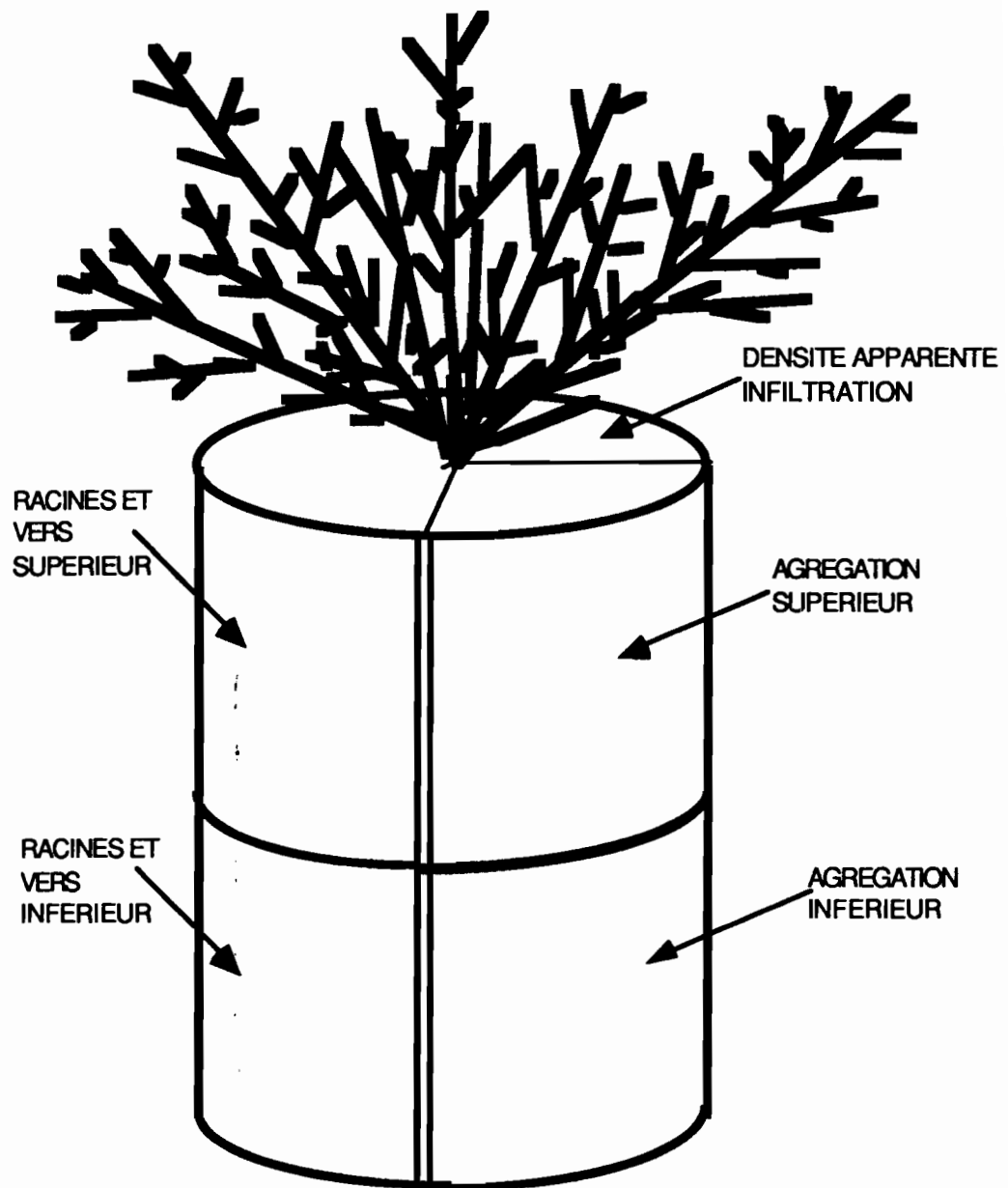


Légende :



C : Témoin, **M** : *Millsonia anomala*, **E** : *Eudrilidae*, **H** : *Hyperiodrilus africanus*,
ME : Association *Millsonia/Eudrilidae*

Figure 5 : Découpage d'un seau et paramètres mesurés par section



1.3. Résultats

1.3.1. Agrégation

Les résultats obtenus pour l'arachide et le maïs sont transformés en pourcentages pondéraux, puis en moyennes associées aux écarts types, et traités par l'analyse de variance au seuil de signification de 90% (Annexes 2 et 3).

1.3.1.1. Cas de l'arachide

L'analyse de variance de la distribution par classes d'agrégats, après 80 jours de culture d'arachide, présente des différences très significatives entre les traitements (vers).

Trois groupes de vers se distinguent dans la strate supérieure :

- ceux ne contenant aucun ver (T) et les petits *Eudrilidae*
- ceux avec *Millsonia* (M et ME)
- les *Hyperiodrilus* (H)

Les *Millsonia* sont responsables de la formation d'une quantité importante de gros agrégats >5 mm. Ils ont tendance à créer une structure constituée de macroagrégats accolés les uns aux autres (plus de 50% d'agrégats >5 mm).

Les *Eudrilidae* n'ont pas d'effet significatif par rapport au témoin sur cette même classe (Figure 6). Ils contribuent cependant à augmenter les proportions d'agrégats 0,5-1 mm. La comparaison des traitements *Eudrilidae*/*Millsonia* met en évidence l'effet de dispersion de ces petits vers ; ces deux espèces agissent de façon antagoniste sur la structure du sol.

Le comportement des *Hyperiodrilus* est plus complexe à analyser. Il ressemble à celui des *Millsonia* (dispersion plus faible des macroagrégats) mais est néanmoins plus proche de celui des petits *Eudrilidae* (plus d'agrégats moyens formés).

Enfin, l'association (ME) semble se rapprocher des *Millsonia* par une macroagrégation importante mais diffère par la proportion plus élevée d'agrégats moyens (2-0,5 mm).

La strate inférieure apporte peu d'informations nouvelles :

- les *Millsonia* agissent sur toute la hauteur du seau (30 cm de profondeur environ)
- les *Eudrilidae* de petite taille ont un impact très restreint sur l'agrégation en profondeur (seule la classe 5-2 mm est significativement différente du témoin)
- les *Hyperiodrilus* ne semblent pas agir en profondeur (Figure 7).

1.3.1.2. Cas du maïs

L'analyse de variance de la distribution par classes d'agrégats, après 80 jours de culture de maïs présente des résultats plus nets que ceux de l'arachide.

Les *Millsonia* des traitements M et ME produisent une quantité importante d'agrégats >5 mm (respectivement 55% et 53%) ; l'agrégation l'emporte sur la dispersion des petits vers. La seule différence significative est le taux plus élevé d'agrégats 5-2 mm pour le traitement ME.

Les *Eudrilidae* agissent en favorisant la formation d'agrégats moyens au détriment des macroagrégats.

Les *Hyperiodrilus africanus* ont un impact très marqué sur la distribution des classes d'agrégats. Ils limitent de façon spectaculaire la formation des macroagrégats (32% seulement contre 55% pour M et 42% pour E). Des trois espèces testées ce sont les vers qui ont le plus faible taux de macroagrégats.

La distribution par classes d'agrégats de la strate inférieure est très semblable à celle décrite précédemment mais avec des valeurs plus faibles.

Il semblerait que les *Millsonia* n'aient pas une grande influence en profondeur car aucune différence significative n'apparaît entre T et M.

Les petits *Eudrilidae* et *Hyperiodrilus* dispersent légèrement les gros agrégats et favorisent la formation d'agrégats de taille moyenne (2-0,5 mm).

Les trois espèces de vers introduits dans la culture de maïs semblent être beaucoup plus actifs dans la moitié supérieure du seau.

Figure 6 : Représentation de la distribution par classes d'agrégats de la strate supérieure d'un sol, après introduction de différentes espèces de vers de terre et culture d'arachide pendant 80 jours (avec lettres de signification).

