

5.5.3 Evolution de la macrofaune du sol au cours d'un hivernage dans des jachères d'âges différents au Sénégal.

Laurent DEROUARD¹, Cécile VILLENAVE¹, Patrick LAVELLE², Dominique MASSE¹

¹ ORSTOM, Sénégal ; ² ORSTOM-LEST, France.

De nombreux travaux sur la faune des sols ont montré que celle-ci participe activement à la pédogenèse et au maintien des propriétés édaphiques à travers ses effets sur la décomposition de la matière organique, la concentration et le stockage des nutriments, la redistribution et l'organisation des constituants organiques et minéraux du sol mais aussi par l'élaboration de structures physiques comme les galeries et les agrégats (revue dans Beare *et al.*, 1997). En milieu tropical, ce sont les vers de terre et les termites qui jouent un rôle important (Lavelle *et al.*, 1998), et à un degré moindre les fourmis et les gros arthropodes de la litière (myriapodes, coléoptères).

Cette étude a pour but de caractériser la macrofaune des sols du Sénégal (mal connue) par sa densité et sa biomasse. Le résultat de ce travail devrait alors aboutir à la mise en place d'un indice de fertilité basé sur la macrofaune (bio-indicateur) permettant de caractériser l'état de la jachère.

Sites étudiés et méthode d'échantillonnage

Caractéristiques des sites étudiés

Sur une grappe de jachères d'âges différents, six parcelles ont été choisies sur le terroir de Saré Yorobana (Kolda, Haute Casamance). Elles ont été établies sur le même type de sol ferrugineux tropical. La végétation est à dominance de *Combretum spp.* et de *Terminalia macroptera* sur l'ensemble des parcelles étudiées. Les parcelles sont des jachères de 1, 2, 3, 13, 18 et 31 ans d'abandon après culture. Les prélèvements sont effectués au cours de l'hivernage 1996 à trois période : juillet (début d'hivernage), août et octobre (fin de la saison des pluies).

Méthode d'échantillonnage et traitement des données

La méthode d'échantillonnage utilisée est celle recommandée par le programme "Tropical Soil Biology and Fertility" (Anderson et Ingram, 1993).

Dans chaque site étudié, 10 échantillons de sol de 25x25x30 cm sont prélevés à 5 m d'intervalle les uns des autres sur une ligne dont l'origine et la direction ont été choisies au hasard. Un cadre de 25 cm de côté est utilisé pour marquer l'emplacement du monolithe de sol de 25x25x30 cm qui est isolé en creusant à la bêche, une tranchée de 20 cm de large tout autour. Ce bloc est ensuite découpé en 3 couches successives de 10 cm d'épaisseur. Chaque couche de terre est déposée sur un grand plateau puis triée à la main. Tous les invertébrés visibles à l'oeil nu sont prélevés à l'aide de pinces souples et tués dans l'alcool 75. Les animaux sont ensuite conservés dans des flacons référencés dans l'alcool 75. Les animaux conservés ainsi perdent du poids et il est donc nécessaire de faire une rectification pour obtenir la biomasse réelle. Ce coefficient correcteur est estimé en mesurant des animaux vivants et conservés dans l'alcool. Les invertébrés sont alors déterminés et classés en plus de 25 groupes taxonomiques regroupés en 9 groupes: termites, chilopodes, diplopodes, fourmis, vers de terre, coléoptères, arachnide, diptères et autres (tableau 5.5 -1). Pour chaque groupe, la densité et la biomasse sont évalués.

Tableau 5.5-1 : Les 9 classes d'invertébrés du sol rencontrés sur les différentes parcelles au Sénégal

Groupes	Taxons, familles ou espèces entrant dans le groupe défini
Arachnides	acaréens, aranéides, solifuges, pseudoscorpions
Isoptères	termites
Hyménoptères	fourmis
Coléoptères	larves ou adultes de coléoptères
Vers	vers de terre jeunes et adultes
Chilopodes	scolopendres, chilopodes géophiles
Diplopodes	lules, polydesmes
Diptères	larves de diptères
Autres	Diploures, Thysanoures, Dermaptères, Hemiptères, Ortoptères, larves de Lepidoptères, larves et nymphes indéterminées

Résultats

Analyse factorielle des correspondances

L'analyse factorielle des correspondances du tableau faunistique permet de déterminer les principaux groupes d'invertébrés qui discriminent les parcelles échantillonnées, soit en fonction de l'âge de la jachère soit en fonction de la date d'échantillonnage (Figure 5.5-1).