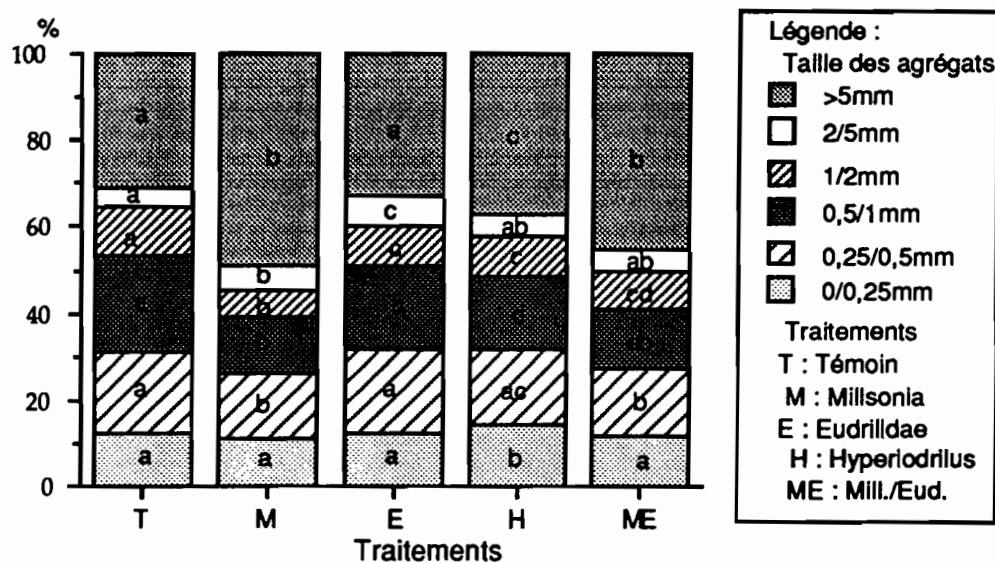


Figure 7 : Représentation de la distribution par classes d'agrégats de la strate inférieure d'un sol, après introduction de différentes espèces de vers de terre et culture d'arachide pendant 80 jours

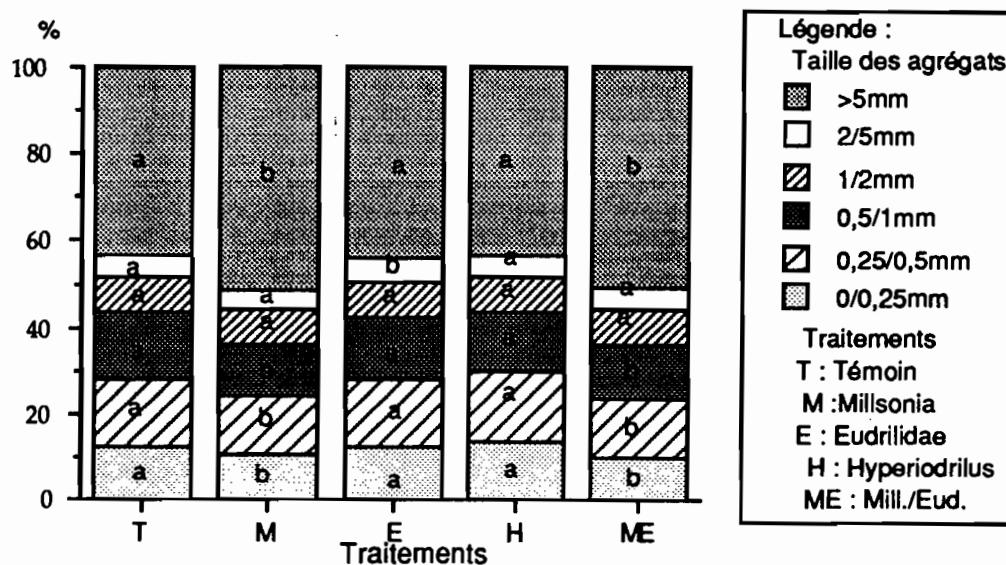


Figure 8 : Représentation de la distribution par classes d'agrégats de la strate supérieure d'un sol, après introduction de différentes espèces de vers de terre et culture de maïs pendant 80 jours

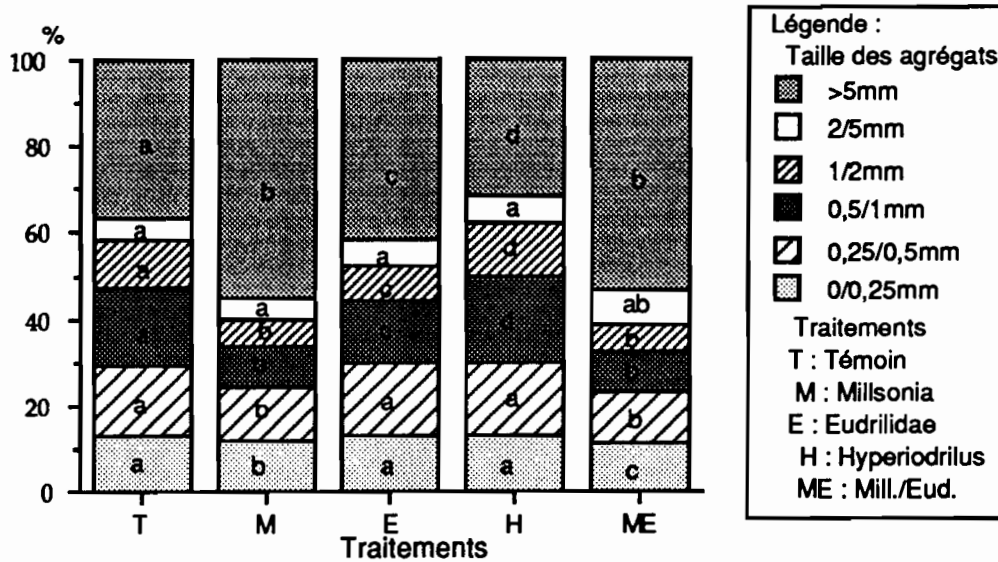
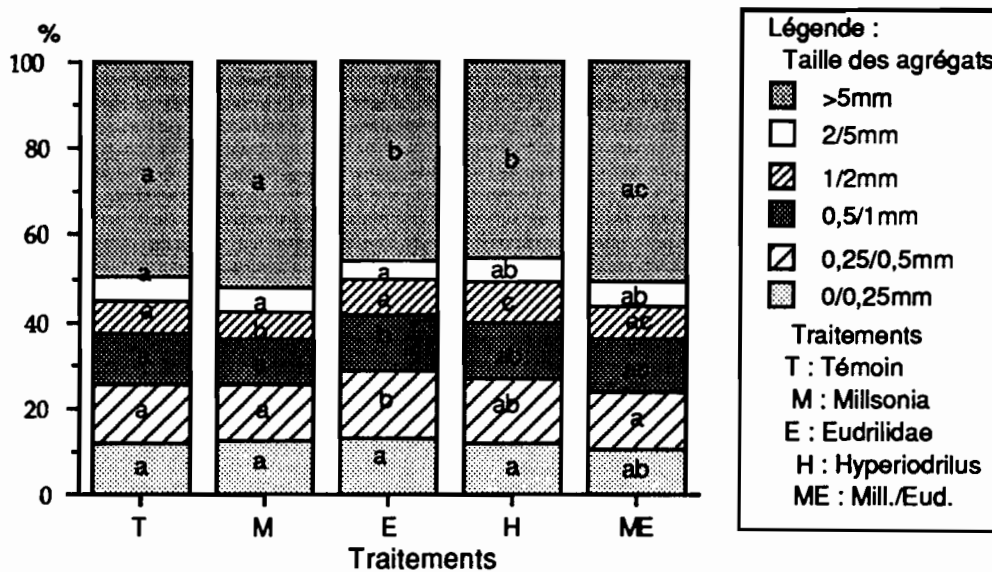


Figure 9 : Représentation de la distribution par classes d'agrégats de la strate inférieure d'un sol, après introduction de différentes espèces de vers de terre et culture de maïs pendant 80 jours



1.3.1.3. Récapitulation

L'analyse de variance de la distribution des tailles d'agrégats après une culture d'arachide ou de maïs met en évidence que :

- les turricules rejetés par les *Millsonia* augmentent fortement la proportion de gros agrégats (diamètre >5 mm)
- les petits *Eudrilidae* favorisent la formation de structures agrégées de taille intermédiaire (2-5 mm) au détriment des macroagrégats
- les *Hyperiodrilus* agissent de façon spectaculaire sur la structure du sol en augmentant les proportions d'agrégats de taille intermédiaire (2-0,5 mm) au détriment des macroagrégats
- les *Eudrilidae* de l'association agissent bien sur les agrégats de diamètre >5 mm en les dispersant.

Les différences entre les traitements M et ME ne semblent pas importantes mais il faut noter que le rapport de biomasse est peu favorable aux *Eudrilidae* (2,25 g contre 0,75 g).

1.3.2. Infiltration

Globalement l'analyse de variance, au seuil de 90%, de l'infiltration à 1 et 2 mn des sols sous culture d'arachide montre que tous les traitements vers diminuent l'écoulement par rapport au sol témoin.

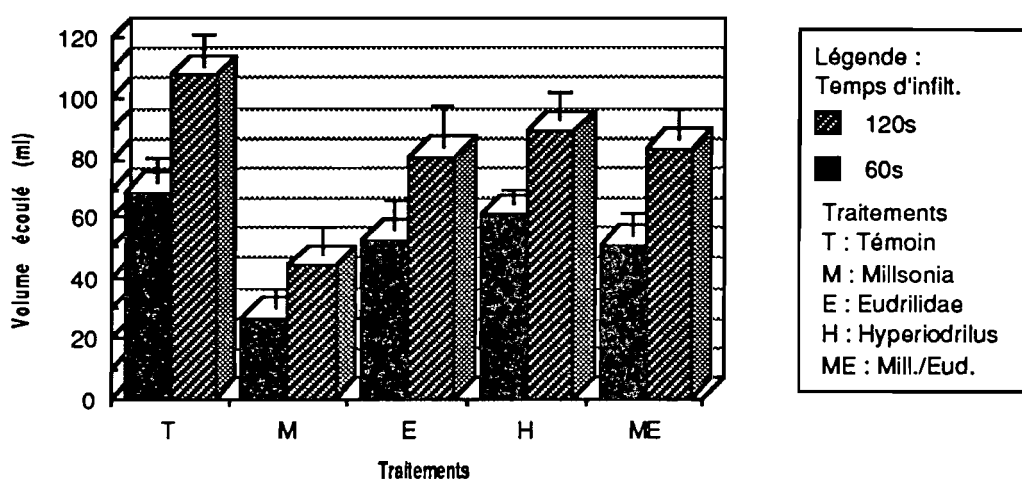
Les *Millsonia* ont un effet significativement négatif sur ce paramètre. Les volumes d'eau infiltrée en 2 mn dans les traitements sans ver (T) et avec *Millsonia* (M) sont respectivement de 106,5+/-33,91 ml et 44,7+/-29,3 ml.

La différence significative entre l'association et *Millsonia* seuls est très intéressante ; elle semble conforter l'hypothèse de l'effet dispersant des *Eudrilidae* sur les gros agrégats de *Millsonia*.

En fait, les biomasses des gros vers récoltés en fin d'expérience (1,42 g pour ME et 2,79 g pour M), laissent plutôt supposer que les valeurs d'infiltration sont simplement corrélées aux biomasses de *Millsonia*.

Les traitements avec *Eudrilidae* et *Hyperiodrilus* seuls présentent le même taux d'infiltration, il est inférieur à celui du témoin mais plus élevé qu'avec *Millsonia*.

Figure 10 : Infiltration moyenne d'un sol à 60 et 120 s, après introduction de différentes espèces de vers, sous culture d'arachide



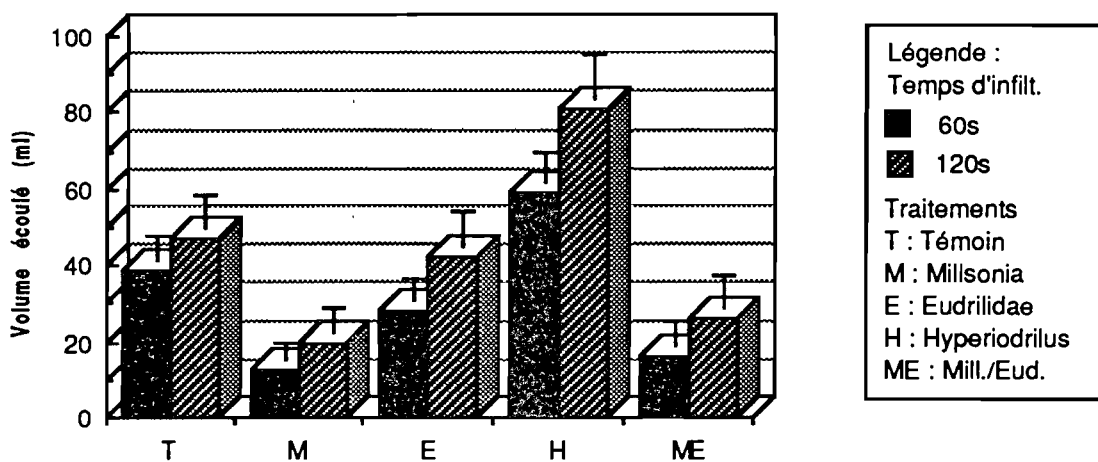
L'infiltration des sols cultivés avec le maïs en combinaison avec les 5 traitements vers est mesurée après 1 et 2 mn (Figure 11).

Là aussi, la présence de *Millsonia* provoque la diminution de l'infiltration.

Les *Eudrilidae* n'ont pas d'effet significatif par rapport au témoin mais multiplient par 2 le volume d'eau infiltrée avec les *Millsonia* en 60 s (28+/-19,21 ml contre 12,6+/-12,58 ml pour les gros vers).

Par contre les *Hyperiodrilus* favorisent très nettement l'écoulement de l'eau par rapport au témoin ; les volumes écoulés en 2 mn, étant respectivement de 81,2+/-34,99 ml contre 47,4+/-25,54 ml. Les biomasses de vers récoltées, pour l'arachide et le maïs, sont très voisines ; il semble donc que cette espèce d'Eudrilidae a un effet significativement positif sur l'infiltration dans les sols cultivées en maïs.

Figure 11 : Infiltration moyenne d'un sol à 60 et 120 s, après introduction de différentes espèces de vers, sous culture de maïs.



1.3.3. Densité apparente

Les mesures de densité apparente (Da) apportent peu d'informations compte tenu de la variabilité des résultats obtenus. (Tableau III).

Globalement, après une culture d'arachide, une différence significative apparaît entre les traitements avec *Millsonia* et les autres. Ces vers de grande taille augmentent la densité apparente, mesurée entre 0-10 cm de profondeur. Ils sont donc bien responsables de la compaction du sol observée sur l'agrégation et l'infiltration.

La densité apparente mesurée sur le sol cultivé en maïs indique que les *Hyperiodrilus* et l'association sont les seuls traitements "vers" à effet significatif.

Les premiers limitent fortement la compaction du sol (Da inférieure au témoin).

L'association *Millsonia/Eudrilidae*, au contraire, présente une Da supérieure à celle de tous les autres traitements. Les biomasses de vers récoltés en fin d'expérience (2,58 g pour ME et 5,86 g pour M) sont en contradiction avec ce résultat. Il semble probable que cette densité apparente mesurée ne soit pas significative mais due aux erreurs de manipulations (la mesure précises de la Da étant très délicate dans les seaux).

Tableau III : Densité apparentes mesurées dans le sol, après des cultures d'arachide et de maïs en fonction de différents traitements de vers (moyennes et écarts types).

Traitement	Témoin	Millsonia	Eudrilidae	Hyperiod.	Mill./Eud.
Da ARACHIDE	1,018 +/-0,034	1,119 +/-0,043	1,011 +/-0,06	1,029 +/-0,029	1,034 +/-0,024
Da MAÏS	1,084 +/-0,155	1,083 +/-0,084	1,016 +/-0,089	0,997 +/-0,084	1,167 +/-0,76

1.3.4. L'effet "plante" : comparaison maïs/arachide

L'effet "plante" est aussi une variable importante pour comprendre l'impact des vers sur la structure du sol car deux plantes ne possèdent pas les mêmes besoins et agissent différemment sur le milieu.

Ce facteur de variation a été étudié pour chaque paramètre physique en comparant les moyennes deux à deux. Le test de Student est utilisé au seuil de 90% pour des échantillons de 10 individus.

Une analyse de variance globale aurait peut-être apporté des résultats plus précis mais le test de Student permet d'apprécier les différences d'une manière correcte.

L'effet "plante" sera étudié sur l'agrégation, l'infiltration et la densité apparente.

Agrégation dans la strate superficielle

La comparaison des valeurs des seaux témoins cultivés avec une légumineuse ou une graminée montre que :

- le maïs favorise la formation d'agrégats de diamètre >2 mm
- l'arachide, par contre, augmente le taux d'agrégats de taille intermédiaire (1-0,25 mm).

Dans la plupart des cas, le type de plante cultivée n'influence pas de manière significative l'effet des vers sur la structure du sol.

Il faut cependant noter l'effet atypique des *Hyperiodrilus africanus* sur l'agrégation en présence d'arachide et de maïs. Il agit à l'opposé de l'effet des plantes :

- il diminue la proportion de gros agrégats (>5 mm) lorsque la plante tend à l'augmenter
- il favorise la formation d'agrégats de taille intermédiaire (2-0,5 mm) alors que la plante tend à accroître la proportion de gros agrégats.

Tableau IV : Comparaison de l'effet de l'arachide et du maïs sur les différentes classes d'agrégats de la strate supérieure du sol, en relation avec les différents types de vers introduits.