Dans le plan factoriel défini par les facteurs 1 et 2 qui décrivent 79% de la variabilité totale, la date d'échantillonnage au cours de la saison des pluies a plus d'influence que l'âge de la jachère pour expliquer la position des points (figure 4.5. -1). Pour les valeurs positives de l'axe 1, on trouve les relevés réalisés en octobre soit à la fin de la saison des pluies. Les positions des relevés s'expliquent par celle des variables projetées dans le même plan factoriel. La densité d'hyménoptères pour les relevés d'octobre est plus élevée que les densités mesurées en juillet et août; de même, les coléoptères sont également plus abondants à cette période quelque soit la parcelle de jachère considérée. Par ailleurs les prélèvements de juillet se distinguent de ceux du mois d'août sur l'axe 2: les parcelles échantillonnées en juillet se situent principalement du côté des valeurs positives alors que les parcelles échantillonnées en août se trouvent du côté des valeurs négatives. Ces différences proviennent de la plus faible densité de vers de terre dans les relevés de juillet et parallèlement la plus forte abondance des invertébrés du sol appartenant au groupe "Autre" à cette même période. Cette analyse met en évidence des différences de composition relative de la macrofaune du sol en fonction de la date d'échantillonnage au cours de l'hivernage. Par contre elle ne montre aucune différence de composition de la faune du sol en fonction de l'âge de la jachère.

Biomasses et densités totales.

Les densités totales de macroinvertébrés sont comprises entre 400 et 2100 m⁻² (si l'on excepte la parcelle de 1 an en juillet). Il n'existe pas de grande différence entre les densités moyennes trouvées aux trois dates d'échantillonnage: 840, 1060, 930 ind m⁻² respectivement en moyenne pour juillet, août et octobre (Figure 5.5. -2). On observe les plus faibles densités totales pour les parcelles jeunes (1 ou 2 ans) et anciennes (18, 31 ans).

Les biomasses totales de faune du sol sont comprises entre 7g m⁻² et 40 g m⁻² quelque soit la période d'échantillonnage. Les groupes qui représentent la part la plus importante de la biomasse sont les vers de terre (en moyenne 47%), les coléoptères (17%) et les diplopodes (15%). Pour ces trois groupes, les plus fortes biomasses sont mesurées en août, au milieu de la saison des pluies. Les biomasses de vers de terre les plus importantes sont trouvées, quelle que soit la date d'échantillonnage dans les parcelles jeunes et d'âge intermédiaires (1, 2 et 13 ans).

Composition de la macrofaune invertébrée du sol, densité des différents groupes présents

Dans la majorité des parcelles échantillonnées, le groupe dominant en abondance la faune du sol est constitué des termites. En effet, en juillet et en août, les isoptères représentent toujours au moins 40% du peuplement de macroinvertébrés du sol avec des densités variant de 200 à 1600 individu par m⁻² (à l'exception de la parcelle de 1 an en juillet). Les termites sont plus abondantes à ces deux dates dans les jachères d'âges intermédiaires (3, 13, 18 ans) que dans les autres jachères. Leur densité diminue dans la plupart des jachères lors de l'échantillonnage d'octobre (figure 5.5-3).

Les fourmis sont également bien représentées: entre 5 et 30% du peuplement en juillet et août et entre 20 et 60% en octobre. Les densités de fourmis augmentent fortement, dans toutes les parcelles, en octobre où elles varient entre 200 et 525 m⁻². Ce groupe est particulièrement abondant, quelle que soit la période d'échantillonnage dans les parcelles de 2 et 3 ans alors que leur densité est plus faible dans les parcelles de 18 et 31 ans.

Les autres groupes importants en terme de densité dans les écosystèmes de jachère de Kolda sont les coléoptères, les vers de terre et les myriapodes (principalement les diplopodes); cependant, chacun de ces groupes représente généralement moins de 20% des effectifs totaux des relevés dans chaque parcelle.