Classes d'agrégats	Témoin	Millsonia	Eudrilidae	Hyperiod.	Mill./Eud.
>5	maïs	maïs	maïs	arachide	maïs
5-2	maïs			arachide	
2-1		arachide	arachide	maïs	arachide
1-0	arachide	arachide	arachide	maïs	arachide
.5					
0.5-0.25	arachide	arachide	arachide		arachide
0.25-0			maïs	arachide	arachide

Agrégation dans la strate inférieure

Cette strate présente globalement les mêmes caractéristiques que la couche superficielle mais elles sont nettement moins significatives :

- macroagrégation par le maïs
- microagrégation par l'arachide
- effet atypique des *Hyperiodrilus*.

Infiltration

La comparaison des volumes écoulés entre témoin-arachide et témoin-maïs est réalisée par le test de Student au seuil de 90%. Elle montre que l'infiltration, dans le sol cultivé avec l'arachide, est nettement plus élevée que celle du maïs.

L'analyse des couples de combinaisons "vers-plante" conforte ce résultat sauf pour *Hyperiodrilus* (aucun effet significatif des plantes sur l'infiltration).

Densité apparente

L'effet "plante" ne se fait pas sentir sur la densité apparente des sols témoins sans ver et n'est pas significatif avec les différents types de vers.

1.4. Discussion

L'ingestion de sol par les vers de terre peut être estimée grâce aux résultats acquis par LAVELLE (1978). Selon cet auteur, des vers subadultes en conditions optimales (27°C, pH 2,5) consomment en moyenne et au maximum 5 g/g poids vif/jour pour *Millsonia anomala* et de 5,5 g/g poids vif/jour pour les *Eudrilidae* (valeurs maximales).

Trois grammes de vers ont été introduit dans les seaux (2,25 g de *M. anomala* /0,75 g d'*Eudrilidae* pour l'association). Il est alors possible d'estimer les quantités de sol théoriquement ingérées par les vers.

Le Tableau V présente les poids des classes d'agrégats >2 mm mesurés, la différence avec le traitement T et la consommation estimée pour les différentes espèces de vers.

Tableau X : Agrégation mesurée , consommation estimée et différence d'agrégation ver/témoin (g.m⁻²).

	Agrégation mesurée arachide	Différence agrég.vers-témoin	Agrégation mesurée maïs	Différence agrég.vers-témoin	Sol ingéré (estimation)
T	1543,5	0	1835,6	0	
M	2386,7	843,2	2652	816,8	600
E	1714,9	171,4	2089,4	253,8	660
ME	2219,2	675,7	2706	870,4	550+165

En l'absence de vers, l'agrégation est vraisemblablement due à l'activité microbienne, à l'action des argiles et autres colloïdes du sol. L'hypothèse la plus probable est le rôle prépondérant des racines. Le maïs a produit, en moyenne, 8,11 g de racines (poids sec) contre 4,78 g pour l'arachide .Par ailleurs, nous venons de montré précédemment que le maïs favorise la macroagrégation.

En présence de *Millsonia anomala*, les quantités de terre agrégées sont plus élevées que les quantités de sol ingérées estimées, par conséquent une partie de l'agrégation ne peut être expliquée par le seul fait du rejet de turricules. BLANCHART (1990) avancent les hypothèses suivantes :

- l'excrétion de mucus cutané tend à agréger les particules du sol
- la liaison des turricules excrétés par les vers avec une partie de la terre non ingérée (peu importante).

Il faut néanmoins rester prudent vis à vis de ces résultats vu l'imprécision des deux estimations, nous sommes peut-être dans la marge d'erreur.

Par contre, en présence d'*Eudrilidae*, les quantités d'agrégats >2 mm sont du même ordre, voire plus faibles, que les quantités de sol ingéré estimées. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les *Eudrilidae* rejettent des turricules de plus petit diamètre, qui peuvent s'agréger entre eux, mais ne sont pas tous retenus dans le tamis de 2 mm.

Les résultats obtenus avec l'association sont un peu plus complexes et ne sont pas identiques entre les deux plantes.

Avec le maïs, il semble que l'effet des *Millsonia* soit largement dominant sur celui des *Eudrilidae*.

L'explication de ce phénomène réside peut être dans le rapport des biomasses introduites (3/4 pour 1/4) trop déséquilibré vis à vis des petits vers.

Pour l'arachide, la quantité d'agrégats >2 mm mesurée est légèrement plus faible que la valeur de consommation estimée. Dans ce cas, notre hypothèse de travail selon laquelle les *Eudrilidae* seraient responsables de la désagrégation des turricules de *M. anomala* serait plausible.

Les autres paramètres physiques du sol ont permis de montrer que l'infiltration avec *M. anomala* est très réduite par rapport aux traitements avec *Eudrilidae* et sans ver comme établi par BLANCHART (1990).

Les *Millsonia* à la densité choisie compactent donc le sol malgré la présence de pores de grandes taille tandis que les petits vers favorisent une porosité totale plus élevée. La présence d'une macroagrégation importante n'est donc pas la garantie d'une infiltration élevée ; si les macropores ne sont pas connectés les uns aux autres, l'eau est piégée et ne peut pas circuler.

De plus, l'association de ces deux espèces présente une infiltration significativement plus grande qu'avec *M. anomala* seuls, l'hypothèse d'un effet complémentaire semble donc encore se confirmer.

Les *Hyperiodrilus* occupent une place particulière dans nos résultats puisqu'ils :

- favorisent la formation d'une structure aérée (proportion équilibrée d'agrégats de différentes tailles)
- permettent une infiltration importante de l'eau lorsque la surface du sol est inondée.

D'autre part, ils semblent "compenser" l'effet des plantes sur l'agrégation. Le maïs favorise la formation de macroagrégats, la présence d'*Hyperiodrilus* la limite fortement. L'arachide tend à favoriser la formation d'agrégats de petites dimensions mais en présence d'*Hyperiodrilus*, la microagrégation diminue !

Les mesures de densité apparente n'apportent pas tellement d'informations nouvelles par rapport aux autres paramètres. Elles semblent confirmer les résultats obtenus précédemment mais pas de façon très significative.

L'ensemble des mesures effectuées tendent donc à montrer l'effet complémentaire des *Eudrilidae* (y compris *Hyperiodrilus*) à celui des *Millsonia*

La biomasse d'*Eudrilidae* retenue pour l'association semble trop faible par rapport à celle des *M. anomala* (0,75 g contre 2,25 g). Pour avoir des résultats encore plus nets et explicites, il faudrait envisager des expériences avec des rapports de biomasse différents, plus favorables aux *Eudrilidae*.

Il faudrait surtout tester l'effet de la combinaison *Millsonia/Hyperiodrilus* sur la structure du sol car il semble que ces vers soient les plus aptes à limiter une agrégation trop importante.

2. INTERACTION ENTRE DEUX ESPECES DE VERS. ELEVAGES EN CONDITIONS EXPERIMENTALES

2.1. Introduction

Des élevages ont été réalisés dans le but d'expliquer les mécanismes mis en jeu dans l'expérience en seaux. Ils ont pour objectifs :

- de montrer que les *Eudrilidae* sont capables de désagréger les turricules compacts produits par les *Millsonia* (hypothèse proposée par BLANCHART, 1990)
- de mesurer l'aptitude des *Eudrilidae* à croître à partir de turricules entiers ou concassés de *Millsonia anomala* en comparaison avec un sol témoin tamisé à 2 mm.

2.2. Protocole

Lieux et modes de prélèvements de la terre et des vers

La terre est prélevée en savane arbustive protégée du feu (0-10 cm). Les vers sont récoltés au même endroit, par tri manuel (jeunes et subadultes seulement).

Production de turricules par *Millsonia anomala*

La méthode d'élevage mise au point par LAVELLE (1975) est utilisée pour la production de turricules. La terre est mise à sécher à l'air libre, tamisée à 2 mm, réhumectée à pF=2,5 puis à nouveau forcée à travers les mailles d'un tamis de 2 mm.

Dans 20 boîtes opaques, nous avons déposé 500g de terre tamisée réhumidifiée à 14% avec 5-6 g de *M. anomala* subadultes. Au bout de 8 jours, les turricules sont prélevés. Une partie est utilisée à l'état frais et l'autre est mise à sécher, concassée au mortier, tamisée à 2 mm et réhumidifiée à 14%.

La terre des élevages de *Millsonia* est renouvelée tous les 8 jours lorsqu' une partie de la terre a été consommée.

Mise en élevage des *Eudrilidae* sur des turricules entiers de *M. anomala*

Dix élevages contenant 100 g de turricules entiers de *M. anomala* et 250 mg de *Chuniodrilus zielae*, qui forme 80% des petits *Eudrilidae* de la savane protégée de Lamto, sont placés à 25°C et à l'obscurité.

Le nombre de vers de chaque boîte est noté. Au bout de 8 jours, le poids de turricules restés intacts est mesuré après tamisage à 2 mm. La différence entre poids initial et poids final correspond à la quantité de turricules consommées en 8 jours.