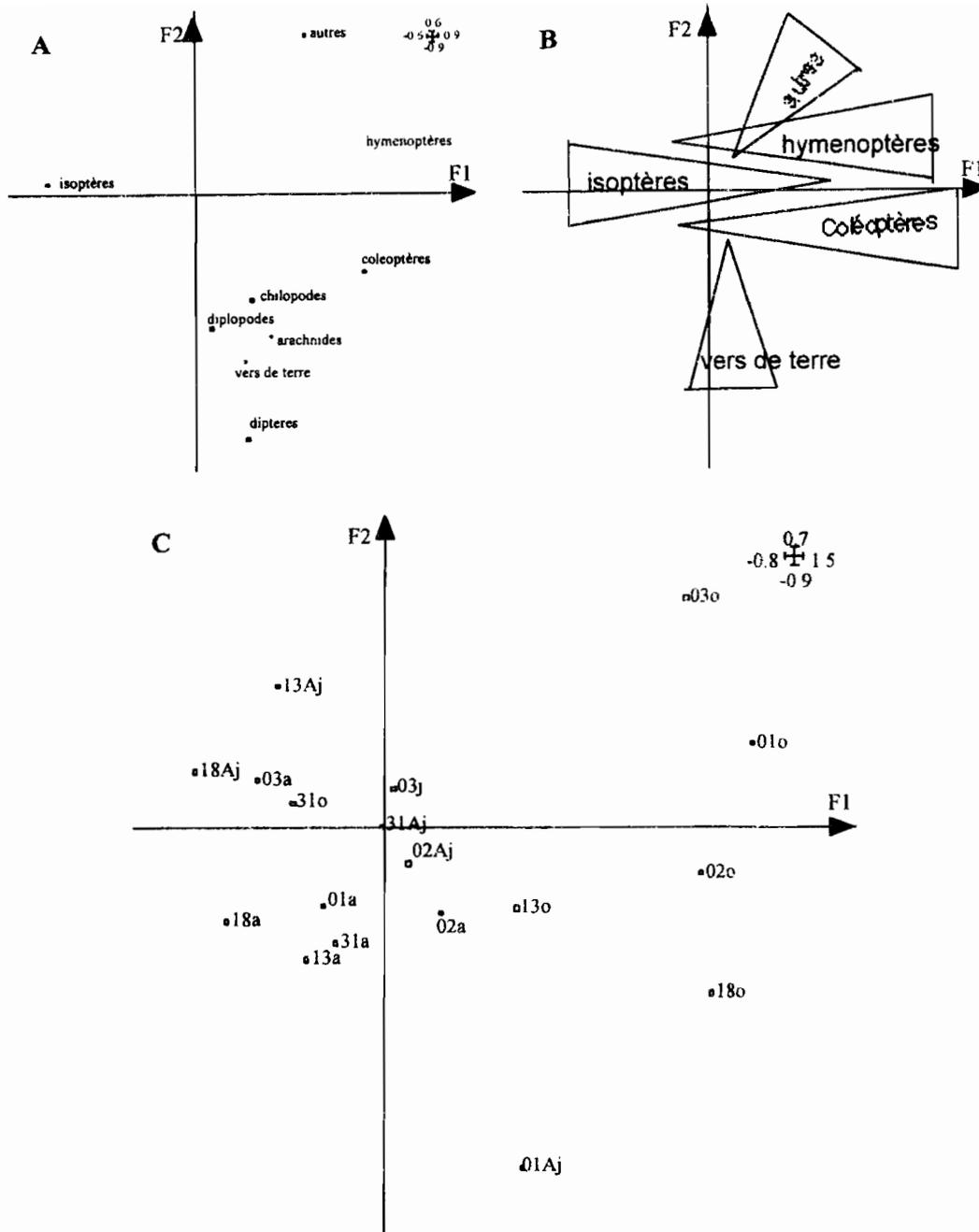


Figure 5.5 –1 : Etude des caractéristiques de la macrofaune invertébrée des sols (densités) des jachères d'âges différents au cours de l'hivernage 1996 (A. carte factorielle des variables correspondants aux groupes faunistiques; B: représentation des tendances faunistiques; C: représentation dans le plan factoriel F1x F2, des points de prélèvements: 01, 02, 03, 13, 18, 31: âge de la jachère en années; j, a, o: date de prélèvement, respectivement juillet, août, octobre).

L'abondance des coléoptères semble indépendante de l'âge de la parcelle de jachère; par contre leur densité augmente au cours de l'hivernage avec des densités moyenne de 50, 80, 120 m⁻² respectivement en juillet, août et octobre.