A cela, il faut retrancher un coefficient de correction lié aux manipulations ou au délitement naturel des agrégats. Cette valeur est déterminée en tamisant 5 boîtes 100 g de turricules "témoins" sans ver par date.

La densité de vers restants et la biomasse totale sont alors mesurées.

Mise en élevage des *Eudrilidae* dans des turricules concassés et tamisés

Une série de 10 boîtes contenant 100 g de turricules de *M. anomala* (séchés, concassés, tamisés, humidifiés à 14% et retamisés humides à 2 mm) et 250 mg de *Chuniodrilus* (dont la densité est déterminée) est placée à température ambiante (25°C) pendant 8 jours.

La densité de vers et la biomasse totale sont mesurées ainsi que la quantité de turricules produits. Une partie des turricules d'*Eudrilidae*, bien que constitués de petits granules, sont retenus sur le tamis de 2 mm après séchage, car ils s'agrègent en une petite masse compacte

Mise en élevage des *Eudrilidae* sur de la terre de savane

Cet élevage sert de témoin, il permet de comparer le comportement des *Eudrilidae* dans un milieu plus proche de celui dans lequel ils ont été prélevés.

Le même protocole que celui donné ci-dessus est utilisé en remplaçant les turricules par de la terre de savane tamisée à 2 mm.

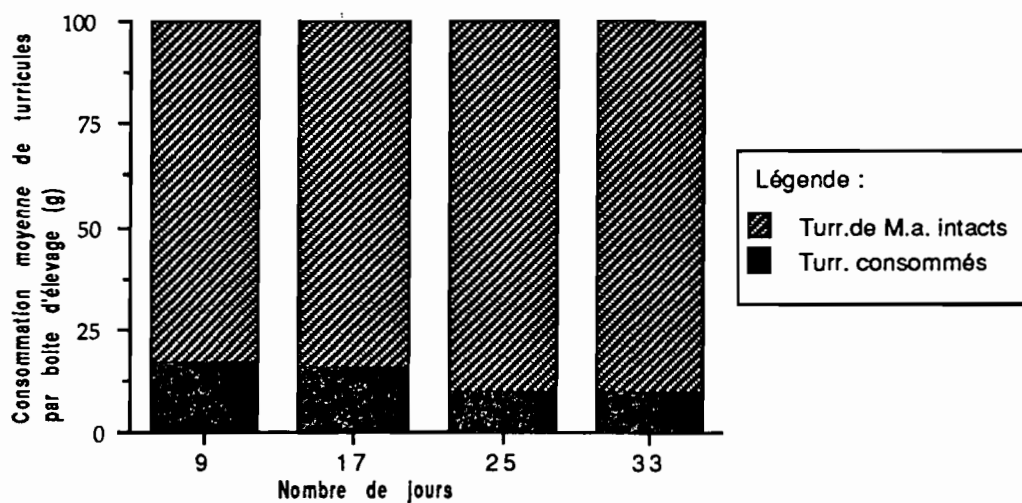
2.3. Résultats

Les résultats de ces élevages semblent confirmer l'effet de désagrégation des turricules de *M. anomala* par les *Eudrilidae* (1^{ère} hypothèse).

En effet, comme le montre la Figure 12, les *Eudrilidae* dispersent les agrégats à raison 11,6 g/jour/g biomasse en moyenne.

En extrapolant ces résultats aux valeurs de terrain, où les biomasses sont de 6,06 g/m² en savane protégée (LAVELLE, 1974), il est possible de calculer la quantité de turricules consommés par les *Eudrilidae*. Elle serait ainsi de 70 g/jour/m² ; soit d'environ 19 tonnes/ha/an (sur la base d'une période active de 9 mois).

Figure 12 : Variation, durant la période d'étude, de la quantité de turricules de *Millsonia* consommés par les *Eudrilidae* (en 8 jours).



La variation de la consommation moyenne de turricules entiers de *M. anomala*, montre que les vers ingèrent de plus en plus de substrat par unité de masse (Figure 13). Les 8 derniers jours d'élevage, ils ont consommé 1,5 fois plus de turricules par gramme de biomasse qu'en début d'élevage.

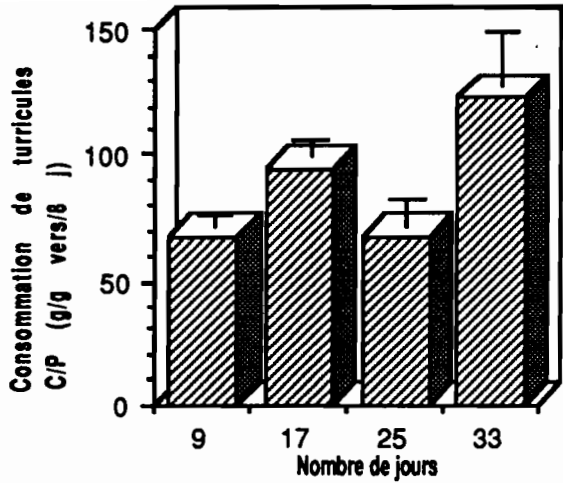


Figure 13 :
Variation de la consommation de turricules de M.a. par Eudrilidae pour des périodes de 8 jours

NB : la faible valeur observée le 25 est due à une humidité inférieure à la norme (les turricules après 8 jours étaient visiblement plus secs que ceux des autres dates). Il est donc préférable de ne pas tenir compte de cette valeur dans l'interprétation des résultats.

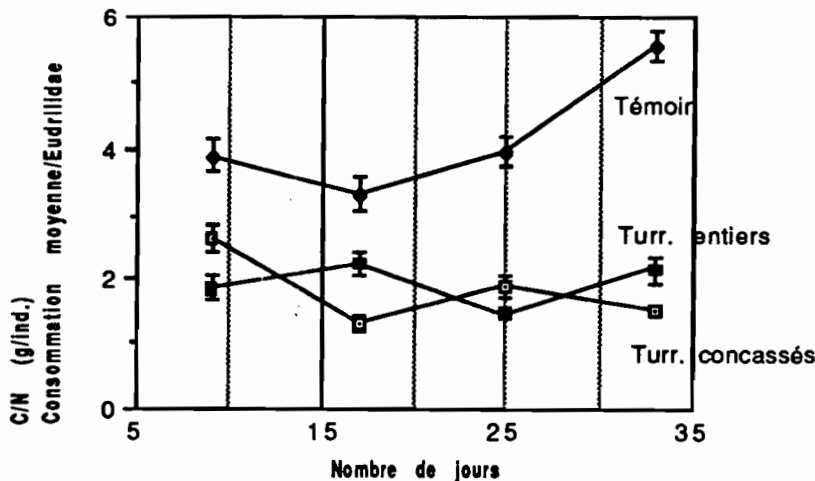
En comparant les résultats des trois expériences plusieurs différences apparaissent.

Les vers qui sont placés dans un milieu constitué de turricules concassés produisent 3 fois plus de turricules/ver (C/N=1,5 g/ind.) que ceux sur sol de savane (C/N=0,5 g/ind.) (Figure 14).

Par contre, les individus des deux traitements, élevés dans un substrat contenant des turricules, voient leur poids moyen diminuer respectivement de 40,6% et 38,2% alors que dans le même temps celui du groupe témoin ne diminue que de 13,6%.

Les vers nourris de turricules concassés consomment donc 2 fois plus de nourriture et leur poids moyen est divisé par 2 !

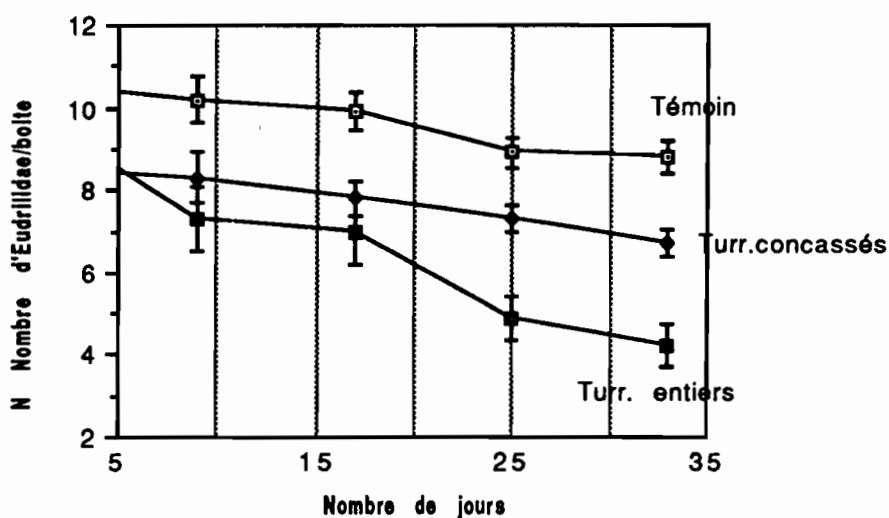
Figure 14 : Variation de la consommation moyenne par Eudrilidae



Environ 56% des individus élevés dans un milieu contenant des turricules frais sont morts contre respectivement 21% et 17% pour les vers placés sur des turricules concassés et dans le sol témoin. Il semble donc que les vers meurent plus lorsqu'ils sont dans un milieu constitué de turricules entières que dans les deux autres cas.

Il faut préciser que les conditions d'humidité dans le cas des turricules entières sont nettement moins favorables puisque les agrégats ne sont pas jointifs. L'humidification de ce milieu est très délicate et la circulation de l'air dans les interstices assèche forcément le milieu.

Figure 14 : Variation du nombre moyen d'*Eudrilidae* par boîte



2.4. Discussion

Ces résultats confirment l'hypothèse de la désagrégation des turricules par les *Eudrilidae*. Toutefois, il semble que les *Eudrilidae* ne se plaisent pas trop dans un milieu uniquement constitué de terre ingérée car leur consommation augmente alors qu'ils maigrissent. Leur bilan énergétique n'est donc pas équilibré. L'énergie ingérée ne compense pas les dépenses énergétiques liées à leur activité mécanique.

La stratégie utilisée par les *Eudrilidae* pour se nourrir est inattendue. Ils creusent de minuscules galeries dans les turricules compacts pour rechercher la nourriture. Les turricules produits par les *Eudrilidae* sont rejetés hors des agrégats. Ils ne semblent donc pas désagréger les gros turricules par la surface mais bien en profondeur.

Il faut cependant être prudent car plusieurs hypothèses pourraient expliquer l'adoption de cette stratégie :

- les agrégats ne sont pas jointifs et l'air qui circule dans cet espace est peut-être défavorable aux vers
- le taux d'humidité de ce milieu est très difficile à contrôler et les vers trouvent probablement de meilleures conditions de survie protégés par le turricule.

Dans leur milieu naturel, les *Eudrilidae* évoluent dans un mélange de terre et de turricules. Ils ingèrent à la fois du matériel provenant de vieux turricules et de matière organique fraîche. Les turricules d'*Eudrilidae* plus riches en matière organique que la terre environnante indiquent clairement une stratégie polyhumique (LAVELLE et al., 1990).

Cette hypothèse permet ainsi de mieux comprendre pourquoi les *Eudrilidae* des élevages survivent mal dans les turricules. La mortalité observée dans l'élevage témoin serait probablement liée à un mauvais état initial des *Eudrilidae* (micro-coupures) qui sont très sensibles.

Ces élevages montrent néanmoins clairement le rôle de ces petits vers dans la dégradation des structures compactes rejetées par les *Millsonia* conformément à l'hypothèse de départ.

Enfin, des expériences complémentaires sur le même modèle pourraient être réalisées avec un mélange de terre et de turricules, dans des proportions connues, pour permettre de connaître les conditions idéales d'action des vers sur les turricules.

Il serait surtout intéressant de faire des élevages en présence d'une plante en C3, le riz par exemple, dans le sol de savane C4 pour voir dans quelle mesure le ver absorbe du matériel frais d'origine racinaire.

IV. DISCUSSION GENERALE

Les résultats acquis au cours de cette étude permettent de préciser le rôle des vers de terre dans la formation et la conservation de la structure d'un sol de savane.

Les vers de terre ingèrent pour se nourrir des quantités importantes de terre qu'ils rejettent majoritairement à l'intérieur du sol favorisant la création d'une structure macroagrégée. La consommation annuelle du peuplement de vers de Lamto a été estimée par LAVELLE, pour l'année 1972, à 860 tonnes/ha en savane arbustive (LAVELLE, 1974).

Il est cependant probable que toutes les espèces n'ont pas le même effet sur les caractéristiques physiques du sol (BLANCHART, 1990). C'est pourquoi l'accent a été mis dans ce travail sur la caractérisation des effets individuels ou en association de trois espèces de vers de terre.

On a pu mettre en évidence des effets particuliers des différents types de vers, et des réponses différentes en fonction de la plante cultivée.

Les résultats montrent que la consommation de sol par les vers de terre est responsable de l'agrégation dans les 15 premiers centimètres de sol.

Les proportions relatives des différentes classes d'agrégats varient considérablement selon l'espèce de vers introduite comme l'a montré BLANCHART :

- *Millsonia anomala* favorise la formation des macroagrégats (>2 mm)
- les petits *Eudrilidae* et *Hyperiodrilus africanus* favorisent plutôt celle des agrégats de taille moyenne (5-0,5 mm).

L'association *Millsonia/Eudrilidae* présente une agrégation intermédiaire entre celle des deux types définis précédemment. Les *Eudrilidae* sont donc bien responsables de la dispersion des gros turricules excrétés par *M. anomala*

Des expériences complémentaires, nous ont permis de confirmer clairement cette hypothèse.

Nous avons pu observer le comportement alimentaire des *Eudrilidae* élevés dans un milieu constitué de turricules entiers. Ils pénètrent à l'intérieur, pour se nourrir, en creusant des petites galeries et rejettent la terre consommée hors du gros agrégat.

De plus, le taux de consommation de terre de 250 mg d'*Eudrilidae* en 8 jours est d'environ 10 grammes alors que les conditions de l'environnement relativement sont défavorables (faible humidité, source unique de nourriture de faible valeur nutritive).

Nous avons aussi montré que le type de plante cultivée influence notablement l'agégation indépendamment des vers .

L'arachide tend à former des agrégats de taille moyenne (1-0,25 mm) tandis que le maïs favorise la formation des macroagrégats (>2 mm).

La comparaison des effets combinés vers/plante démontre leur importance dans la détermination du type de structure formée.

Il apparaît notamment que le couple *Hyperiodrilus africanus*/maïs aboutit à la limitation de la macroagégation liée au maïs. De même *Hyperiodrilus africanus*/arachide favorise la formation d'agrégats de taille élevée alors que cette légumineuse cultivée en l'absence de ver accroît la quantité de petits agrégats. Il apparaît donc que suivant la plante, *Hyperiodrilus africanus* peut induire des effets opposés.

Les autres espèces de vers ne semblent pas agir différemment selon le type de plante associée.

Millsonia anomala compacte le sol, les petits *Eudrilidae* favorisent la formation de petits agrégats et les *Eudrilidae* de l'association *Millsonia/Eudrilidae* dispersent légèrement les gros agrégats, produits par *Millsonia* quelque soit le type de plante.

Il est classique de dire que les vers de terre provoquent une augmentation de la porosité totale du sol, ce qui a été surtout vérifié pour les vers de terre anéciques qui créent un réseau poral important (LEE, 1985 ; CASNAVE, A. et VALENTIN, C., 1989).

Pourtant nos résultats sont en partie en contradiction avec cette hypothèse.

Les *Millsonia* (vers géophages endogés) rejettent des gros turricules compacts qui créent une macroporosité importante. Cependant les pores ainsi formés ne sont pas connectés entre eux ; ils ne constituent donc pas un réseau permettant la circulation de l'eau qui reste prisonnière. L'infiltration est alors très limitée par rapport à un sol témoin sans ver.

Les *Eudrilidae*, par contre, facilitent l'écoulement de l'eau alors qu'ils produisent principalement des petits agrégats. Il est probable que la présence de trous à la surface, liés à l'activité de ces vers contribue à accroître l'infiltration.

Les mesures de densité apparente confirment cette tendance mais les valeurs obtenues ne permettent pas de conclure de façon significative à un effet des vers.

CONCLUSION

La faune interagit avec le milieu dans laquelle elle se trouve. L'étude du rôle des vers de terre sur l'agrégation nécessite de connaître la biologie des animaux, celles propres au sol et leurs interactions.

Le peuplement animal des sols de Lamto est largement dominé, en biomasse, par les vers de terre endogés (*Eudrilidae* et *Megascolecidae*). Les facteurs climatiques ont une forte influence sur ces peuplements et par conséquent sur leur activité (BLANCHART, 1990).

Des expériences de restructuration d'un sol tamisé à 2 mm, en présence de trois types de vers de terre en association avec deux plantes ont permis de confirmer nos hypothèses principales.

Premièrement, les vers de terre sont bien responsables de la structure grumeleuse des sols. La distribution par classes d'agrégats montre que chaque type de vers agit différemment sur la structure du sol : les gros vers compactent le sol alors que les *Eudriliadae* l'aèrent.

Deuxièmement, l'hypothèse de complémentarité des effets de ces deux types de vers sur la structure du sol a aussi été démontrée. Les petits vers associés aux *Millsonia* permettent de maintenir une proportion équilibrée des différentes classes d'agrégats.