Les effectifs de vers de terre sont élevés en août par rapport aux deux autres dates de prélèvement. Les densités sont les plus fortes dans les parcelles de 2 et 13 ans (maximum: 110 g m⁻²) et les plus faibles, quelle que soit la date, dans la parcelle de 3 ans (minimum 10 g m⁻²). Il est possible que les faibles densités de vers de terre observées dans la parcelle de trois ans soit liées aux caractéristiques de cette parcelle, soumise à un piétinement important tout au long de l'année (parcelle d'essai). Les densités de vers dans les parcelles de 1, 18 et 31 ans sont intermédiaires.

La période d'échantillonnage ne semble pas avoir d'influence forte sur les densités de diplopodes; ces invertébrés semblent être plus abondants dans les jachères anciennes (13 ans).

Les différences d'abondance pour les autres groupes (Chilopodes, Diptères, Arachnides) sont difficiles à relier à une variation saisonnière ou à l'âge de la jachère; les effectifs sont trop faibles et trop variables.

Le groupe constitué par les autres macroinvertébrés représente entre 1 et 20% du nombre total des invertébrés du sol (moyenne 7%); il est particulièrement important dans les jachères âgées (13, 18, 31 ans) en juillet mais l'abondance des ces macroinvertébrés divers devient plus élevée en août et octobre dans les jeunes jachères (1, 2, 3 ans).

Répartition des macroinvertébrés du sol en fonction de la profondeur

En début et en fin de saison des pluies (juillet et octobre) une grande part des invertébrés du sol est localisée dans les strates 10-20 cm et 20-30 cm; il est probable que durant ces périodes assez sèches, les densités d'invertébrés localisés plus profondément dans le sol ne soient pas négligeables bien que la faune n'ai pas été échantillonnée au delà de 30 cm.

Seulement au milieu de la saison des pluie (août) la plus grande proportion d'animaux est retrouvée dans la strate 0-10 cm; cependant les effectifs présents dans les strates plus profondes demeurent importants représentant en moyenne (quelque soit la jachère considérée) 27% dans la strate 10-20 cm et 24% dans la strate 20-30 du peuplement de macroinvertébrés.

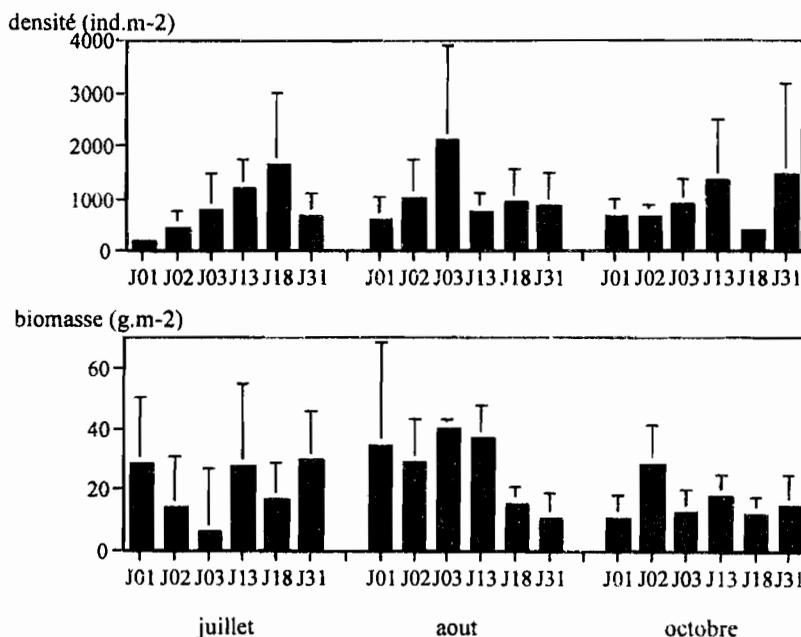


Figure 5.5-2 : Densité (Ind m⁻²) et biomasse (g m⁻²) totales de la macrofaune du sol dans les 6 parcelles de jachères échantillonnées (J01, J02, J03, J13, J18, J31: âge de la jachère en années) aux trois dates de prélèvement. Les barres d'erreur représentent les erreurs standard.