Les résultats obtenus révèlent, par ailleurs l'importance inattendue des relations vers- plante dans la formation d'une structure du sol équilibrée. Selon le type de vers introduits et la plante cultivée les effets sur l'agrégation et l'infiltration sont totalement différents.

Il ressort de cette étude que l'espèce de ver de terre la plus apte à maintenir une bonne structure du sol serait *Hyperiodrilus africanus*.

Cette espèce d'*Eudrilidae* de grande taille, à très large distribution en Afrique de l'Ouest est bien répandue dans les milieux perturbés, ce qui témoigne de son introduction récente à Lamto dans les jardins de la Géophysique et dans les savanes non brûlées.

Des expériences complémentaires devraient être réalisées pour préciser cette hypothèse.

Enfin, d'un point de vue plus appliqué, l'utilisation des vers de terre en agriculture tropicale, dans le contexte de Lamto, mériterait de

nouvelles recherches. Des études sont d'ailleurs en cours avec le soutien du programme CEE (Science et Technique au service du Développement) pour essayer de préciser les modifications physico-chimiques apportées au sol par l'introduction de vers de terre en relation avec les plantes cultivées.

Ce travail a finalement montré que la manipulation des vers de terre tropicaux pour une meilleure gestion de la conservation et de l'utilisation des sols est riche en perspectives. La conservation de la biodiversité est une nécessité absolue pour permettre de trouver l'association d'espèces de vers et de plante qui améliore le plus la production de façon durable.

BIBLIOGRAPHIE

ATHIAS, F., JOSENS, G. & LAVELLE, P., 1974. Traits généraux du peuplement endogé, le peuplement animal.

In : Analyse d'un écosystème tropical humide : la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). Les organismes endogés. Bull. liaison rech. Lamto, N.S. 5 : 45-54.

BLANCHART, E., 1990. Rôle des vers de terre dans la formation et la conversion de la structure des sols de Lamto (Côte d'Ivoire).

Thèse de l'Université, Rennes I.

CASENAVE, A. & VALENTIN, C. , 1989. Les états de surface de la zone sahélienne. Influences sur l'infiltration.

ORSTOM, Paris. Collections Didactiques. 230 pages.

CESAR, J., 1971. Etude quantitative de la strate herbacée de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire).

Thèse 3ème cycle, Université de Paris VI.

GILOT, C., 1992. Experiments at Lamto (Côte d'Ivoire).

In : Conservation of soil fertility in low-input agricultural systems of the humid tropics by manipulating earthworm communities (Macrofauna Project). CCE PROJECT N° TS2 0292- F (EDB)(Ed.): 70-94.

KEMPER, W.D. & CHEPIL, W.S., 1965. Size distribution of aggregates.

In : Methods of soil analysis. Part I. Black (C.A.) (Ed.), American Society of Agronomy. Madison Wisconsin: 499-510.

LAVELLE, P. & SCHAEFFER, R., 1974.

Les organismes endogés.

In : Analyse d'un écosystème tropical humide : la savane de Lamto (Côte d'Ivoire).

Bulletin de liaison des chercheurs de Lamto, N.S., 5 : 167-184.

LAVELLE, P., 1978. Les vers de terre de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire) : Peuplements, populations et fonctions dans l'écosystème.

Thèse d'Etat, Paris VI. 301 pages.

LAVELLE, P., 1983. The Soil Fauna of Tropical Savannas. I-The community structure. II-Earthworm communities.

In : F. Bourlière (ed.), Tropical Savannas, p. 477-484 & 485-497. Elsevier, New-York.

LAVELLE, P., 1988.

Earthworm activities and the soil system.

Biol. Fert. Soil, 6 : 237-251.

LAVELLE, P., MARTIN, A., BLANCHART, E. & MARTIN, S., 1990. Small scale and large scale effects of endogeic earthworms on dynamics of organic matter of a moist savanna.

In : Kretzshmar, A. (Ed.), 4th International Symposium on Earthworm Ecology. 11-15 Juin 1990. Avignon.

LEE, K.E., 1985. Earthworms. Their ecology and relationships with soils and lands use.

Academic Press. Sydney. 411 pages.

MARSHALL, I. J. & HOLMES, J. W., 1988. Soil physics. Second Edition.

Cambridge University Press, Cambridge, New-York. 375 pages.

MARTIN, A., Effets de vers de terre tropicaux géophages sur la dynamique de la matière organique du sol dans les savanes humides.

Thèse de l'Université de Paris XI. 240 pages.

OMODEO, P. & VAILLAUD, M., 1967. Les Oligochètes de la savane de Gpaakobo en Côte d'Ivoire. Bulletin de l'IFAN; 29 : 925-944.

POCHON, J. & BACVAROV, I., 1973. Données préliminaires sur l'activité microbiologique des sols de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol, 10 : 35-43.

RIOU, G., 1974. Les sols de la savane de Lamto. Les facteurs physiques du milieu.

In : Analyse d'un écosystème tropical humide: la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). Bulletin de Liaison des Chercheurs de Lamto, NS 1/4-44.

RIOU, G., 1988. Proposition pour une géographie des climats en Côte d'Ivoire et au Burkina-faso.

In : LAMOTTE, M. & TIREFORD, J.L. (Eds). Le climat de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire) et sa place dans les climats de l'Ouest Africain. Travaux des chercheurs de Lamto (R.C.I.), 8 : 81-115.

SCHAEFER, R., 1974. Traits généraux du peuplement endogé : le peuplement microbien.

In : Analyse d'un écosystème tropical humide : la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). Les organismes endogés. Bulletin de liaison des chercheurs de Lamto, N.S.5 : 39-44.

SOUCHERE De la, P. & BADARELLO, L., 1969. Carte physiologique des faciès savanien de Lamto (Côte d'Ivoire) à l'échelle 1/5000. Carte provisoire. Document non publié. ORSTOM.

SPAIN, A.V., LAVELLE, P. & MARIOTTI, A., 1990. Stimulation of the growth of maize (*Zea mays*) and guinea grass (*Panicum maximum*) in a tropical ferralsol through the addition of earthworms.

In : Kretzshmar, A. (Ed.), 4th International Symposium on Earthworm Ecology. 11-15 Juin 1990. Avignon, France.

SWIFT, M. J. & LAVELLE, P., 1987. Processus biologiques et fertilité des sols tropicaux.

Biology International (I.U.S.B.), special issue 14 : 1-52.

VILCOSQUI, L., 1993. Etude de l'effet à court terme de trois espèces de vers de terre tropicaux sur la production du maïs et de l'arachide.

DEA d'Ecologie Générale et Production Végétale, Université Paris VI. 36 pages.

	Vertisol ^a			Sol ferrugineux tropical à horizon gravillonnaire ^a							Sol ferrugineux tropical sableux ^a				Sol ferrugineux tropical à horizon vertiqueux ^a			
	0-15	40-50	100-110	0-10	35-40	100-110	140-150	150-165	190-200	240-260	0-15	25-30	70-80	100-110	0-15	60-70	110-120	170-180
Argile (%)	17,0	38,0	39,0	7,5	7,8	9,3	13,8	12	14,5	8,5	6,5	7,5	7,5	8,5	11,0	21,3	25,5	32,3
Limons fins (%)	13,8	7,5	9,0	5,8	8,8	7,8	11,0	11,0	16,5	5,8	7,3	7,5	7,8	7,3	9,0	8,5	2,8	5,3
Limons grossiers (%)				8,2	7,1	6,7	6,2	7	4,7	2,4	34,8	35,2	32,5	31,9	7,5	7,2	7,2	3,0
Sables fins (%)	43,3	23,1	23,9	29,4	29,1	18,9	16,7	16,5	17,3	13,8	48,6	48,7	51,9	52,2	28,7	20,6	17,6	8,7
Sables grossiers (%)	20,8	26,2	23,3	46,0	47,3	57,5	52,3	53,4	46,6	67	2,79				40,7	41,0	44,6	49,3
Matière organique (%)	3,8	2,6		2,0	1,1										2,9	1,14		
C (%)	2,2			1,15	0,7	0,5					1,62				1,7			
N (%)	0,122			0,057							0,07				0,09			
C/N	18,7			22,8							23,4				18,8			
P ₂ O ₅ total (%)	0,752			0,18	0,16	0,1					0,547				0,104			
CaO	7,45	6,18	6,92	2,34	0,81	0,78	1,8	1,56	2,40	6,84	1,64	0,74	0,98	0,74	2,6	3,39	5,85	11,55
MgO	8,19	14,78	15,06	0,69	1,987	0,27	0,67	0,48	1,05	2,76	0,93	0,60	0,42	0,55	1,9	1,14	0,39	1,95
K ₂ O	0,57	0,13	0,10	0,12	0,06	0,06	0,12	0,10	0,10	0,14	0,11	0,07	0,07	0,07	0,2	0,14	0,17	0,15
Na ₂ O	0,02	0,05	0,08	0,05	0	0	0	0	0,02	0	0,05	0,03	0,03	0,05	0,04	0	0,14	0,38
S (méq./100 g)	16,23	21,14	22,16	3,20	2,85	1,11	2,59	2,14	3,57	9,74	2,73	1,44	1,5	1,41	4,8	4,67	6,55	14,03
V (%)	89,9	94,5	95,5	79,5	72,4	61,0	75,4	72,9 ≈ 80		90,9	68,1	49,3	61,5	70,5	78,0	77,0	88,0	95,3
pH	6,4	6,7	6,9	6,2	5,4	5,8	5,8	5,8	5,9	5,9	6,3	6,1	6,7	6,7	6,3	5,6	6,3	7,2
SiO ₂ /Al ₂ O ₃		6,4	11,6			2,2		2,4									2,8	3,1
Refus ^b	0	0	0,8	0	5,1	53,5	6,5	9,5	7,2	20,6	0	0	0	0	0	0	4,4	22,1

^a Profondeur en centimètres.