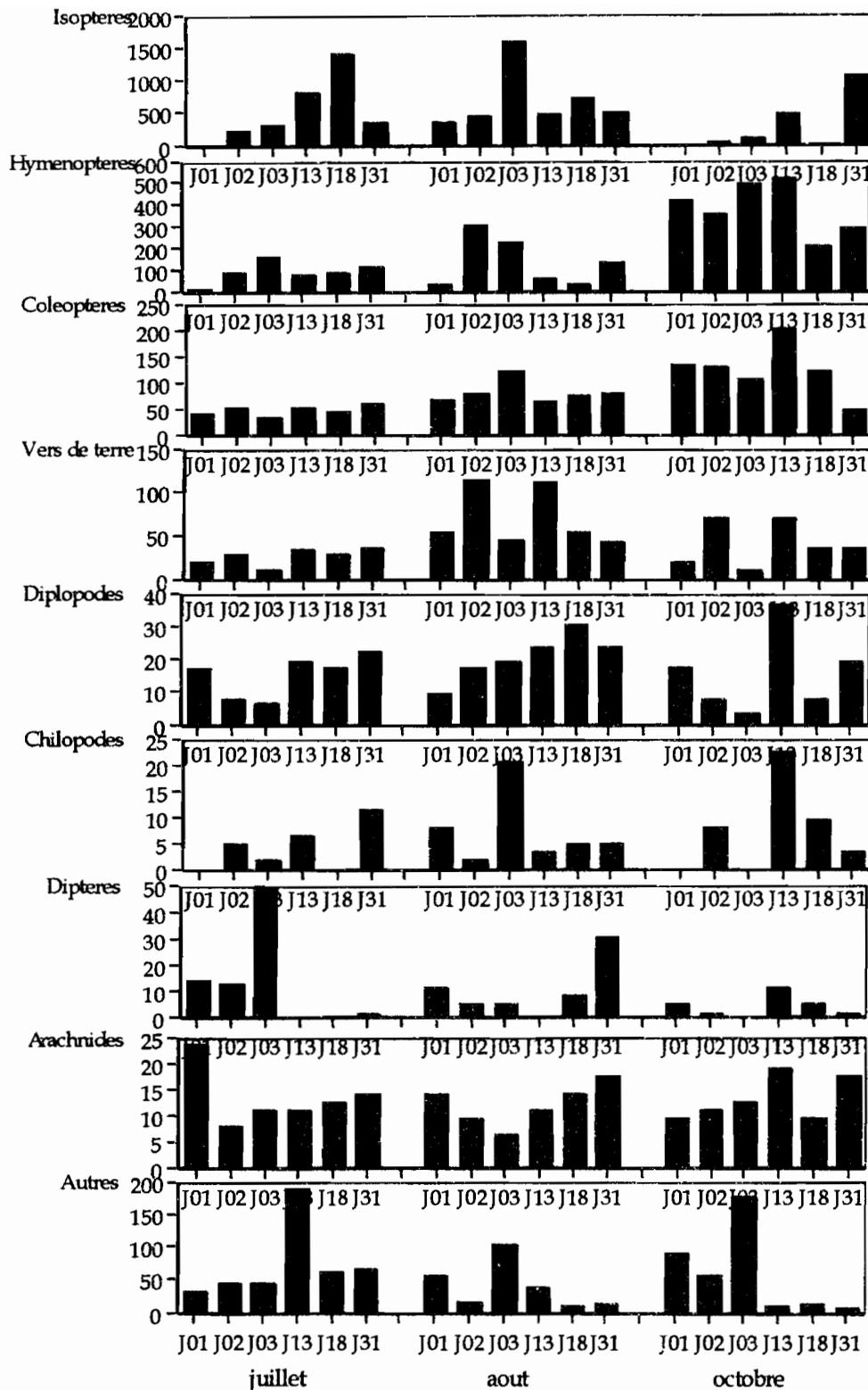


Figure 5.5-3 : Densité (Ind m⁻²) des différents groupes de macroinvertébrés du sol dans les 6 parcelles de jachères échantillonnées (J01, J02, J03, J13, J18, J31: âge de la jachère en années) aux trois dates de prélèvement.

Discussion

L'abondance et la structure des peuplements de la faune du sol peut varier de façon importante en fonction des conditions climatiques, du sol et de la végétation. Les densités (500 à 2000 ind. m⁻²) et les biomasses (10 à 40 g m⁻²) de macro-invertébrés trouvées dans les jachères de Kolda en Haute Casamance Sénégalaise sont relativement importantes compte tenu des conditions climatiques existantes: période sèche d'une durée supérieure à 6 mois; pluviométrie annuelle: 1000 mm. Elles sont du même ordre de grandeur que celles trouvées de différents agro-écosystèmes tropicaux de zones plus humides (Collins, 1980; Dangerfield, 1990; Gilot *et al.*, 1994); ces biomasses sont cependant plus élevées que celle trouvées dans le Nord-Cameroun où les précipitations sont plus faibles (environ 750 mm) (Duboisset, paragraphe 5.5.4.). Les invertébrés sont bien repartis dans les trente premiers centimètres et non principalement localisés dans les 10 premiers cm comme c'est le cas dans de nombreux écosystèmes.

Dans une région donnée, la végétation des écosystèmes naturels est souvent le facteur déterminant de la composition de la pédofaune car elle conditionne le type de ressources disponibles pour les macroinvertébrés: la macrofaune des écosystèmes forestiers étant dominée par des organismes se développant en utilisant la litière végétale (épigés) alors que dans les zones herbacées, la macrofaune est dominée par les espèces endogées qui puisent leur énergie de la matière organique du sol. Par ailleurs, il a été montré que l'exploitation du milieu avait une forte influence sur la structure des peuplements de macroinvertébrés du sol aussi bien en milieu tempéré qu'en milieu tropical. Ainsi la faune du sol dans les milieux agricoles à fort apport d'intrants est généralement réduite par rapport aux écosystèmes naturels (Lavelle et Pashanasi, 1989; Dangerfield, 1990). De même les biomasses de la macrofaune du sol sont généralement plus importantes dans les milieux herbacés que sous forêt.

Dans l'étude menée au cours de l'hivernage 1996 dans 6 jachères âgées de 1 à 31 ans, il apparaît que la structure des peuplements de macroinvertébrés du sol est peu différente entre les jachères étudiées; les groupes dominants sont les mêmes quelle que soit l'âge de la jachère. Cependant les densités et les biomasses les plus élevées sont trouvées pour les jachères d'âge intermédiaires, les jachères d'1 an, 2 ans et de 31 ans ayant des densités, plus particulièrement en isoptères et en hyménoptères sensiblement plus faibles que les autres parcelles. Dans ces jachères, la végétation évolue au cours du temps, la densité de tiges ligneuses augmente ainsi que la richesse spécifique des ligneux et des herbacées. Cependant, l'évolution de la composition spécifique herbacée de la jachère est interrompue à partir d'environ 12 années de jachère (Pate, 1997). A partir de cet âge, les jachères présentent des formations ligneuses voisines et un couvert herbacé moins dense. De la même manière, il a été montré que lorsque qu'une plantation d'Hévéa vieillit, les macroinvertébrés du sol deviennent moins abondants, mais plus encore que l'abondance des macroorganismes c'est la répartition dans groupes trophiques qui se modifie au cours du temps aussi bien pour les vers de terre que pour les termites (Gilot *et al.*, 1994). Une telle étude sur les groupes trophiques pourrait révéler des évolutions significatives au cours du temps de la macrofaune du sol.

L'évolution saisonnière de la macrofaune durant l'hivernage fait apparaître des différences entre les valeurs de densités et de biomasses totales. Au milieu de la saison des pluies, les biomasses sont plus élevées liées à une activité biologique plus importante du fait d'une augmentation des sources de nourritures (végétation et activité microbiologique importantes) et d'habitat (sol meuble et humide); ce sont les vers de terre qui dominent alors le peuplement en biomasse représentant entre 30 et 70% du peuplement en biomasse. Les vers de terre sont relativement abondants dans jeunes jachères or les vitesses de colonisation de ces invertébrés sont plus lentes que un an ou deux, il semble donc que ces organismes aient toujours été présents dans les agrosystèmes précédant la période de jachère agrosystèmes dans les systèmes de cultures. Il apparaît que les différents groupes majeurs ont une activité décalée au cours du temps ; les vers de terre sont principalement actifs (plus forte abondance et plus forte biomasse) au coeur de la saison des pluies ; les termites, abondantes au début et au milieu de la saison des pluies, cèdent le pas aux fourmis à la fin de la saison des pluies ; ces deux groupes doivent conserver une forte activité durant la saison sèche contrairement aux vers de terre qui vont rentrer en quiescence.