^b Refus au tamis de 2 mm.

ANNEXE 2 : Moyennes (m) et écart-types (s) des pourcentages d'agrégats récoltés dans la strate supérieure et inférieure des seaux contenant un sol préalablement tamisé à 2 mm et soumis à l'action des 5 traitements "vers" en présence d'une culture d'arachide.

Strate sup	>5 mm	5-2 mm	2-1 mm	1-0,5 mm	0,5-0,25 mm	0,25-0 mm
Témoin						
m	30,81	4,39	11,25	22,22	19,04	12,29
s	5,11	0,92	1,48	3,04	2,08	1,37
Millsonia						
m	49,21	5,22	6,70	12,56	14,86	11,45
s	3,94	0,75	0,97	2,30	1,23	1,56
Eudrilidae						
m	33,14	6,51	9,70	19,15	19,22	12,29
s	5,10	1,90	1,55	3,15	1,62	2,03
Hyperiod.						
m	37,47	5,02	8,99	16,60	17,75	14,16
s	5,50	0,97	1,46	2,18	2,66	2,03
Mill./Eud.						
m	45,59	5,02	8,17	14,08	15,30	11,85
s	5,20	0,43	1,96	2,70	1,21	0,99
Strate inf	>5 mm	5-2 mm	2-1 mm	1-0,5 mm	0,5-0,25 mm	0,25-0 mm
Témoin						
m	43,76	4,65	8,32	15,08	15,85	12,35
s	4,26	0,81	1,00	1,72	1,75	1,68
Millsonia						
m	51,79	4,40	7,54	12,19	13,66	10,42
s	5,47	0,53	1,45	1,59	1,66	1,80
Eudrilidae						
m	44,06	5,64	8,12	13,91	15,85	12,40
s	2,46	1,78	1,31	0,75	0,96	1,93
Hyperiod.						
m	43,75	4,77	7,78	13,86	16,34	13,50
s	6,45	0,68	1,58	2,36	2,35	1,92
Mill./Eud.						
m	50,77	5,02	7,89	12,55	13,62	10,15
s	3,84	0,65	1,10	1,37	1,26	0,78

ANNEXE 3 : Moyennes (m) et écart-types (s) des pourcentages d'agrégats récoltés à deux profondeurs dans des seaux contenant un sol préalablement tamisé à 2 mm et soumis à l'action de 5 traitements "vers" en présence d'une culture de maïs.

Strate sup.	>5 mm	5-2 mm	2-1 mm	1-0,5 mm	0,5-0,25 mm	0,25-0 mm
Témoin						
m	36,75	5,11	10,82	17,86	16,58	12,88
s	6,70	0,93	2,30	3,43	1,47	1,02
Millsonia						
m	55,12	5,36	5,71	9,47	12,56	11,78
s	3,43	0,51	1,20	1,73	0,91	1,00
Eudrilidae						
m	41,91	5,74	8,18	14,35	16,51	13,30
s	5,34	0,99	1,36	2,49	1,32	0,58
Hyperiod.						
m	31,79	5,81	12,79	19,80	17,00	12,81
s	3,57	0,74	3,00	1,67	1,13	1,06
Mill./Eud.						
m	53,22	8,49	5,82	9,18	12,40	10,89
s	4,95	8,59	1,16	1,88	1,91	1,60
Strate inf.	>5 mm	5-2 mm	2-1 mm	1-0,5 mm	0,5-0,25 mm	0,25-0 mm
Témoin						
m	49,92	5,11	7,57	11,72	13,93	11,75
s	2,26	0,71	1,43	1,34	0,82	2,21
Millsonia						
m	52,43	5,06	6,22	10,64	13,52	12,13
s	2,72	0,62	0,91	1,08	1,23	1,83
Eudrilidae						
m	45,83	4,65	7,67	13,45	15,37	13,04
s	5,46	0,65	1,28	2,54	1,52	0,85
Hyperiod.						
m	45,53	5,61	9,37	13,08	14,62	11,79
s	5,38	0,66	1,81	1,70	2,24	1,80
Mill./Eud.						
m	50,75	5,55	7,80	11,98	13,46	10,45
s	5,10	0,88	1,24	1,75	1,76	2,38

ANNEXE 4 : Moyennes (m) et écart-types(s) des de l'infiltration mesurée (ml) après 1 et 2 mn dans des seaux contenant un sol préalablement tamisé à 2 mm et soumis à l'action de 5 traitements "vers" en présence d'une culture d'arachide et de maïs.

tps (s)	1,00	2,00	1,00	2,00
Témoin				
m	69,00	106,50	38,80	47,40
s	26,01	33,92	20,82	25,54
Millsonia				
m	27,00	44,70	12,60	19,70
s	20,44	29,53	12,58	19,06
Eudrilidae				
m	53,00	80,20	28,00	42,20
s	30,02	41,97	19,21	28,94
Hyperiodrilus				
m	60,90	95,40	59,20	81,20
s	16,41	28,96	24,05	34,99
Mill./Eud.				
m	51,30	83,00	16,00	25,90
s	19,68	31,30	19,97	27,19

ANNEXE 5 : Moyennes (m) et écart-types (s) des poids de racines et de vers récoltés en fin d'expérience et densité apparente, mesurés dans des seaux contenant préalablement un sol tamisé à 2 mm et soumis à l'action de 5 traitements "vers", sous culture d'arachide et de maïs.

	Racine g	Vers g	DA
ARACHIDE			
Témoin			
m	4,78	0,00	1,02
s	0,89	0,00	0,03
Millsonia			
m	4,71	2,79	1,12
s	0,80	1,03	0,03
Eudrilidae			
m	5,74	1,04	1,01
s	1,36	0,77	0,06
Hyperiod.			
m	3,61	0,73	1,03
s	0,80	0,76	0,03
Mill./Eud.			
m	4,31	1,71	1,03
s	0,97	1,25	0,08
MAÏS			
Témoin			
m	8,11	0,00	1,08
s	1,99	0,00	0,16
Millsonia			
m	8,01	4,96	1,08
s	1,81	2,35	0,08
Eudrilidae			
m	7,61	1,80	1,02
s	2,55	0,69	0,09
Hyperiod.			
m	7,19	0,65	1,00
s	1,80	0,71	0,08
Mill./Eud.			
m	6,21	2,29	1,17
s	2,80	1,72	0,08

RESUME

La conservation de la fertilité des sols, par des processus biologiques est l'une des principales préoccupations actuelles de l'ensemble des chercheurs (agro-écologistes, économistes, sociologues...).

Il apparait nettement, depuis plusieurs années, que la structure du sol est l'une des principales composantes de la fertilité. Les vers de terre géophages endogés, dont l'activité est prépondérante sur celle des termites en zones humides, sont en grande partie responsables de cet état structurel.

Cette étude, réalisée dans une savane humide de Côte d'Ivoire, a pour objectif de préciser l'impact de trois types de vers de terre (seuls ou associés) sur la structure d'un sol ferrugineux tropical.

Les différentes expérimentations, réalisées en conditions semi-naturelles et en laboratoire (reformation de la structure grummeuse d'un sol tamisé à 2 mm, élevages d'un mélange d'espèces de petits *Eudrilidae* sur les turricules de *Millsonia anomala*), montrent que les vers sont bien responsables de la structure grummeuse observée mais surtout et que celle-ci résulte bien, en partie, de l'action complémentaire des deux types de vers.

Il apparait aussi, de façon inattendue, que l'association vers/plante joue un rôle important dans la structure du sol. Elle peut provoquer des effets opposés à ceux de la plante cultivée sans ver.