Cette étude montre que les caractéristiques de la macrofaune du sol sont liées aux conditions saisonnières notamment pédohydriques. Il est donc délicat de comparer des parcelles situées dans d'autres régions sans tenir compte de l'époque de prélèvement en plus de la situation géographique. Les

comparaisons diachrones et synchrones restent cependant valables sur un terroir ou une région subissant les mêmes conditions climatiques.

Références citées

- ANDERSON, J. M. & INGRAM, J. S. I. E. (1993) *Tropical soil Biology and fertility. A handbook of methods* C.A.B: Oxford, 221 pp.
- BEARE, M. H., REDDY, M. V., TIAN, G & SRIVASTAVA, S. C (1997). Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: The role of decomposer biota *Applied Soil Ecology* 6, 87-108.
- COLLINS, M. (1980). The distribution of soil macrofauna on the west ridge of Gunung (Mount) Mulu, Sarawak. *Oecologia* 44, 263-275.
- DANGERFIELD, J. M (1990). Abundance, biomass and diversity of soil macrofauna in savanna woodland and associated managed habitats. *Pedobiologia* 34, 141-150.
- DEROUARD I. & LAVELLE P. 1994. Variation de la macrofaune du sol au cours des différentes étapes de la jachère dans des systèmes agricoles au Sénégal. In « Raccourcissement du temps de jachère biodiversité et développement durable en Afrique Centrale (Cameroun) et en Afrique de l'Ouest (Sénégal, Mali) ». Rapport Scient 1994, Comm. Des Communautés Europ. Contrat TSA-CT93 (DG 12), p 47-60
- FELLER C., LAVELLE P., ALBRECHT A. & NICOLARDOT B 1993. La jachère et le fonctionnement des sols tropicaux : rôle de l'activité biologique et des matières organiques. Quelques éléments de réflexion. In : Floret (C. & Serpantié (G.). *La Jachère en Afrique de l'Ouest*, 15-32. Collection Colloques et Séminaires, ORSTOM, Paris.
- GILOT C, LAVELLE P, BLANCHART E, KOUASSI P & GUILLAUME G (1994). Biological activity of soils in Hevea stands of different ages in Côte d'Ivoire. *Acta Zoologica Fennica* 196, 186-189
- LAVELLE, P., BLANCHART, E., MARTIN, A., SPAIN, A. V. & MARTIN, S. (1992) Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. *Myths and science of soils of the tropics* 157-185.
- LAVELLE, P., DANGERFIELD, M., FRAGOSO, C., ESCHENBRENNER, V, LOPEZ-HERNANDEZ, D., PASHANASI, B. & BRUSSAARD, L. (1994) The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. In: S. M. J. & Woormer, P. (Eds) *Tropical soil biology and fertility* Wiley-Sayce, J.: New York,
- LAVELLE, P. & PASHANASI, B. (1989) Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). *Pedobiologia* 33, 283-291.
- LAVELLE, P., PASHANASI, B., CHARPENTIER, F., GILOT, C., ROSSI, J P, DEROUARD, L, ANDRE, J, PONGE, J F & BERNIER, N (1998) Large-scale effects of earthworms on soil organic matter and nutrient dynamics. In: *Earthworm Ecology* . Edwards, C. A. (Eds) : Columbus Ohio,
- LEE K E & WOOD T G (1971) *Termites and Soils*. Academic Press: London, pp.
- PATE, E., 1997. Analyse spacio-temporelle des peuplements de nématodes du sol dans les systèmes de culture à jachères, au Sénégal. Thèse de Doctorat
- STORK, N. E. & EGGLETON, P. (1992). Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment*

Dérouard Laurent, Villenave Cécile, Lavelle P.,
Masse Dominique. (1998).

Evolution de la macrofaune du sol au cours
d'un hivernage dans des jachères d'âges
différents au Sénégal.

In : Floret Christian (coord.).

Raccourcissement du temps de jachère,
biodiversité et développement durable en
Afrique Centrale (Cameroun) et en Afrique de
l'Ouest (Mali, Sénégal) : rapport final.

Dakar : ORSTOM, p. 139-145 multigr.